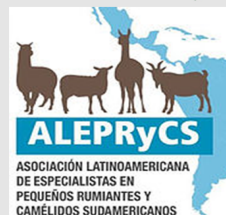




**Del  
4 AL 7  
de Junio 2019**



## **XI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Ruminantes y Camélidos Sudamericanos (ALEPRYCS)**



**1er Congreso de la International Goat Association Latinoamerica (IGA)**

**30 Reunión Nacional sobre Caprinocultura de la Asociación Mexicana de Profesionistas en Caprinos (AMPCA)**

**Congreso de la Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Caprinos (AMMVECA)**

**Curso Nacional de Actualización en la Cría Ovina (AMTEO)**



**QUERÉTARO**  
ESTA EN NOSOTROS



**Colegio de Médicos Veterinarios Zootecnistas del Estado de Querétaro A.C.**



SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO



**SADER**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



## COMITÉ CIENTÍFICO

### Presidente

**Cristina Santos Sotomaíor** (Brasil)

### Miembros

#### Adela Bidot

Red Cubana de Pequeños Rumiantes (RECUPER), Cuba

#### Alda Lucia Gomes Monteiro

Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil

#### Alfredo Cuellar

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México

#### Andrés Ernesto Ducoing Watty

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México

#### Camila Raineri

Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil

#### Carlos A. Robles

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina

#### Celso Ayala Vargas

Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), Bolivia

#### Davinia Sánchez Macías

Universidad Nacional del Chimborazo (UNACH), Ecuador

#### Débora Andréa Evangelista Façanha

Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Brasil

#### Elza Ciffoni

Universidade Tuiuti do Paraná (UTP), Brasil

#### Enrique Rimbaud Giambruno

Universidad de Ciencias Comerciales (UCC), Nicaragua

#### Fernanda Rosalinski Moraes

Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil

#### Francisco Andrés Sales Zlatar

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chile

#### Héctor Mario Andrade Montemayor

Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), México

#### Héctor Raymundo Vera Ávila

Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), México

#### Irma Celi Mariátegui

Universidad Científica del Sur (UCSUR), Peru

#### Jorge Tórtora

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México

#### José Solís Ramírez

Universidad Autónoma Chapingo, México

#### Juan Carlos Silva Jarquin

Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), México

#### Livio Martins Costa Junior

Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Brasil

#### Manuel Patricio Ghirardi

Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina

#### Marina Durán Aguilar

Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), México

#### Patricio Dayenoff

Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), Argentina

#### Rogelio Ledezma

Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), México

#### Ruben Herberht Mamani Cato

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Perú

#### Rüdiger Daniel Ollhoff

Pontificia Universidade Católica de Paraná (PUCPR), Brasil

#### Tâmara Duarte Borges

Pontificia Universidad Católica do Paraná (PUCPR), Brasil

#### Víctor H. Parraguez

Universidad de Chile (UCh), Chile

#### Viviane Milczewski

Instituto Federal Catarinense (IFC), Brasil

## COMITÉS

### Presidente del Congreso

#### MVZ.MC.Dr. Héctor Mario Andrade Montemayor

Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ)  
Vicepresidente de la ALEPRyCS  
Director para México, Centro América y el Caribe de la International Goat Association (IGA)

### Comité Ganadero

#### MVZ. Alejandro Ugalde

Presidente de la Unión Ganadera de Querétaro México

### Comité Ganado Ovino

#### CP. José Luis Cervantes

Presidente de la Asociación Ganadera local de Ovinocultores-Querétaro

#### MVZ. Juan de Dios Artega Castelan

Presidente de la Unidad Nacional de Ovinocultores

#### MVZ.EPA.MC.Eleazar Pérez Trejo

Productor Independiente y Universidad Autónoma de Querétaro

#### MVZ.EPA.Miguel Arredondo Rivera

Universidad Autónoma de Querétaro y Productor Independiente

## Comité de Ganadero Caprino

**IAZ. Arturo Estrada Pérez**  
Enlace Rural. AC- COCASA

**MVZ. Pablo Ríos Manjarrez**  
Asociación Ganadera de Caprinocultores del Noroeste-Sinaloa, Baja California y Sonora

**MVZ. Jose Manuel Oliveros Ibarra**  
Asociación Nacional de criadores de ganado caprino de registro

**MVZ.MSPAS.Juan Carlos Mendoza Mendoza**  
Enlace Rural. AC- COCASA

## Enlace gobierno y patrocinadores Querétaro

**IAZ.MSc. Carl Heinz Dobler**  
Secretario de Desarrollo Agropecuario de Querétaro

## Colegio de Medicos Veterinarios Zootecnistas de Querétaro

**MVZ. Edgar Muñoz**  
Presidente

## Medios y pagina internet

**MVZ.MSPAS.Dr. Juan Carlos Silva Jarqui**  
Universidad Autónoma de Querétaro, Asociación Mexicana de producción Caprina

## Diseño de Poster

**LD. Marco Ochoa y Biol. Joel Torise**  
Universidad Autónoma de Querétaro

## Asociaciones de Especialistas

**Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos (ALEPRyCS)**

**Presidenta**  
Dr. Cristina Santos Sotomaior (Brasil)

**Vicepresidente**  
MVZ.MC.Dr. Héctor Mario Andrade Montemayor (México)

**Secretaria**  
MV.MSc. Maria Christine Rizzon Cintra (Brasil)

**Tesorera**  
Dr. Fernanda Rosalinski Moraes (Brasil)

## International Goat Association (IGA)

PhD Beth Miller  
PhD Jean Marie Luginbuhl  
MVZ.MC.Dr. Héctor Mario Andrade Montemayor  
MVZ.MSc.PhD Felipe de Jesús Torres Acosta

## Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Caprinos (AMMVCA)

MVZ.MC. Yazmin Arriaga Avilés  
MVZ.MSc.PhD Andres Ducoing Wattí  
MVZ.MC. Abel Manuel Trujillo García

## Asociación Mexicana de Producción Caprina

MVZ.MSc.PhD Rogelio Alejandro Ledezma Torres  
MVZ.MSPAS.Dr Juan Carlos Silva Jarquin

## Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinos (AMTEO)

MVZ. Gerardo Hernández León.  
MVZ.MC. Héctor Alejandro de la Cruz Cruz

## Responsables de cursos de capacitación

### Parasitología

Dra. Cristina Sotomaior (PUCPR-Brasil)  
Dr. Felipe Torres Acosta (UADY-México)  
Dr. Pedro Mendoza de Gyves (INIFAP-México)  
Dra. María Eugenia López Arellano (INIFAP-México)  
M en C Jorge Alfredo Cuéllar Ordaz (FES-Cuautitlan-UNAM México)  
M en C Rosa Isabel Higuera Piedrahita (FES-Cuautitlan-UNAM México)  
M en C Héctor Alejandro de la Cruz Cruz (FES-Cuautitlan-UNAM México)

### Inseminación artificial

MVZ.MC.PhD. Héctor Raymundo Vera Ávila (UAQ, México)  
IZ.Dr. Irma Celi Mariátegui (UCS- IGA, Perú)  
MVZ. Ulises Chávez (Independiente, México)  
MVZ.MC. Ángel Arturo Trejo (FES-C- UNAM- IGA- ALEPRyCS, México)

### Patología y toma de muestras

MV.MC.Dr. Jorge Tortora (UNAM- Fes Cuautitlán, México)  
MVZ.MC. Enrique Herreral López (INIFAP, México)  
MVZ.Ulises Trejo

### Calidad de Leche y Lácticos

Ing. Fernando Gómez Monterde (Independiente, México)  
MV.Dra. Davinia Sanchez Macías (UNCH - IGA, Ecuador)

### Curso de Juzgamiento de Ganado

IAZ. Luis Portilla (Independiente, México)

## Otros posibles cursos

### Nutrición y Alimentación de Ovinos y Caprinos

MVZ.EPA.MC. Eleazar Pérez Trejo (UAQ- Independiente, México)  
MVZ.MC.Dr. Héctor Mario Andrade Montemayor (UAQ-ALEPRyCS e IGA - México)

## Tours técnicos

**CP. José Luis Cervantes** (AGLO - Querétaro Productor Independiente, México)

**IAZ. Arturo Estrada Pérez** (COCASA- ENLACE RURAL- Querétaro, México)

**MVZ.MC. Abel Manuel Trujillo García** (UNAM - Productor Independiente, México)

## Centro de Negocios UAQ

**MVZ.MSPAS. Jorge Luis Olmos** (UAQ)

**MVZ.MC.Dr. Urso Davila**

## Turismo y Actividades Artísticas

Facultad de Bellas Artes UAQ y Secretaria de Turismo Querétaro

## DIRECTORIO

### Gobierno del Estado

**MVZ. Francisco Domínguez Servín**

Gobernador Constitucional de Querétaro

**IAZ.MSc. Carl Heinz Dobler**

Secretario de Desarrollo Agropecuario de Querétaro

**MVZ. Hugo Burgos García**

Secretario de Turismo de Querétaro

### SADER (Secretaria de Desarrollo Rural)

**I.A.F.Dr. Víctor Manuel Villalobos Arámbula**

Titular de la SADER

**Lic. David Monreal Ávila**

Coordinador General de Ganadería (SADER)

### SADER-Querétaro (Secretaria de Desarrollo Rural)

**MVZ. Enrique G Ceceña Martorell**

Subdelegado Agropecuario

**Ing.MSc.PhD Gilberto Herrera Ruiz**

Coordinador Estatal de Los Programas de Desarrollo Estado de Querétaro

**MVZ. Javier Lara Pastor**

Presidente de Coordinadora Nacional de Fundaciones Produce (COFUPRO)

**IAZ. Javier Pérez Rocha Malcher**

Presidente Fundación Produce Querétaro

## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

**Ing.MC.Dr. Teresa Margarita de Jesús García Gasca**

Rectora

**Ing.MC.Dr. Aurelio Domínguez González**

Secretario Académico

**QFB.MC. Sergio Pacheco Hernández**

Secretario Administrativo

**Nut.MC.Dra. Elizabeth Elton Puente**

Directora de la Facultad de Ciencias Naturales

**Biol. MC. Hugo Luna Soria**

Secretario Académico

**QFB.MC.PhD Miriam Araceli Anaya Loyola**

Secretaria Administrativa

**MVZ.MSc.PhD Germinal Jorge Cantó**

Jefe de Investigación y Postgrado

**MVZ,MC.PhD Héctor Raymundo Vera Ávila**

Coordinador de la licenciatura de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**MVZ.MC.Dr Héctor Mario Andrade Montemayor**

Coordinador de la Especialidad en Nutrición y Reproducción de Pequeños Rumiantes

---

## Información

Adaptación del poster por Revista Acadêmica Ciência Animal.



## SUMARIO

### Editorial

Dr. Héctor Mario Andrade Montemayor .....	1
Dra. Cristina Santos Sotomaíor .....	2

### Ponencias Magistrales

Biotechnologías reproductivas para el siglo XXI .....	3-5
Blackbelly, una raza ovina resistente a parásitos, opción para los sistemas tropicales subhúmedos.....	6-17
Caracterización tradicional y nuevo proceso de conservación de la carne de camelidos (charqui) .....	18-28
Células somáticas: implicaciones de las normativas nacionales e internacionales sobre el sector caprino .....	29-32
Centro de producción caprina del Altiplano-Ceprocal: de un vaso de leche a una cadena de valor caprina. La experiencia de Guatemala .....	33-38
El "Arte de la Guerra" contra los nematodos gastro- intestinales en rebaños de ovinos y caprinos del trópico .....	39 - 46
Estrés oxidativo: un enemigo solapado para la reproducción ovina .....	47-51
Importancia de los roles familiares en la crianza de rumiantes menores y camélidos andinos en los sistemas pastorales .....	52 - 56
La cabra en la mitología y el arte: simbolismo y expresión cultural .....	57 - 59
La caprinocultura en Costa Rica .....	60 - 62
Manejo del pastoreo y sistemas silvopastoriles para pequeños rumiantes .....	63 - 70
Nutrición y estacionalidad reproductiva en caprinos .....	71 - 76
Programa de valorización de la cabra Criolla Negra, un recurso zoogenético en peligro .....	77 - 85
Retrovirus en pequeños rumiantes .....	86 - 94
Sistemas integrales de producción en pequeños rumiantes .....	95 - 99
A 13 años de investigación en alternativas de suplementación a caprinos en las regiones semiáridas de México .....	100 - 124
Tratamiento inteligente para o controle de parasitos gastrintestinais de ovinos: o Tratamento Seletivo na era da Revolução 4.0 .....	125 - 128
Uso de extractos de plantas en el control de parasitosis .....	129 - 134

### Bienstar Animal

Adaptation of the Welfare Quality® assessment protocol for sheep in an extensive production unity system .....	135 - 138
--	-----------

Evaluación de dos técnicas de caudectomía en corderos sobre la escala facial del dolor y constantes fisiológicas .....	139- 140
Evaluación de la motivación sexual en machos caprinos durante la colección de semen por medio de la vagina artificial .....	141- 143
Evaluación del efecto de la suplementación con Selenio sobre la calidad de las relaciones madre-cría en caprinos .....	144- 145
Sheep Welfare Protocol (AWIN®) applied in Brazil: preliminary results .....	146
Temperaturas de pelo y piel en ovejas lactantes en condiciones termoneutrales .....	147

### **Mejoramiento y Conservación de Recursos Genéticos**

Análisis discriminante de medidas morfométricas en ovinos de pelo del norte de Colombia ....	148
Avaliação do crescimento de ovinos por meio de modelos matemáticos .....	149
Biometría comparativa entre cabras Anglonubian puras y ecotipos criollos de costa norte y central del Perú .....	150
Efecto de diferentes alimentos y número de partos en el peso al nacimiento y destete de llamas ( <i>Lama glama</i> ) en el municipio de San Pedro de Totora, Oruro .....	151
Effect of three cross crosses in dairy sheep: productive parameters .....	152 - 154
Effects of crossing Lacaune x Awassi and East Friesian x Awassi dairy sheep .....	155 - 157
Índices de selección para crecimiento, tamaño de camada y calificación lineal en corderos Pelibuey .....	158
Peso al nacimiento e índice de prolificidad en ovinos MEVEZUG en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Guerrero, México .....	159
Uso de modelos matemáticos no lineales para estimar la curva de crecimiento en ovinos Criollos Chapingo usando R .....	160

### **Nutrición y Alimentación**

Anthelmintic effect of an herbal mixture for lambs in the reception period in feedlot .....	161
Características y rendimiento de la canal de caponchitos caprinos en un sistema de engorde a corral con distintas fuentes proteicas regionales en la ración .....	162 - 164
Caracterización de la vaina de espinillo blanco ( <i>Acacia macracantha</i> ) como alternativa regional en la alimentación de rumiantes en trópico seco .....	165
Comportamiento alimenticio de cabras suplementadas con silaje de orujo de uva en pastoreo estival en los Llanos de la Rioja, Argentina .....	166
Comportamiento productivo de cabrillas de reposición en pasturas subtropicales .....	167
Consumo voluntario y ganancia de peso en corderas alimentadas con ensilado de ajonjolí ( <i>Sesamum indicum</i> ) y suplementadas con grano de maíz .....	168
Consumo y digestibilidad en ovinos alimentados con follaje de árboles .....	169
Determinación de pH y materia seca de ensilado con planta de ajonjolí ( <i>Sesamum indicum</i> ) en Tierra Caliente, Guerrero, México .....	170
Dieta de cabras en pastoreo extensivo a fines del invierno en la región del Monte, Chilecito (La Rioja, Argentina) .....	171 - 174

---

Digestibilidad de la materia seca de alimentos consumidos por ovinos de pelo con líquido ruminal ovino y bovino .....	175
Efecto de la inclusión de subproducto de galleta en dietas para corderos sobre la calidad de la carne - avances preliminares .....	176 - 178
Efecto de la inoculación de silos de maíz con bacterias lácticas caprino-nativas, feruloil esterasa positivas .....	179
Efecto de la mezcla herbal Animunin en el comportamiento productivo de corderos en finalización .....	180 - 182
Efecto de la mezcla herbal Animunin en las características de la canal de corderos en finalización .....	183 - 185
Efecto de la suplementación con penca de nopal ( <i>Opuntia ficus indica</i> ) y vaina de mezquite ( <i>Prosopis laevigata</i> ) en el comportamiento productivo, y composición de la leche de cabras pastoreando en agostadero .....	186 - 189
Efecto de la suplementación con tres niveles de proteína sobre el consumo y la ganancia diaria de peso al destete en cabritos .....	190
Efecto de lixiviado de lombriz en producción de forraje verde hidropónico .....	191 - 194
Efectos de la inclusión de aceite de linaza y aceite de soya en una ración para corderos en crecimiento sobre el comportamiento productivo y las características de la canal .....	195 - 198
Effect of an herbal lysine source on lamb's growth .....	199
Effect of DHA and EPA supplementation during the early gestation and feedlot on fatty acid profile and gene expression in liver in finished lambs .....	200
Effect of herbal choline supplementation in placenta and fetus development at different times during gestation in ewes .....	201
Engorde a corral de caponcitos caprinos con distintas fuentes proteicas regionales en la ración .....	202 - 205
Estrategias de alimentación de una majada caprina en condiciones extensivas de serranías bajas del Valle Central de Catamarca, Argentina .....	206
Estudio retrospectivo sobre lactancias artificiales ocurridas en el periodo 2015-2018 en una granja comercial en Querétaro, México .....	207
Evaluación productiva de cabritos lactantes alimentados con leche adicionada con miel .....	208
Ganancia de peso vivo de llamas al destete con diferentes patrones de alimentación en pastoreo, en Oruro, N Bolivia .....	209
Impacto de la suplementación en la dieta de cabras criollas de reposición .....	210
In vitro gas production of garlic straw ( <i>Allium savitum</i> ) with plant extracts: Thyme ( <i>Thymus vulgaris</i> ) and Moringa ( <i>Moringa oleifera</i> Lam) .....	211 - 213
Influência da suplementação de taninos condensados na dieta sobre o consumo e conversão alimentar de cordeiros .....	214
Niveles de glucosa y nitrógeno ureico en sangre en ovinos de pelo en el Caribe seco Colombiano .....	215
Parámetros de degradación <i>in situ</i> en llamas del pastizal Chilliwar a diferentes edades en época de lluvias en Tiahuanacu, Bolivia .....	216
Perfil hematológico de corderos en etapa de engorda suplementados con henilaje de nopal y tuna .....	217 - 219

Peso al nacimiento de cabritos de cabras suplementadas con colina herbal en la gestación tardía .....	220
Physiological and productive parameters of Katahdin lambs fed with total mixed rations and raised under heat stress .....	221
Physiological parameters, weight gain, and carcass yield of crossbred lambs grazing naturalized pastures under heat stress .....	222
Predicción del peso vivo en llamas ( <i>Lama glama</i> ) Bolivianas usando el perímetro torácico .....	223
Productividad del pastizal nativo chilliwar <i>Festuca dolichophylla</i> en Tiahuanaco, Bolivia .....	224
Relación entre el índice de masa corporal y la condición corporal en ovejas Pelibuey .....	225
Rendimiento de la canal de ovinos criollos de pelo colombiano, bajo dos sistemas de manejo alimenticio .....	226
Rendimiento productivo y evaluación de canales de corderos en engorda alimentados con dietas con distintos niveles de inclusión de subproducto de galleta .....	227 - 229
Suplementación de levaduras de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> durante la etapa de lactancia en cabritas .....	230
Utilización de pasturas subtropicales en la alimentación del ganado caprino .....	231
Utilización de plantas proteínicas en ovinos y caprinos .....	232
Valoración nutricional de especies forrajeras utilizadas en la alimentación de ovinos ( <i>Ovis Aries</i> ) en Córdoba, Colombia .....	233

## Producción

Avances en la aceptación de tecnologías y manejos en productores ovinos del sector social en Tlaxcala, México .....	234
Caracterización de la morfología mamaria en ovejas de pelo con propósito cárnico .....	235
Caracterización social del sistema de producción de alpacas en Huancavelica, Perú .....	236
Comparación entre un sistema ovino convencional contra un sistema con buenas practicas en áreas protegidas de montaña en el centro de México .....	237
Efecto de la aplicación de medidas tecnológicas sobre el mejoramiento de indicadores productivos en un rebaño de ovinos Columbia .....	238
Efecto de la aplicación de tecnologías y manejos sobre parámetros reproductivos en rebaños del sector social en Tlaxcala, México .....	239
Efecto de la elección de tecnologías y su transferencia a productores ovinos sobre los indicadores productivos .....	240
Efecto del cambio climático sobre la producción y reproducción de alpacas en condiciones de puna seca .....	241 - 243
El impacto de la elección de tecnologías y su transferencia a productores ovinos. I. Aceptación de tecnologías .....	244
Estacionalidad de la producción caprina en el Altiplano de Tamaulipas, México .....	245 - 248
Evaluación de días de medición necesarios para estimar el consumo residual del alimento en ovinos .....	249
Evaluación de la aceptación de tecnologías y manejos en productores del sector social en Tlaxcala, México .....	250



Evaluación de la adopción tecnológica en pequeños productores en Chile central: introducción de ovinos de pelo en el secano costero de la Región de O'Higgins .....	251
Factor de localización espacial como determinante de la competitividad territorial en la caprinocultura mexicana .....	252-255
Fertilizante orgánico mineral en la producción sustentable de ovejas de pelo en la Amazonía Ecuatoriana .....	256
Impacto de la aplicación de tecnologías y manejos sobre parámetros productivos en rebaños ovinos del sector social en Tlaxcala, México .....	257
Importancia de la comunicación entre los participantes de una red de trabajo científico-productiva: el boletín electrónico .....	258
Innovación tecnológica en una unidad de producción caprina .....	259-262
La ovinocultura social en México: características e importancia .....	263-266
La producción caprina del municipio de Capitanejo, Santander, Colombia .....	267-270
La producción caprina del municipio de San José de Miranda .....	271-274
Lactancia artificial de cabritas en corraleta elevada o de piso y el efecto en el comportamiento productivo y su hematocrito .....	275-276
Parámetros productivos y reproductivos de la caprinocultura en el departamento de Santander, Colombia .....	277-281
Relación entre la producción y calidad de leche en ovejas cárnicas de pelo y el peso de la camada .....	282
Sistemas de producción caprina en cinco localidades del municipio de Tezoatlán de Segura y Luna, Oaxaca, México .....	283-286
Tratamiento de glándulas mamarias para el control de mastitis, en cabras que finalizan actual periodo de lactar .....	287-289

### **Productos Lácteos, Cárnicos, Piel, Pelo**

Análisis comparativo del perfil de ácidos grasos monoinsaturados en leche de ovejas bajo un sistema de producción estabulado .....	290
Análisis de la curva de lactación de ovejas Pelibuey en un sistema de lactancia restringida en el trópico húmedo .....	291
Cambios físico-químicos durante la maduración de queso tipo manchego de oveja Pelibuey .....	292
Caracterización de salchichas secas tipo cabanossi con carne de llama ( <i>Lama glama</i> ) de tres sistemas de alimentación .....	293
Comparación de la precisión y exactitud de cuatro equipos para determinar la media del diámetro de fibra y desviación estándar de fibra de alpaca .....	294-297
Efecto de la condición sexual (enteros vs. castrados) y peso al beneficio sobre la calidad instrumental de la carne de corderos de pelo mestizos en el Caribe Húmedo colombiano ....	298
Efecto del silvopastoreo en la composición de ácidos grasos en queso de cabra .....	299
Estudio descriptivo sobre rendimientos productivos de leche en la oveja Lacaune en España ....	300
Evaluación de las características de la canal de corderos de pelo utilizando medidas biométricas .....	301

Influencia del contenido de $\alpha$ s1 - caseína en leche de cabra sobre el rendimiento quesero de queso fresco libre de grasa .....	302
Leite ovino na Argentina: características e situação .....	303
Optimización de salsa de soya, azúcar y fondo oscuro de bovino para la reducción de sodio en jerky de alpaca ( <i>Vicugna pacos</i> ) .....	304

## Reproducción

Aplicación de progesterona intramuscular y eCG para inducir la actividad sexual en cabras anéstricas del subtrópico mexicano .....	305
Avaliação da cinética de desenvolvimento de embriões ovinos produzidos in vitro na presença de alanil- glutamina .....	306 - 308
Características reproductivas de machos ovinos bajo las condiciones ambientales del Caribe húmedo colombiano .....	309
Comparación de la fertilidad directa de un grupo de machos caprinos en condiciones de confinamiento .....	310
Conducta sexual condicionada en carneros .....	311 - 314
Desempeño reproductivo de ovejas Katahdin en pastoreo, suplementadas con tres tipos de concentrados energéticos en un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo .....	315
Determinación de la aptitud reproductiva de Chivos Criollo pre-servicio, según su circunferencia escrotal .....	316 - 318
Determinación de los niveles de progesterona y estradiol plasmáticos en cabras domésticas ( <i>Capra hircus hircus</i> ) ovariectomizadas, tratadas con CIDR S y esponjas intravaginales impregnadas con jalea real de <i>Apis mellifera</i> .....	319 - 322
Dominancia social sobre comportamiento sexual y calidad seminal en machos cabríos jóvenes criados en parejas durante la estación reproductiva .....	323 - 326
Efecto de esponjas vaginales sobre la flora bacteriana vaginal y su impacto en la eficiencia reproductiva en cabras comerciales .....	327 - 330
Efecto de la adición del plasma seminal de toro sobre la viabilidad de espermatozoides de alpaca colectados de los conductos deferentes .....	331 - 333
Efecto de la alimentación de corderos post destete sobre el crecimiento en la etapa de compensación .....	334 - 337
Efecto de la alimentación post-destete sobre el tamaño testicular de corderos en el mediano plazo .....	338 - 341
Efecto de variables climáticas sobre la presentación y distribución anual de partos en un rebaño de ovinos de pelo mestizo en el Caribe seco .....	342
Efecto del estrés nutricional sobre la función lútea post-servicio en cabras inducidas a ovular durante el anestro estacional .....	343
Efecto del método de colecta seminal sobre la calidad espermática de carneros pre- y post-congelación/descongelación .....	344
Efecto del tipo de castración sobre la evolución de peso post-tratamiento en cabritos Criollo .....	345

El comportamiento sexual desplegado por las cabras amamantando es bajo cuando son sincronizadas con un protocolo corto de progestágenos .....	346 - 349
Evaluación de dos diluyentes comerciales para criopreservar semen ovino .....	350 - 352
Evaluación de la edad del reproductor y tamaño testicular sobre la concentración de testosterona y fertilidad en alpacas .....	353
Evaluación de tres diferentes sistemas de lactancia en cabritos en Islas Canarias, España .....	354 - 357
Evaluación del efecto de plasma seminal hetero específico (bovino a ovino) sobre la congelabilidad de semen de carnero .....	358 - 360
Evaluación seminal en carneros de la raza Pelibuey y Blackbelly en una región de clima tropical seco .....	361 - 363
Influencia de factores genéticos y ambientales sobre la fertilidad de borregas inseminadas por laparoscopia en Michoacán, México .....	364
Inseminación artificial intrauterina pos-destete con semen congelado en ovejas de productores del sector social .....	365 - 367
Las cabras sincronizadas con un protocolo corto de progestágenos son poco atractivas sexualmente para el macho .....	368 - 371
Manifestación del estro y porcentaje de gestación de ovejas de pelo tratadas con diferente dosis de eCG para la sincronización del estro .....	372
Resultados de un programa de transferencia de embriones con ovinocultores de Morelos, México .....	373 - 375
Semen congelado a una concentración reducida para la inseminación intrauterina de ovejas domésticas .....	376 - 378
Sincronización de celos en ovejas primíparas con doble dosis de prostaglandinas .....	379 - 381
Sincronización de celos para inseminación artificial en ovejas de pelo utilizando progestágenos + eCG o prostaglandinas .....	382 - 384
Uso de extracto acetónico de nopal ( <i>Opuntia ficus var. copena</i> F1) como aditivo en la congelación de semen ovino .....	385 - 387
Variación estacional del peso corporal, circunferencia escrotal y niveles de testosterona en machos caprinos criollos jóvenes en pastoreo extensivo en La Rioja- Argentina .....	388 - 391

## Sanidad

Aislamiento e identificación fenotípica y genotípica de <i>Moraxella ovis</i> de casos clínicos de queratoconjuntivitis ovina en el Estado de México .....	392 - 394
Aislamiento y caracterización molecular de lentivirus de pequeños rumiantes que circula en una población caprina de México .....	395
Análisis filogenético en aislados de <i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i> de casos clínicos de linfadenitis caseosa en ovinos y caprinos .....	396 - 398
Carcinoma de células escamosas em um ovino - Relato de caso .....	399
Desempenho e grau de infecção parasitária de cordeiros submetidos a alta taxa de lotação em pastejo .....	400 - 401

---

Detección molecular de Lentivirus de pequeños rumiantes en sistemas de producción ovina de México .....	402 - 403
Diagnóstico de adenocarcinoma pulmonar ovino (virus del Jaagsiekte) en un rebaño de México .....	404 - 407
Diagnóstico de ectima contagioso en una unidad de producción de cabras lecheras apoyado por diferentes métodos diagnósticos: reporte de caso .....	408
Diagnóstico serológico de paratuberculosis en caprinos del Estado de Guanajuato, México .....	409 - 412
Distribución espacial de la leptospirosis caprina en el Estado de Guanajuato, México .....	413 - 416
Distribución geográfica del lentivirus de los pequeños rumiantes (LvPR) en caprinos del estado de Guanajuato, México .....	417 - 420
Distribución tisular de la cepa SRLV/B1/GOAT/MX/INIFAP-1/2013 en cabritos infectados experimentalmente .....	421
Ectima contagioso: descripción de caso clínico en majada caprina de Santiago del Estero, Argentina .....	422
Efecto antihelmíntico de la fracción hexánica de <i>Artemisia cina</i> en una infección natural de <i>Haemonchus contortus</i> en caprinos .....	423
Efecto de la suplementación con selenio sobre biomarcadores de estrés oxidativo en plasma de cabras lecheras antes y después del parto .....	424
Efecto de una solución acuosa de taninos condensados ( <i>Squinopsis balanseeae</i> ) contra el establecimiento de la infección de <i>Haemonchus contortus</i> en ovinos infectados artificialmente .....	425
Efecto de una solución acuosa de taninos condensados ( <i>Squinopsis balanseeae</i> ) contra las fases adultas de <i>Haemonchus contortus</i> en ovinos infectados artificialmente .....	426
Efecto de una solución acuosa de taninos condensados sobre la movilidad de L3 de <i>Haemonchus contortus</i> de ovino .....	427
Efecto del destete sobre la concentración de inmunoglobulina G y la excreción de <i>Eimeria macusaniensis</i> en alpacas .....	428 - 429
Efeito do método de lotação sobre a contaminação do pasto por larvas infectantes de tricostrongílidos .....	430 - 432
Effectiveness of the FAMACHA® system as a diagnostic tool in Mexican French Alpine goats under semi-arid conditions .....	433
Eficacia antihelmíntica en campo por FECRT y confirmación de resistencia a bencimidazol por AS-PCR en nematodos de ovinos en Puebla, México .....	434 - 436
Eficacia y costo de cuatro tratamientos para Linfadenitis Caseosa en caprinos lecheros .....	437
Eficiencia del tratamiento contra nematodos gastroentericos en una unidad de producción ovina .....	438 - 440
Elaboración de la poliproteína gag recombinante a partir de LvPR que circula de forma natural en México .....	441
Escore de lã como critério de tratamento seletivo para o controle de parasitos gastrintestinais em cordeiros naturalmente infectados .....	442 - 445



---

Estudo comparativo entre o teste de migração larvária e o teste da contagem de ovos nas fezes para a determinação da resistência aos anti-helmínticos em ovinos .....	446 - 448
Evaluación de cargas parasitarias en un rebaño ovino de pelo en pastoreo semi-extensivo en el caribe seco colombiano .....	449
Evaluación de inmunogenos experimentales contra linfadenitis caseosa a través de electroforesis .....	450
Evaluación de tres protocolos de extracción de ADN para el diagnóstico de linfadenitis caseosa mediante una técnica de reacción en cadena de la polimerasa múltiple (PCRm) en pequeños rumiantes .....	451 - 454
Evaluación del antígeno derivado de proteínas de secreción de <i>Mycobacterium avium</i> para el diagnóstico de paratuberculosis en rumiantes utilizando la prueba de ELISA .....	455 - 457
Evidencia de daño hepático producido por la infección experimental de corderos con <i>Taenia hydatigena</i> .....	458
Identificación molecular de virus con tropismo respiratorio en caprinos, ovinos y bovinos de un sistema de producción intensivo mixto .....	459
Informe de un brote de fiebre catarral maligna asociada con herpesvirus ovino tipo 2 en rumiantes domésticos del altiplano mexicano .....	460 - 465
La integración tradicional de las plantas medicinales con las especies animales de traspatio, en la región de Tecamachalco y Quecholac, Puebla .....	466
Lameness caused by interdigital pouch infection of a Suffolk sheep and its treatment: case report .....	467 - 469
Orquitis asociada a <i>Chlamydia</i> spp. en caprino del estado de Guanajuato, México .....	470
Parámetros hematológicos en corderos Pelibuey en crecimiento .....	471
Parámetros hematológicos en ovejas Pelibuey adultas clínicamente sanas .....	472
Perfil de cepas diarrogénicas de <i>Escherichia coli</i> aisladas de borregos muertos en un rastro del Estado de México .....	473 - 475
Presencia de nemátodos gastroentéricos en ovino Chiapas, manejados bajo un sistema tradicional .....	476 - 479
Prevalencia actual de brucelosis caprina en grupos GGAVATT del Estado de Guanajuato, México .....	480 - 483
Prevalencia de <i>Chlamydia abortus</i> en rebaños caprinos de Guanajuato, México .....	484 - 487
Prevalencia de nematodos gastroentericos por cantidad de huevos por gramo de heces en ovinos .....	488 - 490
Prevalencia de sarna sarcóptica en vicuñas silvestres de la comunidad campesina de San Antonio de Tanta, Lima, Perú .....	491 - 492
Problemas de salud que afectan la producción de rebaños ovinos en comunidades de Chiapas, México .....	493 - 495
Resistência do monepantel e da moxidectina no controle dos nematódeos em ovinos de Guarapuava, PR .....	496 - 498
Seroprevalencia de brucelosis, leptospirosis y clamidiasis en cabras abortadas de Guanajuato, México .....	499 - 501
Sondeo serológico de anticuerpos contra <i>T. gondii</i> en unidades de producción ovina familiar en la región norte del Estado de México, México .....	502 - 504
Utilização do método FAMACHA por estudantes na região metropolitana de Curitiba, Paraná .....	505 - 508

EDITORIAL

## Bienvenidos, congresistas

Estimados amigos y colegas todos, es un placer estar reunidos otra vez y tener la oportunidad del reencuentro, o de encuentros nuevos, de la discusión y enriquecimiento de los diferentes temas que nos apasionan, y aquí nos reúnen, esto es, la producción y el desarrollo de esos grandes animales llamados pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos, que nos han obligado a cruzar fronteras que deberían ser inexistentes y que en realidad los son, para que este grupo de amigos viejos y nuevos, nos encontremos, y disfrutemos e intercambiamos de las experiencias y conocimientos expuestos, lo cual estoy más que seguro nos aportará grandes momentos y reflexiones, y una herramienta más para el desarrollo de nuestra Latinoamérica, en beneficio de ese pequeño productor que depende de la leche, la carne, la piel, el abono y el pelo aportado por estos nobles animales.

En esta ocasión la ALEPRyCS (Asociación Latinoamericana de Pequeños Rumiantes y Camelidos Sudamericanos), ha arropado en su congreso bianual a la IGA (International Goat Association) en la realización de su primer congreso Latinoamericano, y a las asociaciones Mexicanas de especialistas en pequeños rumiantes tales como la AMPCA (Asociación Mexicana de Producción Caprina), la AMTEO (Asociación Mexicana de Especialistas en Ovinos) y la AMMVECA (Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Caprinos), en la realización de su encuentro anual, ha sido un gran placer reafirmar que al presentarse esta idea, todos estuvieron de acuerdo y participaron de una forma muy activa, lo que demuestra que las cabras, ovejas y camelidos así como los que trabajamos con ellos, también somos uno solo, y más si se trata de nuestra Latinoamérica, que hoy no vive su mejor momento. Fue muy grato, que al presentar la idea en la Universidad Autónoma de Querétaro que hoy nos acoge al igual que con los diferentes representantes del gobierno estatal e instituciones participantes, lo tomaran como suyo y dieran todo su apoyo. La respuesta de los investigadores y académicos fue inmediata y en poco tiempo se logró reunir más de 190 ponencias y 19 pláticas magistrales, así como su participación en la elaboración de cursos de capacitación (5) y las inscripciones fueron inmediatas. Por otra parte, la gran participación de la Dra. Cristina Santos Sotomaíor, y todo su equipo, y comité científico y editorial, y a la Universidad Pontificia Católica del Paraná, por la edición de las memorias científicas del congreso y al gran comité Organizador, ganaderos, profesores y estudiantes que hicieron posible la realización.

Les agradecemos ese entusiasmo y gran participación activa a todos y esperamos que disfruten de este gran congreso, que tiene como objetivo apoyar el desarrollo de estas especies y productores en nuestra América.

"Por una producción sustentable y una Latinoamérica unida."

Dr. Héctor Mario Andrade Montemayor  
Presidente del Congreso

## EDITORIAL

**Prezados congressistas,**

É um prazer recebê-los no XI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Ruminantes y Camélidos Sudamericanos - ALEPRyCS. Estamos comemorando, com este evento, 20 anos de fundação da nossa ALEPRyCS, que aconteceu no I Congresso, realizado em Montevideú, em 1999, sob a presidência do Dr. Enrique Rimbaud. Tendo participado como sócia fundadora e também, antes disto, participado da própria concepção da ideia de formar a associação, em 1997, durante evento da AVEPER (Associação de Especialistas em Pequenos Ruminantes), na cidade de Maringá, no estado do Paraná, Brasil, sinto-me bastante à vontade para repetir o que já foi dito por presidentes anteriores: “somos, acima de tudo, um grupo de amigos”.

Ouso dizer, porém, que somos um grupo de amigos extremamente dedicados às temáticas dos pequenos ruminantes e camelídeos, muito competentes em nossas áreas de atuação, sempre dispostos a trocar experiências e pesquisas, e também a discutir particularidades e semelhanças entre os sistemas de produção dos diferentes países, relatar a ocorrência de doenças e discutir novas formas de diagnóstico e tratamento, enfim, amigos que se reúnem em prol do avanço e desenvolvimento dos pequenos ruminantes e camelídeos sul-americanos. E, neste aspecto, a ALEPRyCS tem sempre mantido a tradição de incentivar o maior número possível de apresentações de resumos em seus eventos, com a participação de todos, quer sejam de área mais acadêmica, quer sejam profissionais que trabalham essencialmente a campo, criando um espaço democrático, aberto e livre para discussões, contribuindo para desenvolver o espírito crítico, aprimorar as metodologias de análises e desenvolver cientificamente a nossa área. Neste ano, teremos mais de 190 resumos apresentados, na forma oral ou em pôster, e publicados nesta edição especial da Revista Acadêmica Ciência Animal. Neste sentido, quero deixar aqui meu respeito e agradecimento aos membros do Comitê Científico, que de forma muito comprometida e dedicada realizaram todas as avaliações destes resumos.

Meu sincero agradecimento também ao Dr. Héctor Mario Andrade Montemayor, presidente do XI Congreso, e sua equipe, que não mediram esforços na organização do evento. O Dr. Héctor, atualmente vice-presidente da ALEPRyCS, assumirá a presidência durante o evento. Desejo a ele todo o sucesso nesta nova gestão.

Vale ressaltar, também, que o mais importante é que somos um grupo de amigos totalmente de abraços abertos para novos amigos que tenham os mesmos propósitos que os nossos e que estejam dedicados e comprometidos com os ovinos, caprinos e camelídeos sul-americanos. Sendo assim, sejam todos muito bem-vindos ao nosso congresso, velhos e novos amigos, e vamos celebrar os 20 anos da ALEPRyCS.

Dra. Cristina Santos Sotomaioir  
Presidente do Comitê Científico do XI Congreso de la ALEPRyCS  
Presidentes da ALEPRyCS

PONENCIAS MAGISTRALES

# Biotecnologías reproductivas para el siglo XXI

Julio Ramón-Ugalde\*

Tecnológico Nacional de México (TecNM), Instituto Tecnológico de Conkal (IT Conkal), Conkal, México

## Resumen

La biotecnología reproductiva comprende una serie de técnicas encaminadas a la producción y preservación de los animales domésticos y aquellos en vías de extinción o extintos. El propósito de este trabajo es realizar una breve reseña de cómo evolucionó en el tiempo y sus posibilidades de aplicación y desarrollo en un futuro inmediato.

**Palabras clave:** Biotecnología. Reproducción. Animales domésticos.

## Introducción

El rápido desarrollo tecnológico y la globalización no han sido de todo favorables al desarrollo de las capacidades propias de los países en desarrollo, como es el caso de la mayoría de los países iberoamericanos. Sin embargo, el nivel de desarrollo científico y tecnológico de un país es medido, entre otras cosas, por sus recursos destinados a investigaciones y recursos humanos, siendo cada vez más importante orientar los sistemas de ciencia y tecnología hacia

las necesidades de las poblaciones, facilitando la viabilidad práctica de la innovación tecnológica. Para ello, las producciones científicas y tecnológicas de la región deben estar encaminadas a la percepción de los problemas de las sociedades a las que pertenecen, conformando leyes donde el desarrollo científico y tecnológico se manifieste como un factor de apoyo imprescindible para fortalecer la economía y el desarrollo, siendo esta la tendencia general en este campo.

En el desarrollo de biotécnicas tanto de conservación como de preservación de las especies, tanto animales como vegetales, la biotecnología contribuye al empleo sostenible de la diversidad biológica y su preservación, aunado a un interés económico, principalmente a nivel de los animales domésticos con la finalidad de aumentar la productividad de los mismos, ante la creciente demanda de productos de origen animal. En este sentido, todos los procesos productivos incorporan elementos de calidad en términos de eficiencia reproductiva, haciéndolos más competitivos frente a otras alternativas de producción. Por tanto, de todas las biotécnicas reproductivas desarrolladas hasta el momento, en este apartado se abordaran tan solo algunas y su contribución histórica, siendo todas ellas aplicables a los ovinos.



## Desarrollo temático

La biotecnología de la reproducción es un conjunto de técnicas que van desde la inseminación artificial hasta la clonación, todas ellas encaminadas a aumentar la eficiencia reproductiva de los animales. En sí mismas, son herramientas útiles para aplicar otras técnicas más modernas como la transgénesis. La producción de embriones *in vivo* dio paso a la producción de embriones *in vitro*, y en su aplicación se incluyeron como herramientas la inseminación artificial y la transferencia de embriones.

Actualmente se observa una disminución de la variabilidad genética de las especies domésticas debido al ritmo de explotación al que han sido sometidas, así mismo, razas en peligro de extinción e incluso ya extinguidas están siendo ahora contempladas dentro de los programas de reproducción asistida, a fin de intentar y lograr su resurrección como lo es el caso del “Bucardo”, en España (Folch et al., 2009), o el “lobo de Tasmania”, en Nueva Zelanda (Miller et al., 2009). En los animales domésticos, varias de estas técnicas están siendo aplicadas de manera sistemática logrando resultados aceptables. En los programas de mejoramiento genético, el control de genes productivos y su difusión mediante estas técnicas ha permitido incrementar la producción y la calidad de los productos, sin embargo, estos incrementos van aunados a un decremento de la vida útil, por ello, en la utilización de estas técnicas modernas de reproducción asistida existen componentes a considerar desde el punto de vista económico y ético.

Las biotecnologías reproductivas según Palma (2001) se distinguen de las técnicas génicas porque no alteran el genoma del animal. Las técnicas génicas o transgénicas se ocupan de los genes en particular. De este modo, a manera de resumen histórico, se podría decir que la biotecnología de la reproducción desde su origen tiene cinco generaciones (Thibier, 1990): primera (1908) - inseminación artificial; segunda (1970) - control hormonal, transferencia de embriones, congelación y división; tercera (1980) - sexado de embriones y espermatozoides, producción *in vitro* de embriones; cuarta (1990) - clonación con células somáticas; quinta (2000) - transgénesis.

En la primera generación, la principal motivación en el desarrollo de la inseminación artificial no radicó en la posibilidad de aumentar la productividad, sino en el control sanitario que se podía lograr a través de ella, si bien es cierto que existía el riesgo que de no tomarse las precauciones necesarias, esta sería una herramienta de difusión de enfermedades, ya sea de origen infeccioso o hereditario. No obstante, por año son actualmente inseminadas aproximadamente 80 millones de hembras.

Durante la segunda generación, el control de la reproducción a través del control hormonal permitió por un lado acortar el anoestro posparto y por otro, el reinicio de la actividad reproductiva. El conocimiento del rol endocrino de las hormonas ayudó a desarrollar programas de estimulo superovulatorio y transferencia embrionaria, haciendo mucho más efectivo el uso de la inseminación artificial, concentrando los nacimientos y haciendo lotes más homogéneos. Estas biotecnologías alcanzaron su máximo desarrollo a comienzos de 1980 con una generación anual de 739,502 embriones de los cuales 227,742 corresponden a Europa (AETE, 2000). A partir de este año, la tercera generación de biotécnicas de la reproducción enfoca su desarrollo en el sexado de embriones y espermatozoides y la producción de embriones *in vitro*, prácticamente motivados por aspectos económicos, pues la producción de embriones *in vivo* resulta con costos más altos que cuando se producen embriones *in vitro*, donde el material prácticamente es recolectado directamente de animales en matadero. Paralelo a estas técnicas se desarrollaron programas de conservación de gametos, lo que permitió una rápida difusión de este material debido a la facilidad de transporte aunado a su bajo precio respecto al de animales *in vivo*. Así mismo, se incorporaron técnicas de duplicación embrionaria a fin de aumentar la rentabilidad de un tratamiento de estimulo superovulatorio. Sin embargo, no es hasta ahora que comienza a tener una aplicación más sistemática.

Para la cuarta generación, las técnicas antes desarrolladas sirvieron como herramientas para la clonación, que es una biotecnología que permite la producción asexual de un individuo idéntico al material nuclear con que se generó (Palma, 2001).

El nacimiento del primer clon mamífero, originado de una célula adulta diferenciada (Wilmut, 1997), marco el punto de partida hacia un futuro donde la clonación está siendo usada para la producción de animales transgénicos. Sin embargo, éticamente está siendo cuestionada por las implicaciones morales que puede tener en la medicina humana.

Finalmente, el mundo actual utiliza todas estas herramientas en lo que llamamos biotecnologías reproductivas de quinta generación. Aquí la transgénesis y el gene farming o producción industrial de proteínas con individuos vivos, se basan en la transferencia de ADN en una célula receptora y la posterior integración y construcción de ese ADN en el genoma del organismo, de tal modo que si la construcción génica se integra en el genoma del animal y expresa su función, se denomina a este “transgénico”, y a la proteína codificada por el animal transgénico, se la denomina “producto transgénico” (Palma, 2001).

Actualmente, estos son algunos ejemplos de cómo distintos países utilizan la biotécnica de ovulación múltiple y transferencia de embriones en ovinos, a fin de lograr objetivos específicos:

- Disminución de la cantidad de grasa de la canal (UK);
- Aumento de la proteína en la leche (Francia);
- Aumento de la prolificidad (España);
- Aumento de la fecundidad (Sudáfrica);
- Disminución del diámetro de la fibra de la lana (NZ);
- Exportación de genética selecta (Australia y NZ);
- Multiplicación de animales de alto valor (México).

## Conclusión

El avance cualitativo y cuantitativo de las biotécnicas reproductivas desde 1908 ponen de manifiesto la voluntad del hombre por desarrollar técnicas que permitan garantizar el manejo de genes a favor de la producción y la sanidad de los animales domésticos y aquellos en vías de extinción, todo con el único fin de ampliar la gama de conocimientos comerciales en un mundo

globalizado tendiente a mejorar la calidad de vida de los seres que residimos en este sitio común al que llamamos “Tierra”.

## Referencias

- AAETE. Proceedings of the Scientific Meetings of the European Association of Embryo Transfer. 2000. 145 p.
- Folch J, Cocero MJ, Chesné P, Alabart JL, Domínguez V, Cognié Y, et al. First birth of an animal from an extinct subspecies (*Capra pyrenaica pyrenaica*) by cloning. *Theriogenology*. 2009;71(6):1026-34.
- Miller W, Drautz DI, Janecka JE, Lesk AM, Ratan A, Tomsho LP, et al. The mitochondrial genome sequence of the Tasmanian tiger (*Thylacinus cynocephalus*). *Genome Res*. 2009;19(2):213-20.
- Palma GA. Biotecnología de la reproducción. Buenos Aires: INTA; 2001. p. 1-19.
- Thibier M. New technologies in cattle reproduction. 7th Congress of the Federation of Asian Veterinary Association (FAVA); 4 - 7 nov 1990; Pattaya, Thailand. Bangkok : TVMA; 1990. P. 512-24.
- Wilmut I, Schnieke AE, McWhir J, Kind AJ, Campbell KH. Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells. *Nature*. 1997;385(6619):810-3.

PONENCIAS MAGISTRALES

# Blackbelly, una raza ovina resistente a parásitos, opción para los sistemas tropicales subhúmedos

Jorge Alfredo Cuéllar Ordaz\*

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

## Resumen

La raza de ovinos Blackbelly, originaria de África y muy difundida en Latinoamérica, especialmente en aquellos lugares con clima subhúmedo y donde los animales son criados en sistemas de pastoreo, ha demostrado a través de observaciones empíricas y experimentales ser resistente a la infección por *Haemonchus contortus*, el nematodo gastroentérico más difundido y virulento de los ovinos, causante de grandes pérdidas económicas en la ovinocultura mundial. En el presente escrito, se resumen algunas experiencias desarrolladas en México, donde, en forma experimental, se evidencia esa característica de la raza Blackbelly.

**Palabras clave:** *Haemonchus contortus*. Ovinos Blackbelly. Trópico subhúmedo.

## Introducción

Es conocido que los animales nativos o criollos muestran una mayor resistencia a las infecciones parasitarias que los animales de raza pura, este fenómeno puede explicarse como un proceso de

selección natural en los animales criollos que dan origen a una progenie con las mismas características. Si se toma en cuenta que muchas veces los animales de raza pura son criados en estabulación total, en las que difícilmente se expondrían a los parásitos, sin embargo, al entrar en contacto con ellos, muestran una gran susceptibilidad (Cuéllar, 1992).

Está demostrado que algunas razas de ovinos son más resistentes que otras a las infecciones por nematodos gastroentéricos (NGE), entre ellas está la Blackbelly (Yaswinski et al., 1980).

El término resistencia a nematodos se ha definido como la habilidad de un hospedador para iniciar y mantener una respuesta que evite o reduzca el establecimiento de los parásitos o bien, elimine la carga parasitaria. Los animales resistentes no son completamente refractarios a la enfermedad, sólo albergan menos parásitos que los animales susceptibles, por lo tanto, eliminan menos huevos en heces (Albers et al., 1987).

Existen diferentes formas de evaluar la resistencia genética a nematodos gastroentéricos, la más común, es medir la reducción en la eliminación de huevos en las heces, con todas las limitaciones que eso implica, pues la cantidad de huevos eliminados no necesariamente está relacionada con la carga parasitaria en el animal.

No obstante, esta prueba se ha empleado para la selección de animales en Australia y Nueva Zelanda. La más confiable, es conocer la cantidad de parásitos (larvas y adultos) presentes en el tracto gastrointestinal de los animales evaluados (Balic et al., 2000).

La resistencia a los nematodos adultos se puede manifestar de tres formas: La primera es la eliminación de la población de nematodos adultos, la segunda son cambios en la morfología de los nematodos adultos y la tercera se observa como una disminución en la fecundidad de las hembras parásitas (Balic et al., 2000).

En cuanto a la eliminación de la población de adultos se han estudiado diferentes situaciones. Una de ellas es la expulsión de nematodos en primoinfecciones, la cual ha demostrado que depende de la dosis de larvas infectantes. En cambio, la expulsión de nematodos adultos es en gran parte función de inmunidad adquirida como consecuencia de infecciones repetidas y es una manifestación común de desarrollo de inmunidad en infecciones por NGE, sin embargo, ha tomado importancia el determinar si la eliminación de adultos es consecuencia del desarrollo de inmunidad específica contra estados larvarios o específica contra los adultos (Balic et al., 2000).

### **Los ovinos Blackbelly son resistentes a *Haemonchus contortus***

La raza Blackbelly, también conocida como panza negra o barbados, es originaria de África, pero tiene más de 300 años en las islas de Barbados, de ahí se ha distribuido a las islas del Caribe, Centro América, Venezuela, Estados Unidos y México (De Lucas y Arbiza, 1996). En general es un animal con buena rusticidad, no estacional, con excelente habilidad materna y buena producción lechera. En México se ha difundido en todos los climas, desde el trópico hasta las áreas templadas. Si cuentan con una adecuada alimentación, esas cualidades permiten a las ovejas criar dos o tres corderos con facilidad, su carne es magra, se considera resistente a parásitos y otras enfermedades.

A continuación, se exponen algunas experiencias para evidenciar la resistencia de los ovinos

Blackbelly a la infección por *Haemonchus contortus*. El esquema general del diseño experimental fue similar en todos los trabajos cuyos resultados se exponen, sólo fueron diferentes las variables estudiadas. Se utilizaron 30 corderos libres de nematodos entre seis y ocho meses de edad, con 38 kg de peso corporal en promedio, 15 Blackbelly (BB) y 15 y Columbia (C), para cada raza se formó un grupo testigo (cinco corderos) y un grupo experimental (10 corderos), que se mantuvieron en estabulación total. Los animales del grupo experimental fueron inoculados semanalmente con 1000 larvas 3 infectantes de *H. contortus* durante seis semanas.

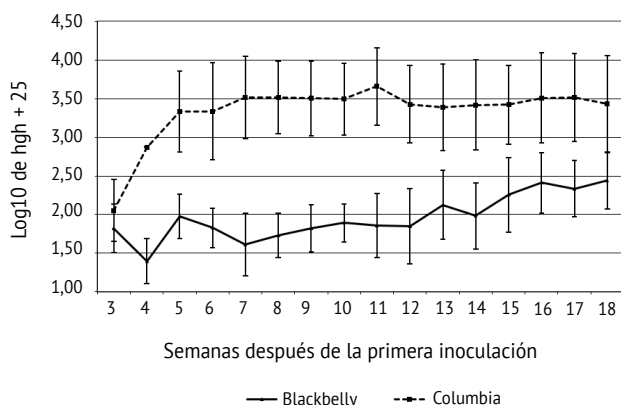
### **Eliminación de huevos y carga parasitaria por *H. contortus* después de una infección experimental**

Cuenca et al. (2006) estudiaron el efecto de la raza sobre la eliminación de huevos en heces, cantidad de parásitos adultos, el tamaño y prolificidad de los parásitos adultos en una infección experimental con *H. contortus*, en ovinos de las razas Se realizó muestreo de heces en forma semanal a partir de la segunda semana posinoculación (PI) para monitorear la dinámica de eliminación de huevos mediante la técnica modificada de Mc Master durante las siguientes 18 semanas PI. Un día antes del sacrificio, se colocaron bolsas colectoras para recuperar el total de materia fecal de 24 horas y se determinó el hgh para conocer el total de huevos eliminados por día. La mitad de los corderos fueron sacrificados en la semana 14 y los restantes en la semana 18. Para conocer el total de los parásitos adultos se separó el abomaso del cual se recuperó el contenido y se cuantificó el total de parásitos presentes. Los parásitos adultos fueron separados por sexo. Se tomaron 25 hembras y 25 machos de cada cordero y se midieron para conocer el tamaño promedio. Para determinar la prolificidad de las hembras, la cantidad de huevos eliminados diariamente se dividió entre el total de hembras encontradas y así conocer la cantidad de huevos por hembra por día. Los datos obtenidos se analizaron mediante la prueba estadística de varianza.

Se encontró una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) en los resultados referentes



a la eliminación de huevos (Figura 1) y a la cantidad de fases adultas (Tabla 1) entre las dos razas, existiendo menor eliminación de hgh y pocos adultos de *H. contortus* en los animales BB en comparación a los C.



**Figura 1** - Eliminación de huevos de *Haemonchus contortus* en ovinos Blackbelly y Columbia (promedio + desviación estándar).

**Tabla 1** - Cantidad de adultos de *Haemonchus contortus* en ovinos Blackbelly y Columbia con infección artificial

	Total		Hembras		Machos	
	n <sup>1</sup>	n <sup>1</sup>	%	n <sup>1</sup>	%	h:m <sup>2</sup>
<b>Columbia</b>	2,369 <sup>a</sup>	1,252 <sup>a</sup>	52,8	1,117 <sup>a</sup>	47,1	1,12 <sup>a</sup>
<b>Blackbelly</b>	58,000 <sup>b</sup>	36,000 <sup>b</sup>	62,3	22,000 <sup>b</sup>	37,6	1,66 <sup>a</sup>

Nota: Letras diferentes en la misma columna para cada raza expresan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ). <sup>1</sup> Media de la cantidad de adultos a las 20 semanas PI. <sup>2</sup> Número de hembras (h) por cada macho (m) de *H. contortus* encontrado.

Para las variables tamaño de parásitos adultos y prolificidad de hembras no se encontraron diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ) entre las dos razas evaluadas. Asimismo, no se detectó un efecto racial sobre el tamaño de parásitos adultos y prolificidad de las hembras.

Se puede afirmar que existió un efecto racial entre los ovinos BB y C en lo referente a la eliminación de huevos y cantidad de parásitos adultos establecidos, concluyendo que, bajo las condiciones del presente trabajo, los animales de la raza BB son más resistentes a la infección artificial por *H. contortus*.

## Cambio de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia después de una infección experimental por *H. contortus*

Con el propósito de conocer las diferencias entre los ovinos de las razas C y BB infectados en forma artificial con *H. contortus* en lo relacionado cambios en la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, Cuéllar et al. (2003) evaluaron corderos con y sin la infección por *H. contortus* registrando semanalmente el peso corporal hasta los 98 días posinoculación, también se calculó el consumo de alimento, para ello se ofreció a diario una cantidad establecida de alimento a cada corraleta y cada día por la mañana antes de dárseles de comer se recogió el alimento rechazado conteniéndose en bolsas de polietileno identificadas con el número de corral, posteriormente se pesó ese alimento rechazado, para saber cuál fue el consumo voluntario en cada corraleta. Para medir la conversión alimenticia se conoció el consumo neto semanal y se dividió entre la ganancia neta semanal, el resultado fue expresado en gramos. Los datos de las variables fueron procesados por análisis de varianza empleando el modelo GLM del programa estadístico SAS. La ganancia total de peso (GT) en los ovinos C fue 31,4 y 39,1 kg para el grupo inoculado y testigo, respectivamente ( $p < 0,05$ ), la ganancia diaria de peso (GDP) fue de 321 y 399 g para los infectados y testigo ( $p < 0,05$ ). En los BB, la GT fue de 18,4 y 19,6 kg para los parasitados y sin *H. contortus*, respectivamente ( $p > 0,05$ ) y la GDP de 188 y 200 g para esos dos grupos ( $p > 0,05$ ) (Tabla 2).

**Tabla 2** - Ganancia total y diaria de peso en ovinos Columbia y Blackbelly infectados experimentalmente con *Haemonchus contortus*

		GT (kg)	GDP (g)
<b>Columbia</b>	Infectado	31,4 + 7,0 <sup>b</sup>	321 + 70 <sup>b</sup>
	Testigo	39,1 + 3,8 <sup>a</sup>	399 + 40 <sup>a</sup>
<b>Blackbelly</b>	Infectado	18,4 + 3,9 <sup>a</sup>	188 + 40 <sup>a</sup>
	Testigo	19,6 + 3,9 <sup>a</sup>	200 + 40 <sup>a</sup>

Nota: GT = ganancia total de peso; GDP = ganancia diaria de peso. Letras diferentes en la misma columna para cada raza expresan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

En lo referente al consumo de alimento promedio diario en los ovinos C, fue superior ( $p < 0,05$ ) en los animales libres de parásitos en relación a los infectados experimentalmente con *H. contortus*, fue entre 400 y 610 g mayor en los animales del grupo testigo en relación al infectado, representado entre un 13,7 y 19.1% de diferencia y en los animales BB no se presentaron diferencias ( $p > 0,05$ ) entre los infectados y libres de *H. contortus*. En esta raza el consumo osciló entre los 100 y 180 g a favor de los no inoculados lo que correspondió a una diferencia entre el 4,6 y 8,8% (Tabla 3).

La conversión alimenticia en ambas razas en los animales infectados con *H. contortus* fue superior a los del grupo testigo en los dos periodos evaluados (Tabla 4). Dicha diferencia fue de 200 g para C y BB en el primer periodo (0 - 30 días) a favor de los animales no infectados. Para el segundo periodo (30

- 60 días), existió una diferencia de 1,4 kg (22,6%) y 1,0 kg (9,6%) para C y BB respectivamente, siendo la conversión alimenticia superior en los ovinos parasitados con *H. contortus*. Para el caso del segundo periodo de los animales C, existieron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ), siendo mayor en los C infectados con *H. contortus*.

Resultó evidente que los ovinos BB padecieron menos los efectos de la infección experimental por *H. contortus* al no existir diferencias en cuanto a peso final, consumo de alimento y conversión alimenticia. Se concluye que existieron diferencias marcadas entre los ovinos C y BB infectados experimentalmente con *H. contortus*, los de la raza BB tuvieron un menor efecto de la parasitosis manifestándose esto por una ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia similares entre los animales infectados y libres de parásitos.

**Tabla 3** - Consumo promedio diario (kg) de alimento en ovinos Columbia y Blackbelly infectados experimentalmente con *Haemonchus contortus*

		Periodos posteriores a la primera inoculación		
		0 - 30	31 - 60	61 - 90
<b>Columbia</b>	Infectado	2,52 + 0,11 <sup>b</sup>	2,57 + 0,07 <sup>b</sup>	2,58 + 0,05 <sup>b</sup>
	Testigo	2,92 + 0,29 <sup>a</sup>	3,10 + 0,14 <sup>a</sup>	3,19 + 0,11 <sup>a</sup>
<b>Blackbelly</b>	Infectado	1,87 + 0,33 <sup>a</sup>	2,08 + 0,10 <sup>a</sup>	2,06 + 0,10 <sup>a</sup>
	Testigo	2,05 + 0,24 <sup>a</sup>	2,18 + 0,06 <sup>a</sup>	2,16 + 0,07 <sup>a</sup>

Nota: Letras diferentes en la misma columna para cada raza expresan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 4** - Conversión alimenticia (kg) en ovinos Columbia y Blackbelly infectados experimentalmente con *Haemonchus contortus*

		Periodos posteriores a la primera inoculación	
		0 - 30	31 - 60
<b>Columbia</b>	Infectado	4,9 + 0,7 <sup>a</sup>	6,2 + 2,2 <sup>a</sup>
	Testigo	4,7 + 1,6 <sup>a</sup>	4,8 + 1,8 <sup>b</sup>
<b>Blackbelly</b>	Infectado	6,1 + 1,9 <sup>a</sup>	10,4 + 6,1 <sup>a</sup>
	Testigo	5,9 + 1,8 <sup>a</sup>	9,4 + 3,0 <sup>a</sup>

Nota: Letras diferentes en la misma columna para cada raza y periodo, expresan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

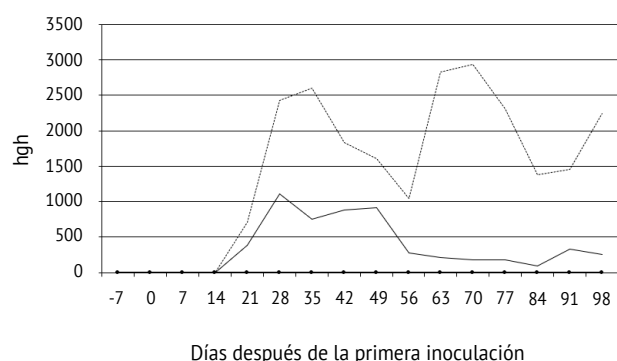
### Efecto de la infección experimental por *H. contortus* sobre los índices del sistema FAMACHA y el volumen del paquete celular sanguíneo

Por otro lado, Pérez et al. (2009) evaluaron el sistema FAMACHA en ovinos de las razas C y BB con una infección artificial con *H. contortus* y se estudiaron la eliminación de huevos por gramo de heces (hgh), el volumen del paquete celular (VPC), el índice FAMACHA y las correlaciones entre esas variables. Se realizaron muestreos de heces en forma

semanal a partir de la segunda semana después de la primera inoculación (dpi) para monitorear la dinámica de eliminación de huevos durante las siguientes 14 semanas dpi. También se colectaron muestras de sangre y se comparó la coloración de mucosa ocular empleando el sistema FAMACHA en ambos grupos. A las muestras de materia fecal se les realizaron pruebas coproparasitológicas mediante la técnica modificada de Mc Master para determinar la cantidad de huevos por gramo de heces (hgh). La determinación del porcentaje del volumen del paquete celular (VPC) se efectuó por la técnica de

microhematocrito. Para el análisis de los datos del número de huevos las cifras fueron transformadas a logaritmo 10 para estabilizar su varianza. Los datos de las variables fueron procesados por análisis de varianza.

El periodo de prepatencia promedio fue de 21 días para los ovinos de ambas razas. El promedio total de eliminación fue de 1502 huevos por gramo de heces (hgh) para los ovinos C y de 501,7 hgh para los BB ( $p < 0,05$ ). En todos los muestreos existió una mayor ( $p < 0,05$ ) eliminación de hgh en los C-I, siendo la diferencia más marcada durante los días 63, 70, 77 y 98 posinoculación con más de 2000 hgh (Figura 2).



**Figura 2** - Eliminación de huevos de *Haemonchus contortus* en ovinos Columbia y Blackbelly infectados experimentalmente.

Estadísticamente fue posible ubicar dos subgrupos diferentes ( $p < 0,05$ ) en los animales BB, uno con una mínima eliminación de huevos que fue considerado como resistente BB-r y otro con una elevada eliminación de huevos que fue el subgrupo susceptible BB-s, por su parte todos los animales C fueron susceptibles (Tabla 5). Existieron similitudes estadísticas ( $p > 0,05$ ) entre los animales C y BB-s.

El porcentaje del VPC tuvo un comportamiento distinto en los animales de las dos razas evaluadas (Figura 3). Los C infectados tuvieron un descenso marcado en comparación a los no infectados, esa diferencia fue del 9% entre los 35 y 98 días. Los ovinos BB, tanto los no infectados como los parasitados (BB-r y BB-s), tuvieron un comportamiento bastante similar a través de todo

el periodo de evaluación. Cuando se compararon los animales infectados de ambas razas se encontraron importantes diferencias entre ellos ( $p < 0,05$ ), disminuyendo notablemente los valores del VPC en los corderos C, particularmente del día 49 al 98 dpi. No obstante que ocurrió esa diferencia en los valores del VPC en los animales C infectados y libres de parásitos, siempre se mantuvieron por encima del valor promedio normal, por lo tanto, los ovinos C con *H. contortus* padecieron más severamente la parasitosis en contraposición a los corderos BB, tanto resistentes (BB-I-r) como susceptibles (BB-I-s), lo que denota una mayor susceptibilidad al nematodo.

La coloración de la mucosa conjuntival como un elemento sugestivo de anemia, basándose en la escala del sistema FAMACHA, en los animales parasitados de la raza C se observó una disminución de la coloración de la mucosa conjuntival (incremento en el índice FAMACHA), siendo menos notorio eso en los corderos infectados de la raza BB (Figura 4). No se encontraron animales que tuvieran índices superiores a 3, posiblemente debido al buen estado nutricional en que se mantuvieron. Es conocido que una nutrición adecuada, particularmente en lo referente a la proteína y energía, favorecen una menor expresión de los signos clínicos de hemocosis.

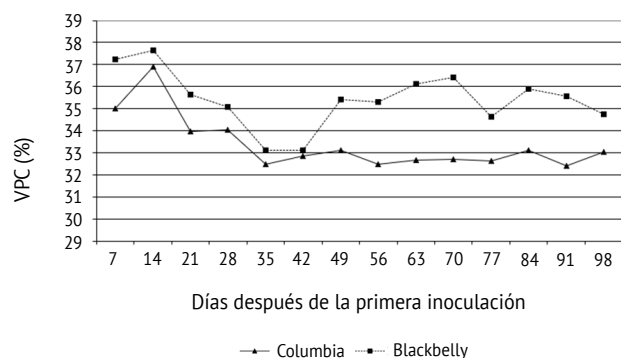
Para cada una de las razas evaluadas ocurrieron situaciones diferentes, para los ovinos C infectados, que sí estuvieron fuertemente parasitados y su efecto (medido por los valores del VPC e índice FAMACHA) fue notorio, estaban en un estado de resiliencia (capacidad del hospedador de soportar una carga parasitaria sin afectar sus niveles de producción), por su parte, los corderos BB con *H. contortus*, a pesar de que recibieron igual cantidad de parásitos, eliminaron menos huevos y sus parámetros sanguíneos y coloración de la mucosa conjuntival fueron similares a los animales no parasitados, son considerados resistentes a la infección parasitaria por *H. contortus*.

Los coeficientes de correlación entre los parámetros de interés se exponen en la Tabla 6 (eliminación de huevos, PVC e índice FAMACHA). Fueron muy variables y sólo algunos fueron significativos.

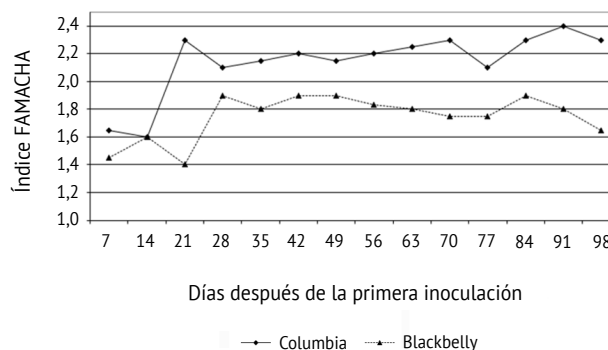
**Tabla 5** - Subgrupos susceptible o resistente de ovinos Columbia y Blackbelly infectados experimentalmente con *Haemonchus contortus*

Columbia				Blackbelly			
Identificación del animal	Log. (hgh) <sup>1</sup>	Diferencia estadística <sup>2</sup>	Resultado	Identificación del animal	Log. (hgh)	Diferencia estadística	Resultado
620	3,17	A	Susceptible	8835	2,76	a	Susceptible
621	3,04	A	Susceptible	11084	2,62	a	Susceptible
623	3,06	A	Susceptible	11197	2,85	a	Susceptible
624	3,25	A	Susceptible	11250	2,61	a	Susceptible
626	3,26	A	Susceptible	11051	1,88	b	Resistente
627	2,93	A	Susceptible	11055	2,19	b	Resistente
629	3,48	A	Susceptible	11057	1,72	b	Resistente
630	3,08	A	Susceptible	11078	1,55	b	Resistente
631	2,98	A	Susceptible	11126	1,52	b	Resistente
634	3,23	A	Susceptible	11154	2,03	b	Resistente

Nota: <sup>1</sup> Logaritmo del número de huevos por gramo de heces (hgh). <sup>2</sup> Letras diferentes en la misma columna expresan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

**Figura 3** - Volumen del paquete celular en ovinos Columbia y Blackbelly infectados con *Haemonchus contortus*.

En conclusión, existieron diferencias marcadas en la eliminación de huevos de *H. contortus* en ovinos C y BB, estos últimos tuvieron una menor eliminación de huevos, sin embargo, estadísticamente se encontraron dos subgrupos, uno con menor eliminación de huevos (BB-r) y otro con cifras similares a los C infectados (BB-s). El VPC y los índices del sistema FAMACHA tuvieron un comportamiento muy distinto en los animales de las dos razas evaluadas, siendo

**Figura 4** - Índice FAMACHA en ovinos Columbia y Blackbelly infectados con *Haemonchus contortus*.

los ovinos C infectados con *H. contortus* los que padecieron más severamente la parasitosis en contraposición a los corderos BB, tanto resistentes (BB-r) como susceptibles (BB-s), lo que sugiere una mayor susceptibilidad al nematodo. Finalmente, las correlaciones entre los parámetros evaluados en el presente trabajo no fueron significativas, posiblemente como consecuencia del buen estado nutricional en que se encontraban todos los animales.

**Tabla 6** - Correlaciones entre la eliminación de huevos, índice FAMACHA y el porcentaje del volumen celular en ovinos Columbia y Blackbelly infectados experimentalmente con *Haemonchus contortus*

Semanas después de la primera infección	Grupo	hgh:FAMACHA	hgh:PVC	FAMACHA:PVC
3 <sup>a</sup>	C-I	0,06	-0,47	-0,39
	C-T			-0,94*
	BB-I	-0,44	0,32	-0,59
	BB-T			0,42
4 <sup>a</sup>	C-I	0,65*	-0,51	-0,49
	C-T			-0,89
	BB-I	-0,70*	-0,65*	-0,65*
	BB-T			-0,55
5 <sup>a</sup>	C-I	0,16	-0,28	-0,39
	C-T			-0,94*
	BB-I	-0,24	0,36	-0,59
	BB-T			0,42
6 <sup>a</sup>	C-I	-0,45	-0,005	-0,59
	C-T			-0,65
	BB-I	0,36	0,07	-0,57
	BB-T	0,36	0,07	0,03
7 <sup>a</sup>	C-I	0,19	-0,22	-0,53
	C-T			-0,39
	BB-I	-0,13	0,07	-0,62*
	BB-T			-0,57
8 <sup>a</sup>	C-I	0,16	-0,50	-0,39
	C-T			-0,82
	BB-I	0,05	-0,11	-0,04
	BB-T			0,64
9 <sup>a</sup>	C-I	0,28	-0,06	-0,36
	C-T			0,87*
	BB-I	-0,18	0,28	-0,56
	BB-T			-0,11
10 <sup>a</sup>	C-I	-0,23	0,14	-0,41
	C-T			0,73
	BB-I	-0,16	0,45	-0,43
	BB-T			0,40
11 <sup>a</sup>	C-I	-0,06	0,01	-0,07
	C-T			0
	BB-I	-0,50	0,30	0,06
	BB-T			0,21
12 <sup>a</sup>	C-I	-0,21	-0,12	-0,37
	C-T			0,21
	BB-I	0,26	-0,27	-0,73*
	BB-T			-0,90*

(Continuação)

Semanas después de la primera infección	Grupo	hgh:FAMACHA	hgh:PVC	FAMACHA:PVC
13 <sup>a</sup>	C-I	-0,19	0,25	-0,63*
	C-T			-0,19
	BB-I	-0,003	-0,15	-0,88**
	BB-T			-0,65
14 <sup>a</sup>	C-I	-0,29	-0,27	-0,23
	C-T			0,52
	BB-I	0,68*	-0,35	-0,74*
	BB-T			-0,77

Nota: \* Diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) \*\* Diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,01$ ). En las otras cifras no existieron diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ). En la columna de grupo, I = infectado con *H. contortus* y T = testigo, sin infección.

### Efecto del estado nutricional de ovinos Blackbelly sobre la infección experimental por *H. contortus*

Con la finalidad de evaluar el efecto del estado nutricional sobre la expresión de resistencia a *H. contortus* en ovinos BB con infección experimental, Alcántara et al. (2011) utilizaron dos grupos de 20 corderos, uno de ellos recibió una dieta que cubría el 100% de sus requerimientos nutricionales, de acuerdo al National Research Council (NRC) el otro fue alimentado sólo con el 50% de sus requerimientos. Seis semanas después, 15 animales de cada grupo fueron inoculados con 5000 larvas de *H. contortus* (1000 L3 durante cinco semanas). Los animales fueron monitoreados para conocer el cambio del peso corporal, la eliminación de huevos y el periodo de prepatencia. A las nueve semanas todos los animales fueron sacrificados para determinar la carga parasitaria a través del conteo de fases adultas de *H. contortus*, el porcentaje de implantación y la prolificidad de las hembras del nematodo. Para conocer las diferencias entre las medias de las variables estudiadas se utilizó análisis de varianza.

Hubo una diferencia del 16% en la ganancia diaria y total de peso entre los corderos que recibieron una dieta que cumplía los requerimientos nutricionales y los restringidos al 50% (Figura 5). Estos últimos mostraron una marcada disminución de peso, que los llevó a un evidente cuadro de subnutrición. El periodo de prepatencia más corto fue de 15 días

posteriores a la primera inoculación (dppi) con *H. contortus*, a los 25 días dppi, prácticamente todos los animales ya habían eliminado huevos en las heces. A los 15 dppi los animales que recibieron ambas dietas (100% y 50%) mostraron muy bajas eliminaciones de huevos (13,3 y 14,3 hgh, respectivamente), los ovinos con la dieta completa mantuvieron una baja eliminación ( $< 100$  hgh), con un pico a los 28 dppi (133,3 hgh). Los que tenían una restricción alimenticia, mostraron un incremento en la excreción de huevos llegando a los 200 hgh a los 28 dppi, y 1,000 hgh en el muestreo correspondiente a los 56 dppi (Figura 6).

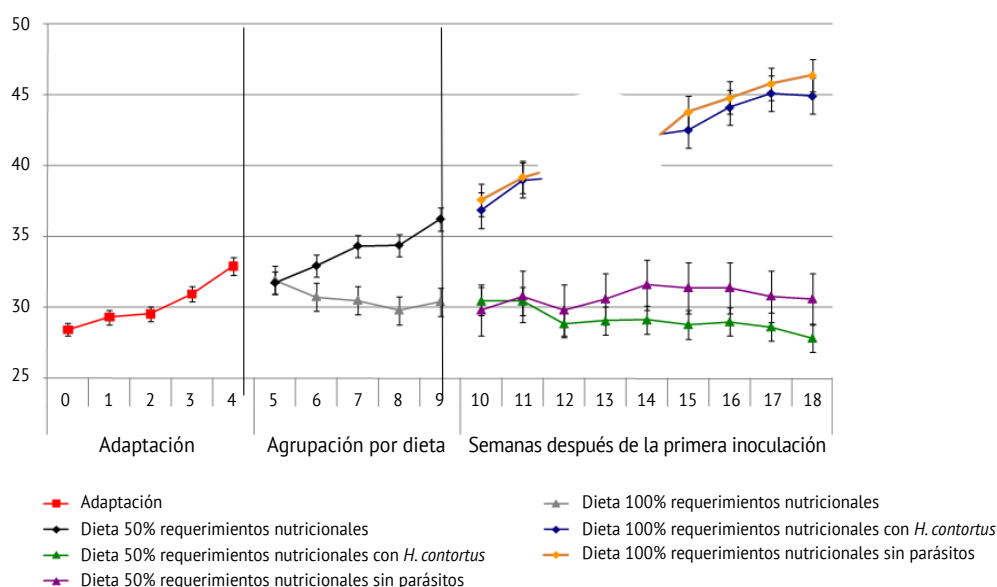
Después del sacrificio el grupo que accedió al 50% de sus requerimientos nutricionales tuvo un promedio de 163,4 fases adultas (FA) de *H. contortus*, mientras que el grupo que recibió el 100% de esas necesidades, sólo se recuperaron 32,5 FA por animal (Tabla 7).

El porcentaje de implantación de FA de *H. contortus* (número de FA encontradas en relación al número de larvas infectantes inoculadas) fue de 0,7 y 3,3 en los ovinos que recibieron el 100 ó 50% de sus necesidades nutricionales. Se logaron identificar dos subgrupos (resistente y susceptible a *H. contortus*) en los animales que tuvieron acceso a las dos dietas (Tabla 8). Los animales clasificados como resistentes de ambos grupos (12 para el del 100% de sus requerimientos y cinco para los del 50%) tuvieron un promedio bajo en la eliminación de huevos (33,3 y 96,6 hgh), una reducida cantidad promedio de FA (11,3 y 16,8) y un porcentaje de

implantación inferior al 1% (0,2 y 0,3%). El grupo susceptible que tuvo los parámetros más elevados fue el de los corderos que accedieron al 50% de sus requerimientos nutricionales.

La prolificidad de hembras de *H. contortus* se observó una gran diferencia entre los grupos que recibieron el 50% o 100% de los requerimientos, con una prolificidad de 5698 y 1,865 huevos por hembra al día, respectivamente.

Se concluye que la desnutrición en corderos BB se manifestó como una disminución considerable de peso y afectó moderadamente la expresión de resistencia contra el *H. contortus* en una infección experimental. Lo anterior se caracterizó por una gran proporción de animales susceptibles con una elevada eliminación de huevos, una mayor cantidad y porcentaje de implantación de fases adultas en el abomaso.



**Figura 5** - Peso promedio de ovinos de la raza Blackbelly (media + error estándar) que recibieron el 100% y 50% de sus requerimientos nutricionales y fueron inoculados con 5000 L3 de *Haemonchus contortus*.

Nota: El periodo entre la semana uno y la cinco, correspondió a la etapa de adaptación (n = 40). De la semana seis a la nueve, se subdividieron (n = 20 c/u) en aquéllos que tuvieron dieta completa (100% NRC) y restringida (50%). Entre la semana 10 y 14 se inocularon con 1000 L3/semana (n = 15), los restantes cinco para cada dieta no tuvieron parásitos. De la semana 15 a la 19 los animales continuaban con la parasitosis.

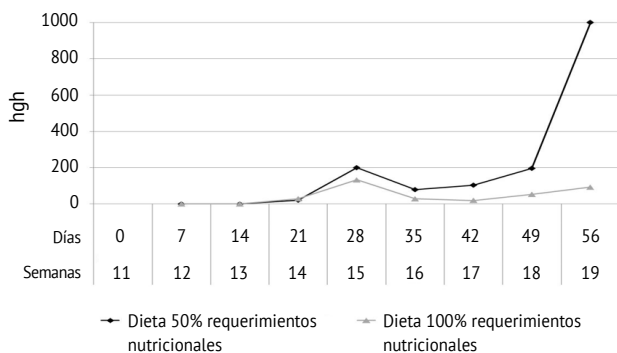
**Tabla 7** - Cantidad de adultos de *Haemonchus contortus* en ovinos Blackbelly infectados artificialmente y que recibieron el 100% o 50% de sus requerimientos nutricionales

Requerimientos nutricionales	Total		Hembras		Machos		Relación hembras/machos <sup>2</sup>
	Cantidad <sup>1</sup>	Cantidad <sup>1</sup>	Cantidad <sup>1</sup>	%	Cantidad <sup>1</sup>	%	
100%	28 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>	12	43	16 <sup>a</sup>	57	0,75
50%	164 <sup>b</sup>	103 <sup>b</sup>	103	63	61 <sup>b</sup>	37	1,7

Nota: Letras diferentes en la misma columna para cada grupo expresan diferencias estadísticamente significativas (p < 0,05). <sup>1</sup>Media de la cantidad de adultos encontrados en cada grupo a las 20 semanas posteriores a la primera inoculación. <sup>2</sup>Cantidad de hembras por cada macho de *Haemonchus contortus*.

**Tabla 8** - Parámetros parasitológicos en ovinos Blackbelly resistentes y susceptibles a *Haemonchus contortus* que recibieron el 100% o 50% de sus requerimientos nutricionales

Requerimientos nutricionales	n	Promedio de eliminación de huevos	Promedio de fases adultas	Porcentaje de implantación	Interpretación
100%	12	33,3	11,3	0,2	Resistente
	3	123,9	65,5	1,9	Susceptible
50%	5	96,6	16,8	0,3	Resistente
	10	368,3	236,7	4,7	Susceptible

**Figura 6** - Promedio de la eliminación de huevos en ovinos Blackbelly que recibieron el 50% y 100% de sus requerimientos nutricionales y fueron infectados experimentalmente con 5000 L3 de *Haemonchus contortus*.

### Efecto de la infección experimental por *H. contortus* sobre el conteo de eosinófilos sanguíneos en ovinos Blackbelly

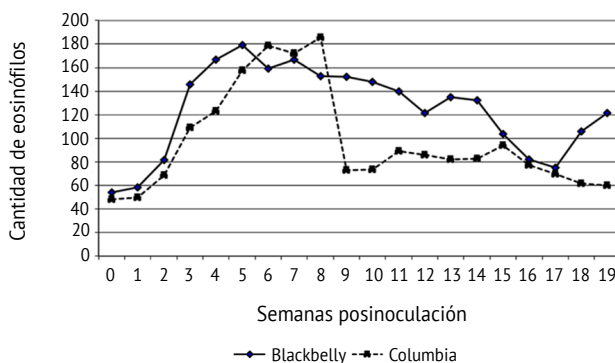
Con la finalidad de correlacionar la eosinofilia con la resistencia a la infección por *H. contortus* en ovinos C y BB (Cuéllar et al., 2005). Se utilizó el esquema experimental mencionado al inicio de este escrito, utilizando corderos C y BB. En el laboratorio se cuantificó la cantidad de huevos por gramo de materia fecal por una técnica modificada de Mc Master. Los eosinófilos sanguíneos (ES) se contaron en un hematocitómetro a partir sangre mezclada con una solución acuosa de eosina amarilla al 1% y acetona al 5%.

Los corderos BB fueron más resistentes a la infección. Estos eliminaron estadísticamente ( $p < 0,05$ ) menos huevos que los corderos C, el promedio total de huevos eliminados en materia fecal fue de 501,7 y de 1502 respectivamente. Los dos grupos

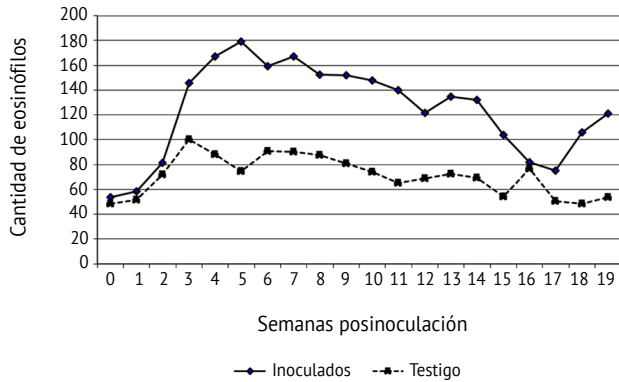
de animales inoculados presentaron en la tercera semana posinoculación (PI) un incremento de sus niveles de ES (Figura 7).

Se observaron diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ) con sus grupos no infectados (testigo) a partir de la tercera semana PI para los BB (Figura 8) y de la cuarta semana PI para los C (Figura 9). Estas diferencias se mantuvieron hasta la sexta semana en los ovinos C, posteriormente los niveles disminuyeron hasta ser estadísticamente iguales ( $p > 0,05$ ) a los grupos control de la semana 7 a la 18, cuando concluyó el experimento. En los BB infectados con *H. contortus* los niveles de ES se mantuvieron diferentes ( $p < 0,05$ ) a los no inoculados hasta la semana trece, de la semana 14 a la 18 no se observaron diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ) entre ellos.

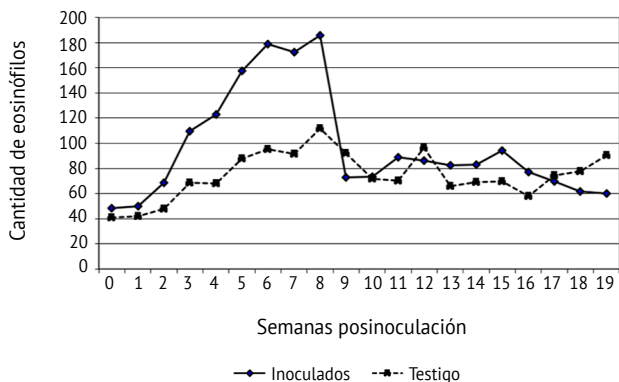
Los resultados obtenidos indican que los ovinos BB resultaron más resistentes a la infección por *H. contortus*, tuvieron mayores niveles de ES que los animales C, por lo que se puede concluir, que la cantidad de ES proporciona un acercamiento hacia el grado de resistencia a la hemoncosis ovina.

**Figura 7** - Conteo de eosinófilos en ovinos Columbia y Blackbelly inoculados con *Haemonchus contortus*.





**Figura 8** - Conteo de eosinófilos en ovinos Blackbelly infectados con *Haemonchus contortus* y libres de parásitos.



**Figura 9** - Conteo de eosinófilos en ovinos Columbia infectados con *Haemonchus contortus* y libres de parásitos.

### Comparación de la cantidad de eosinófilos abomasales en ovinos de alta y baja susceptibilidad a la hemoncosis ovina

El objetivo del trabajo fue relacionar la presencia de eosinófilos en la mucosa abomasal y el linfonodo abomasal (LNA) con la resistencia a la infección por *H. contortus*. Muñoz y col. (2005) utilizaron 14 corderos raza C y 12 BB de 4 a 6 meses de edad. Cada raza se dividió en dos subgrupos, 10 animales de cada raza fueron inoculados con 1000 L3 de *H. contortus* semanalmente durante seis semanas. Dos corderos BB y cuatro C fueron testigos. Durante 15 semanas se cuantificó la cantidad de huevos por gramo de heces (hgh), al final los animales fueron sacrificados y se obtuvieron muestras de la región

fúndica (RFA) y pilórica (RPA) del abomaso y del LNA éstas fueron procesadas para cortes histológicos los cuales fueron teñidos con Cromótopo 2R. Se contó la cantidad de eosinófilos *in situ* con un analizador de imágenes y las cuentas fueron expresadas en eosinófilos por  $\text{cm}^2$ .

Los resultados mostraron que los corderos BB eliminaron menos hgh ( $p < 0,05$ ) que los del grupo C. Los animales inoculados presentaron un incremento significativo ( $p < 0,05$ ) de sus cuentas de eosinófilos *in situ* en las tres regiones analizadas con respecto al testigo, entre los grupos inoculados se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en la RPA y LNA siendo más elevado el número de eosinófilos en los animales BB. No hubo diferencias entre estos dos grupos en las cuentas de la RFA.

Los resultados obtenidos muestran que los ovinos BB, fueron más resistentes a la infección y tuvieron mayores cuentas de eosinófilos en la RPA y LNA que los animales C lo que sugiere que los eosinófilos juegan un papel importante en el grado de resistencia a la hemoncosis.

### Conclusión

Los trabajos referidos en esta pequeña revisión hacen evidente que los ovinos raza Blackbelly han demostrado la capacidad de resistir a la infección por *Haemonchus contortus*, lo cual resulta muy relevante por la oportunidad que se presenta para utilizar a ese genotipo en los esquemas de producción de carne ovina en los sistemas de crianza en pastoreo, particularmente en las zonas con un clima tropical subhúmedo, donde es alta la prevalencia de ese nematodo.

### Referências

Albers GAA, Gray GD. Breeding for worm resistance: a perspective. *Int. J. Parasitol.* 1987;17:559-66.

Alcántara NJ, Ayanegui AA, De la Cruz CHA, Cuéllar OJA, Cuenca VC, García CT, et al. Efecto de la subnutrición sobre la expresión de resistencia a *Haemonchus contortus* en ovinos Blackbelly. *Mem. VII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en*

Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos; 18-20 may 2011; Huancavelica, Perú. 2011.

Balic A, Veron MB, Els NTM. The immunobiology of gastrointestinal nematode infection in ruminants. *Adv. Parasitol.* 2000;45:181-241.

Cuéllar OJA. 1992. Epidemiología de las helmintiasis del aparato digestivo y respiratorio en ovinos y caprinos. Mem. Curso: Principios de helmintología veterinaria en rumiantes y cerdos: Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México; 1992.

Cuéllar OJA, Barrón ML, Arcos RR, Bernal HY, Reyes AA, Silva MR, Alba HF, Muñoz GMA. Respuesta a la infección artificial por *Haemonchus contortus* en ovinos Columbia y Blackbelly. Mem. XII Congreso Nacional de Producción Ovina; AMTEO-FIRA-UAEM. Tulancingo, Hidalgo, México; 2003.

Cuéllar OJA, Muñoz GMA, Valdivia AG, Buendía JA, Alba HF. Blood eosinophil numbers and their relationship with resistance to sheep haemonchosis. *Proc. Novel approaches to the control of helminth parasites of livestock, 2005. Worm control or worm management: New paradigms in integrated control.* Mérida, México; 2005.

Cuenca VC, Cuenca VN, Silva MR, Alba HF, Muñoz GMA, Cuéllar OJA. Comparación de la cantidad y características de adultos de *Haemonchus contortus* en una infección experimental en ovinos Columbia y Blackbelly. Mem. XX Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias; 13- 16 nov 2006; Santiago, Chile. 2006.

De Lucas TJ, Arbiza, A.S. Razas Ovinas. México, DF: Editores Mexicanos Unidos S.A.; 1996.

Pérez BS, Cuéllar OJA, Alba HF, Silva MR. Validación del método FAMACHA en ovinos Blackbelly y Columbia con infección artificial de *Haemonchus contortus*. Mem. VI Congreso Latinoamericano de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos (ALEPRyCS); Querétaro, México; 2009.

Muñoz GMA, Cuéllar OJA, Buendía JJA, Alba HF. Comparación del número de eosinófilos abomasales en ovinos de alta y baja susceptibilidad a la hemoncosis ovina. Mem. IV Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos; Curitiba, Brasil; 2005.

Yazwinski TA, Goode L, Moncol DJ, Morgan GW, Linnerud AC. *Haemonchus contortus* resistance in straight bred Barbados Blackbelly sheep. *J Anim Sci.* 1980; 51:279-84.

PONENCIAS MAGISTRALES

## Caracterización tradicional y nuevo proceso de conservación de la carne de camelidos (charqui)

Celso Ayala Vargas<sup>1\*</sup>, Susy Pilco<sup>2</sup>, Genaro Condor<sup>2</sup>, Valeria Layme<sup>2</sup>, Nestor Cochi<sup>2</sup>, José Luis Quispe<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), La Paz, Bolivia

<sup>2</sup> Proyecto DECAMA, Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), La Paz, Bolivia

### Resumen

El presente artículo caracteriza los procedimientos de conservación ancestral de la carne de camélidos sudamericanos (charqui) en la región andina, así mismo muestra alternativas innovativas para dicho procesamiento. Es importante mencionar que el "charqui", tiene su origen en la cultura Tihuanacota dentro los Altos Andes, cuyo uso fue para prevenir las largas temporadas de escasez y sequías, así como para el desplazamiento de grandes contingentes humanos dentro la región. Actualmente el sector tiene varios problemas, uno es la provisión de carne fresca por los bajos niveles reproductivos en la especie (40% natalidad), otra la infestación de la carne con macroquistes de sarcocystis entre otros. El proceso de charqui describe todo el proceso, desde el faenamamiento de los animales hasta lograr la canal para la elaboración del charqui, donde generalmente se destinan animales de descarte (viejos). El proceso de elaboración del charqui a partir de la canal cuyo rendimiento medio es del 52%, pasa el proceso de fileteado particularmente de las piernas, lomo y brazuelos, para concluir con el salado y secado al medio ambiente por periodos siete a 15 días, en los cuales se estima una pérdida de agua

total de 44 - 45%, también existe una baja actividad del agua ( $a_w$  0,87 - 0,91), y alto contenido de sal (0,5 - 15%), incrementa el pH de 0,6 a 0,8 unidades y la fermentación enzimática le da un típico sabor al producto. Los cambios físicos-químicos ocurren durante todo el proceso, y resulta una drástica reducción de agua libre contenida en el músculo y se elevan proporcionalmente componentes como la sal y proteína, así mismo de otros componentes químicos con los siguientes valores: humedad 12%, grasas 5,96%; proteínas 60,27%; fibra 0,28%; cloruro de sodio 10,03%. Durante el secado la carne pierde aproximadamente 62,73% de peso inicial, siendo la relación final entre carne limpia y charqui: secado a sol directo se obtiene 39,42% de charqui (15 días); secado a sombra 38,45% (más de 15 días) y en secador solar 33,93% (cinco días). Para el salado y secado se utilizó como promedio 637,6 g de sal, para 12,15 kg de carne limpia, (4,6% con relación a carne limpia), con el fin de evitar la putrefacción e inactivar las bacterias existentes. Al análisis microbiológico, según Norma Boliviana, se determinó la carga microbiana, *mesofilos*, *mohos* y *levaduras*, *Staphylococcus áureos*, *coliformes totales*, *Clostridium perfringens* y *Salmonella*.

Muestran un producto inocuo ya que tiene bajos niveles de UFC que los permitidos. Al análisis organoléptico, el método de secado y el tipo de corte de la carne influyen en la característica del color, dureza y masticabilidad y no así en el contenido microbiológico debido a la acción inhibidora de la sal sobre estos. El nuevo proceso para el charqui que consiste: a) faena de animales jóvenes, de dos a tres años de edad; b) seleccionan las carcasas de acuerdo a la consistencia de la carne para elaborar charqui; c) trozar la canal, para el deshuesado; d) desgrasado y eliminación de los tendones; e) rebanado y fileteado, se corta la carne uniformemente con un espesor aproximadamente de un centímetro; f) salado y/o salmuera, se intercalan filetes con capas uniformes de sal hasta llenar un recipiente, luego se deja reposar de 12 a 24 horas, para que la sal penetre en la carne, se utiliza aproximadamente de 0,5 % de sal por cada kilo de carne; g) uso de secador solar por un periodo de cinco días.

**Palabras clave:** Charqui. Camélidos sudamericanos. Región andina. Conservación.

## Introducción

Por muchos años, se viene buscando intensamente la posibilidad de conservar los alimentos por largos periodos de tiempo, la exposición a radio isotopos, es uno de los últimos métodos para la conservación de grandes cantidades de alimento (FAO, 2007), sobre todo para la conservación de proteínas de origen animal, que son destinadas a países del tercer mundo, las mismas que no disponen de las cadenas de refrigeración.

Se han probado diversos métodos de conservación, pero se requiere grandes complejos de infraestructura, y costosos métodos como conservación al vacío, conservación a atmósfera controlada, la congelación, conservación radiación ionizada, liofilización y otros (Visier, 1981). El problema es particularmente muy agudo, sobre todo en las instalaciones de almacenamiento para mantener la cadena de frío, más aún para el sector minorista que es carente de infraestructura y equipamiento para conservación de la carne.

La carne conservada de camélidos sudamericanos, seca y deshidratada "charqui", tiene su

origen en la cultura Tihuanacota dentro los Altos Andes, este sistema de preservación la carne de camélidos sudamericanos (CS), era utilizada para prevenir las largas temporadas de escasez y sequías, así como para el desplazamiento de grandes contingentes humanos dentro la región.

La actual necesidad de las poblaciones andinas ha hecho que productos como el charqui aun tengan vigencia dentro la población, especialmente en las regiones inaccesibles; los cambios climáticos y otros factores provocan desequilibrio en el abastecimiento de proteína de origen animal y donde carecen de infraestructura básica de refrigeración o congelado; por esa razón el proceso de elaboración del charqui es una alternativa para garantizar la seguridad alimentaria de los pobladores de estas regiones.

El presente artículo caracteriza los procedimientos de la transformación y conservación tradicional (charqui) de la carne de camélidos sudamericanos en la región andina, así mismo también muestra alternativas innovativas en dicho procesamiento, para una mejor conservación de la carne.

## Material y métodos

Existen varias metodologías para conservación de la carne en charqui, información que detalla la captura y experiencias de campo, que caracterizan el nivel artesanal con que se produce el charqui, que es característica propia en cada región, donde rige un proceso en común, de fileteado, desgrasado, salado, secado al sol, por diverso periodos de tiempo, la cual se describe en la primera parte del artículo.

La segunda parte detalla un estudio fue desarrollado en la Estación Experimental Choquenaira dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicada en el municipio de Viacha, a 37 km de la ciudad de la Paz, se encuentra a una altura de 3750 msnm con una precipitación entre 400 - 600 mm año<sup>-1</sup> y una temperatura promedio de 14 °C.

Los animales se criaron bajo un sistema extensivo y en praderas nativas, que caracterizan al altiplano boliviano. El proceso de elaboración de charqui inicio con la selección de animales al azar;

el beneficio de los animales (aturdimiento, degüello y desangrado, desuello, eviscerado, colgado y oreo), actividad que se realizó en el matadero de Palcoco ubicado en la provincia Los Andes.

Se realizó los cortes mayores (brazos, pierna y lomo) para mayor aprovechamiento de la carne en charqui. El proceso de la elaboración de charqui consistió en el deshuesado separando la carne de los huesos siguiendo el tejido conjuntivo “costuras musculares”, eliminando al mismo tiempo tejidos gruesos, tendones y grasas; proceso conocido comúnmente como desgrasado. El fileteado se realizó con un espesor aproximado de 1 cm. Para el salado se utilizó sal que fue calculada bajo la siguiente fórmula, de acuerdo a varias experiencias tradicionales:

$$\text{Cantidad de sal} = x * 0,10 \quad (1)$$

Dónde x = peso total de la carne limpia - 54% del peso de la carne limpia.

El proceso de secado se realizó en la fábrica de embutidos Mayken ubicado sobre la carretera a Viacha, se utilizó tres métodos de secado (secado en sombra, sol directo y un método mejorado haciendo uso de secador solar).

El análisis microbiológico fue en el laboratorio de INLASA (Instituto Nacional de laboratorios de salud), con muestras tomadas de la pierna, paleta y lomo, tanto en carne fresca y en charqui. El análisis de carne cruda fue siguiendo las normas de referencia del IBNORCA (NB 762).

El análisis microbiológico, determinó la carga microbiana, mesófilos, mohos y levaduras, *Staphylococcus* áureos, coliformes totales, *Clostridium perfringens* y *Salmonella*. rigiéndose a las normas de IBNORCA NBT - 655, NBT - 658, NBT - 656, NBT - 657 y FAO (1992) para carne cruda y deshidratada.

Respecto al análisis químico únicamente se determinó la humedad y no así la grasa, proteína, ni ceniza debido a estudios existentes. Para el análisis organoléptico, se utilizó el método de descripción simple, mediante formularios (Gerken, 1998), tomándose en cuenta los parámetros de color, olor, gusto, dureza y masticabilidad. El análisis consistió en el remojo del charque durante 12 horas para

quitar el exceso de sal, se lo cocinó durante 2 horas a fuego lento, se cortó en trozos homogéneos y se puso al asador durante aproximadamente un minuto.

## Resultados

Etimológicamente el nombre de "charqui" proviene de los idiomas Aimara y Quechua, que significa “seco”, y cuando se trata de la carne de llama y/o alpaca, se refiere al procesamiento tradicional del secado de la carne para su conservación, bajo el procedimiento de fileteado, saturada con sal y expuesta directamente al sol para su deshidratación, donde también interviene el viento (heladas); el secado se realiza en cordones donde cuelga la carne salada generalmente en áreas ventiladas, permitiendo la desecación gradual y controlada de la superficie de los tejidos.

La técnica de conservación de la carne con sal, expuesta al sol y las heladas, se remonta a tiempos muy antiguos de los habitantes de los Andes. El gran éxito del producto se dio con la expansión de las culturas Tahuacota e Inca, donde uno de los principales productos alimenticios que contribuyó en la movilización de grandes grupos humanos de una región a otra, fue el charqui, la papa, el chuño, el maíz y otros productos que determinaron los niveles nutricionales de estas poblaciones y que las mismas aún persisten en la región de los Andes.

Los productos sometidos a control de humedad, preparados por deshidratación, ya sea directamente o indirectamente, mediante el aumento de la presión osmótica extracelular, tienen importancia, frente a las otras metodologías de conservación de la carne que demandan infraestructura y fuentes de energía, alternativa cubierta con la elaboración del charqui.

### Provisión de carne fresca

En la actualidad las comunidades o regiones donde tradicionalmente se elabora el charqui existe mucha dificultad para garantizar el suministro regular de carne fresca y es por el problema de conservación de este producto, a la cual también aportan otros problemas como los bajos niveles

reproductivos en los camélidos sudamericanos, por ej. la natalidad no sobre pasan el 40%, teniendo en cuenta que mínimamente se requiere un reemplazo de 25% de vientres por gestión, los rebaños entran en déficit en el número de animales a faenar/año, lo que reduce la provisión de carne y así como también de carne para la elaboración de charqui.

Otra condicionante es la estacionalidad reproductiva (diciembre a marzo) de los CS, periodo de parición y empadre, también de las mayores precipitaciones pluviales, por tanto mayor disponibilidad de alimento y mejor estado corporal de los animales, por tanto mayor saca y mayor oferta de carne, mientras que el resto del año existe baja en la oferta de carne, por esa razón y las condiciones ambientales, son aspectos no es favorable para la elaboración del charqui, lo que determina que la misma sea realizada en época seca (junio - agosto) para una mejor elaboración.

En el proceso tradicional del charqui, el productor considera como aptos aquellos animales de descarte, viejos y que hayan concluido su vida reproductiva 5 - 7 años, tanto para hembras y machos, así como aquellos animales que se encuentran en una condición corporal de 2 o caquécticos.

En muchos aspectos el charqui, cubre las necesidades nutritivas de las comunidades de los Altos Andes, subsanando el déficit de proteína animal, porque no es posible contar con carne fresca, por la carencia de energía e infraestructura, por esta razón el productor aprovechar las tecnologías ancestrales para la transformación y almacenamiento de productos cárnicos, alternativa que evita el desabastecimiento de proteína animal en las comunidades de los Altos Andes y que puede ser una alternativa para los países con menos desarrollo.

### **Características del charqui**

La elaboración del charqui tradicional, producto que tiene como base principal a la carne de llama o alpaca, que es fileteada, satura con sal, deshidratada al sol y así como también expuesta a heladas (bajas temperaturas  $-5^{\circ}\text{C}$ ), pese a que en la actualidad se puede encontrar charqui elaborado con carne de otras especies de animales domésticos.

En las comunidades el proceso de elaboración del charqui, comienza con la saca de animales que por lo general son los animales viejos y débiles, el proceso pasa por la insensibilización, sangrado, desuello, evicesarición, hasta la obtención de la canal entera, para luego realizar los cortes mayores, que con preferencia son las piernas, los brazuelos y el lomo para la elaboración del charqui a esas se les extrae el hueso y posterior a ello con la carne se procede hacer lonjas (forma de lenguas) con un espesor de aproximadamente de 2 - 3 cm, de los cuales se les retira los tendones y la grasa de cobertura para evitar el ranciamiento del producto. Los cortes en lonjas permiten la penetración de la sal y la pérdida de agua durante el procesamiento, donde los cambios físico-químicos durante el proceso se traducen en una reducción de agua libre en el tejido de la carne.

Para el salado del charqui existen dos procedimientos que son los más comunes, el más utilizado es la carne fileteada donde se esparce sal granulada, no estableciendo una proporción exacta, y se lleva a los cordeles se las cuelga para el secado por un periodo de aproximadamente de 15 días como media, la segunda forma es que la carne fileteada es llevada a una fuente de salmuera, la cual reposa por un periodo de 24 horas, para luego se escurrida y posteriormente llevada al secado al medio ambiente, por un periodo similar al anterior. Procedimientos que se pueden adicionar especies nativas como la muña (*Minthostachys mollis*), o algunos pueden ser ahumadas.

### **Composición química del charqui**

La elaboración del charqui, no solo se realiza con la carne de los CS, sino también con las vísceras, los intestinos delgado, los tres compartimientos estomacales y otras, bajo el mismo procedimiento; las razones del porque realizan este proceso es cuando se faenan varios animales para la venta de carne fresca, los productores se quedan con todas las menudencias y las vísceras, que son secadas como parte de las estrategias de seguridad alimentaria de la población para las épocas de estiaje. El charqui a menudo es transportado a largas distancias y su uso es en distintos pisos ecológicos de la región, sirve como producto de

transacción como ej. con el maíz, papa, ocas, frutas secas y otras, en las comunidades de los Altos Andes es considerado como una alternativa viable de alto valor proteico, en las regiones donde los recursos son limitados.

El periodo de conservación del charqui es desconocido, pero diversas experiencias y comunicaciones personales en las comunidades, indican una conservación hasta de 10 años a más, en condiciones de temperatura y humedad acorde al Altiplano. De acuerdo a los análisis bromatológicos (Tabla 1) del charqui de llamas, Saavedra (1993) menciona la siguiente composición del charqui obtenido bajo el método de secador solar.

**Tabla 1** - Análisis bromatológico de charqui de carne de llama

Componentes	Und	Entero
Humedad (100 - 105 °C)	(%)	12
Grasas	(%)	5,96
Proteínas	(%)	60,27
Fibra	(%)	0,28
Cloruro de sodio	(%)	10,03

Nota: Saavedra et al., 1993.

Para el procesamiento del charqui se estima una pérdida de agua durante el salado y secado por periodos siete a 15 días, resultando un producto con menos contenido total de agua (44 - 45%), existe una baja actividad del agua ( $a_w$  0,87 - 0,91), y alto contenido de sal (0,5 - 15%). Incrementa el pH de 0,6 a 0,8 unidades, y la fermentación enzimática le da un típico sabor al producto. Los cambios físico-químicos ocurren durante todo el proceso, y resulta una drástica reducción de agua libre contenida en el músculo, donde contaminantes pueden elevarse en proporción a otros componentes especialmente la sal y proteína.

### Proceso de elaboración del charqui

La calidad de carne es un conjunto de parámetros y características que satisfacen las expectativas del consumidor, la elaboración del charqui tiene

una estrecha relación con la carne. Hay factores y propiedades nutritivas que la carne lleva implícitas; propiedades higiénico-sanitarias que hacen a la seguridad alimentaria; propiedades sensoriales tales como color, terneza, jugosidad, aroma y sabor; factores cuantitativos como la relación entre cantidad de carne magra y grasa, Chana (2000). Hay otros factores de influencia que influyen sobre ellas: la raza, categoría y edad; condiciones de producción como manejo y alimentación; manejo antemortem; de los animales, las condiciones de almacenamiento y transporte; así como la preparación de los alimentos a base de charqui de llama que se podrán apreciar en los resultados de la segunda parte del trabajo.

Como resultado de caracterización del proceso de elaboración del charqui tradicional se detallo el siguiente procedimiento:

- a. La carne destinada a la elaboración de charque, generalmente proviene de la saca de animales viejos o de descarte, faenados en los predios del productor.
- b. Deshuesar la carne para que se puedan elaborar filetes.
- c. Desgrasar la carne para que no se ponga rancia y para facilitar la penetración de la sal.
- d. Rebanar la carne en filetes para asegurar una buena penetración de la sal.
- e. La sal que se utiliza, es sal granulada.
- f. El proceso de salado tiene que ser en el tiempo suficiente para lograr una buena penetración.
- g. El secado al medio ambiente y por un periodo de 15 días.

### Nuevo procesamiento del charqui

La descripción del nuevo proceso de charqui, sigue las variaciones en la elaboración de ese proceso y sus correspondientes comparaciones, para el caso del procedimiento del remojo en salmuera, secado al sol o a la sombra y para el segundo caso el uso de sal granulada sobre los filetes de carne y el procedimiento de secado bajo ambiente controlado o con secador solar.

El procedimiento para la obtención de charqui, desde el beneficio de los animales hasta su almacenamiento, se muestra en la Figura 1.

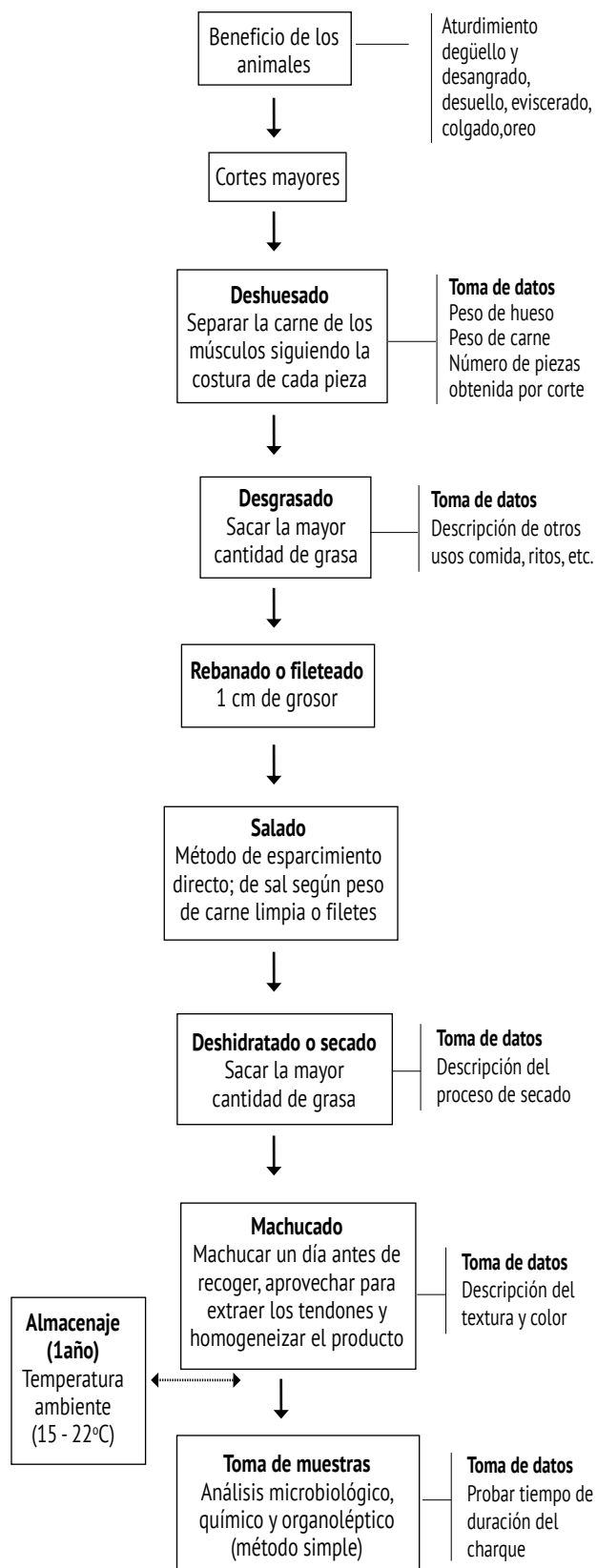


Figura 1 - Proceso para la obtención de charqui.

### Cortes mayores

En los cortes mayores no se observó variaciones cuantitativas significativas en peso de carcasa, obteniéndose un promedio aproximado de 25.53 kg en las carcasas utilizadas. En la Figura 2 se puede observar la relación: huesos (incluye costillas y cuello), grasa y tendones, carne limpia para la utilización de charque y merma respecto al peso inicial.

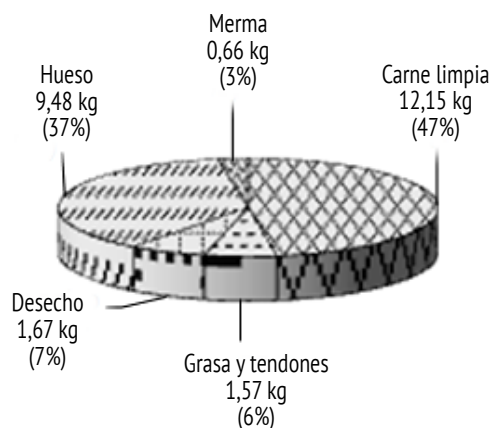


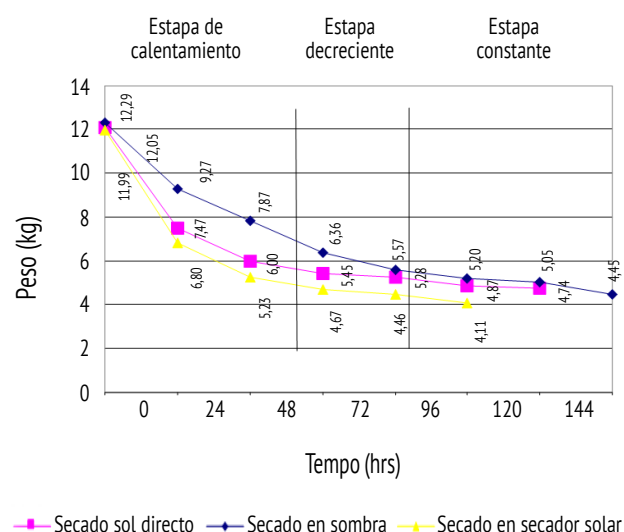
Figura 2 - Relación porcentual de grasa, tendón, hueso y carne limpia.

### Salado y secado

Durante el proceso del salado se utilizó como promedio 637,6 g de sal, para 12,15 kg de carne limpia (4,6% con relación a carne limpia); con el fin de evitar la putrefacción e inactivar las bacterias existentes (Peña, 2001). En tanto que en el proceso de secado se observó tres fases: a) calentamiento, donde los filetes todavía tienen cierta suavidad y flexibilidad este fenómeno se observó en los tres tratamientos (secado a sol directo, en sombra y en secador solar); esta fase es muy notoria en las primeras 48 horas, a esta etapa le sigue el; b) estado decreciente, donde la carne está algo seca y donde los pesos de filetes se mantienen relativamente constante; con variaciones numéricas no significativas. Finalmente existe la c) etapa constante donde los filetes adquieren una superficie dura y color superficial blanquecino, en esta etapa ya se tiene un producto terminado.



Para la conservación de charqui es importante considerar el tiempo de deshidratación; debido a que en esta etapa el crecimiento microbiológico se paraliza por privación de humedad (Varnam y Sutherland, 1998). El resultado del análisis de peso por la pérdida de humedad diaria se muestra en la Figura 3.



**Figura 3** - Relación del peso de la carne por el tiempo de secado y tratamiento.

### El charqui

Durante la etapa del secado se pierde aproximadamente 62,73% de peso inicial (carne limpia); la relación final de carne limpia con el charqui, tuvo los siguientes valores: con un secado a sol directo se obtiene 39,42% de charqui; en secado a sombra 38,45% y en secador solar 33,93%. Estos valores están relacionados con la pérdida de agua durante la etapa de secado.

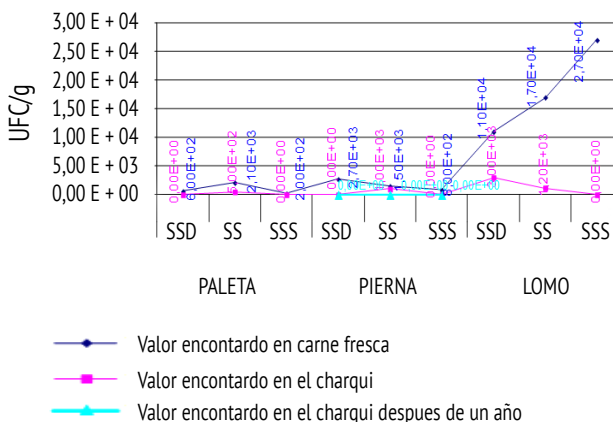
### Análisis microbiológico

Mediante el análisis microbiológico se determinó que las cantidades de sal, los tiempos de secado utilizados para la elaboración del charqui; fueron adecuadas, demostrándose que estos factores permitieron minimizar el desarrollo microbiano en el producto.

### Mesófilos

El recuento de estas bacterias permite determinar la calidad sanitaria y la vida útil de los productos, también indica las condiciones de higiene de la materia prima, la forma de procesamiento y la manipulación durante su elaboración y comercialización. Según las Normas de IBNORCA los valores permitidos de esta bacteria en carne fresca fueron  $1,00E + 06$  mientras que en charqui fue  $1,00E + 03$ .

La relación de bacterias en carne fresca y en charqui determina que en ambos casos el número de bacterias es menor al permitido, la carne fresca tiene mayor cantidad de Mesofilos; las mismas se reducen notablemente al pasar por un proceso de secado. En algunos casos se redujo hasta el punto de no observarse desarrollo de colonias de acuerdo a la sensibilidad de la técnica empleada, otro aspecto observado es que la parte de lomo, en carne fresca tuvo mayor contaminación respecto a la paleta y pierna probablemente debido al cambio ambiental violento del interior al exterior (Figura 4).



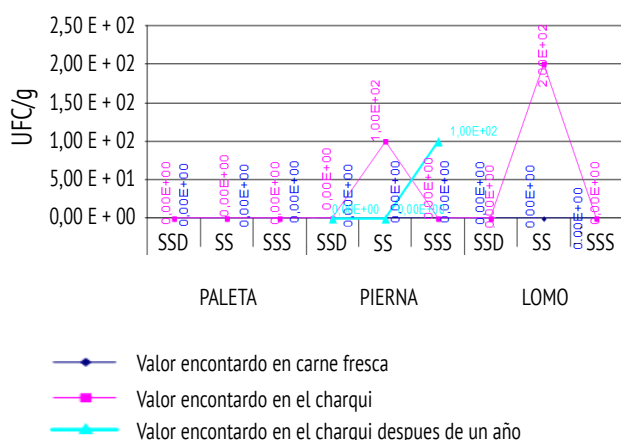
**Figura 4** - Relación de mesofilos en carne fresca y charque. SSD = secado sol directo; SS = secado en sombra; SSS = secado en secador solar.

Las piezas de charqui secadas a la sombra a los seis meses de almacenado mostraron desarrollo microbiano ( $1,00E + 03$  UFC/g) pero al término de un año de almacenamiento este desapareció por completo ( $0,00$  UCF/g).

### Mohos y levaduras

Los esporidios de las levaduras y hongos, que son los causantes de olores y aromas extraños, de igual forma el decoloro de la superficie, son resistentes al calor, congelación y los antibióticos (NB - 32006).

Como se puede apreciar en la Figura 5, inicialmente no se observó desarrollo de colonias, pero durante el proceso de secado particularmente en sombra en pierna y lomo se desarrolló esta bacteria, sobrepasando el rango aceptado en el caso del lomo, considerando que los valores permitidos son  $1,00E + 04$  para carne fresca y valor permitido del charqui  $1,00E + 02$ , la técnica de exposición al calor "neutraliza" la proliferación de colonias de levaduras y mohos.



**Figura 5** - Relación de mohos y levaduras en carne fresca y charque

### *Staphylococcus aureus*

El género *Staphylococcus* están conformadas por células esféricas gram positivas, generalmente agrupadas en racimos irregulares, crecen con facilidad en diferentes medios de cultivos y son metabólicamente muy activos, fermentan carbohidratos y producen pigmentos que van desde el blanco al amarillo intenso.

El contenido de este microorganismo en carne fresca fue inapreciable, pero durante la elaboración de charqui en el proceso de secado directo al sol

la pieza de la pierna tuvo una proliferación de  $1 \times 10E2$  UCF  $g^{-1}$ ; esto probablemente debido a algún contaminante externo, pero aun así el valor se encuentra en el rango aceptado.

### *Coliformes totales y Clostridium perfringens*

Las bacterias coliformes son bacilos cortos gram negativos, aeróbicos y anaeróbicos no esporulados, que fermentan glucosa y lactosa con formación de ácido y gas. Los coliformes son indicadores de un proceso sanitario inadecuado, la cantidad de este microorganismo en cantidades mayores al permitido, indican mala manipulación y/o mal procesamiento del alimento con mayor probabilidad de existencia de bacterias entéricas patógenas como *Salmonella* y *Shigilla*.

Los resultados de laboratorio demostraron la no existencia de estos microorganismos carne fresca ni charqui, determinándose que la manipulación de la carne en el proceso de faeneo y en la elaboración de charqui fue de forma adecuada.

### *Escherichia coli*

Los resultados microbiológicos de las muestras de carne fresca y en charqui demostraron la ausencia de este microorganismo indicador de la contaminación de origen fecal (NB - 32005).

### *Salmonella*

Estos bacillos crecen, acidifican el medio y generalmente desprenden gas a partir de la glucosa, maltosa, manitol, dextrina, son generalmente resistentes a la congelación del agua y a ciertos agentes químicos como el tetratoato de sodio y soxicolato sódico. Se tuvo ausencia en todos los casos en 25 g de muestra

### Composición química del charqui

En la composición química, se observó una variación de humedad para cada tratamiento, en la Tabla 2 se observa diferencias numéricas significativas por piezas en dos de los tratamientos secado en sol directo y secado en sombra, siendo el lomo y la pierna los que se quedaron con mayor

porcentaje de humedad. Mientras que los filetes del secador solar tienen un contenido de humedad con variaciones numéricas mínimas en todas las piezas.

Respecto a los promedios obtenidos en charqui secado en secador solar, tiene menor porcentaje de humedad, seguido del charqui secado en sombra y finalmente el charqui secado en sol. Con los resultados obtenidos se puede concluir que el secador solar permite lograr piezas de charque secados uniformemente, situación que no sucede con los otros métodos.

**Tabla 2** - Análisis del porcentaje de humedad por piezas

Descripción de la pieza	Secado sol directo	Secado en sombra	Secado en secador solar
Pierna	21,12	16,02	10,15
Brazuelo	17,6	11,3	10,48
Lomo	19,7	12,68	9,61
Promedios	19,47	13,33	10,08

Los resultados obtenidos en los tres métodos fueron: para una humedad 13,33% en sombra requiere 7 días (temperatura ambiente 35 - 37 °C), para secado a sol directo seis días (humedad 19,47%) a una temperatura ambiente 37 - 38,5 °C y finalmente para secado en secador solar a una humedad promedio de 10,08%, se necesita de cinco días (temperatura de 38,5 - 39 °C).

El porcentaje de humedad obtenida en los tres procesos de secado y la cantidad de sal utilizada, garantiza la calidad del producto final, al igual que la reducción en la proliferación de bacterias contaminante por lo menos por un periodo de un año. Respecto a los otros componentes químicos como la Grasa, según bibliografía es una de las más importantes debido a que los productos que aportan mayor cantidad de grasa aportan mucha energía, aunque menor cantidad de proteínas, vitaminas y minerales (Bustinza, 2001). Bustinza (2001) indica que la carne de llama desecada en secador solar tiene un valor proteico de 55,0g/100g<sup>-1</sup>; mientras que con un proceso artesanal el charqui obtuvo mayor valor proteicos 57,24g/100g<sup>-1</sup>.

*Cenizas:* la importancia de este elemento es por la participación en la concentración muscular, el rigor mortis, en el proceso de la maduración de la carcasa, así como la capacidad de hidratación de la carne (Bustinza, 2001). Se debe mencionar que la proporción de cenizas del charqui artesanal y solar en charqui de llamas es de 3,32 y 5,0 g 100 g<sup>-1</sup> respectivamente (Bustinza, 2001).

## Análisis organoléptico

### Color

El método de secado influye en el color siendo así que la mayoría de los panelistas coincidieron que el charque secado a sol directo tenía un color que variaba entre claro, manchado y desigual. Otro aspecto interesante es que el 88,9% de los panelistas mencionaron que la pieza de charqui elaborado del lomo y secado a sol directo tenía un color claro, esto fue visiblemente notorio.

Contrariamente a aquel lomo secado en secador solar; el 70% de los panelistas mencionaron que este charque tenía un color oscuro. Respecto al charque secado en sombra la característica de color fue muy variable encontrándose de oscuro y desigual.

### Olor

La mayoría de los panelistas coincidió en que las características del olor son satisfactorias y muy agradables en los tres métodos.

### Gusto

La característica de gusto tuvo una respuesta variable según las piezas; la paleta se catalogó entre salado y aceptable, el charqui elaborado de los músculos de la pierna se calificó como amargo y aceptable mientras que el lomo dulce y aceptable. El charqui secado en sombra elaborado de pierna y paleta se calificó como dulce y amargo; mientras que el charqui elaborado del lomo se calificó como dulce y aceptable. El charqui de secador solar y secado a sol directo en general fue calificado como aceptable. Por los valores obtenidos se podría decir que el charqui elaborado del lomo tiene un gusto más dulce que las otras piezas.

### *Dureza*

Al igual que la característica anterior se obtuvo bastante variabilidad en las respuestas, tal como se puede observar en anexos, pero contrariamente a la categoría otorgada al lomo como carne suave; en charqui la mayoría de los panelistas coincidieron que esta pieza es ligeramente dura.

### *Masticabilidad*

La opinión de los panelistas fue variable, encontrándose coincidencias que las piezas de charqui que se disgregan fácilmente son la paleta y el lomo, en los tres métodos de secado. En un trabajo similar de Jiménez (2002) menciona que la aceptabilidad del charqui, tanto artesanal como elaborado tiene igual aceptabilidad.

## **Conclusión**

La técnica ancestral para el proceso de conservación de la carne de CS (Charqui), así como el nuevo proceso propuesto, ambos reúnen las condiciones necesarias, para lograr un producto de alta calidad proteica, así como también los niveles de microorganismos patógenos (UFC) permitidos en los alimentos, estas se encuentran muy por debajo de los niveles permitidos, casi semejante a un proceso de liofilización.

Para un nuevo proceso de charqui, considerando el estado nutricional y el tiempo de conservación se debe considerar como muy importantes las condiciones de faeno, la humedad, cantidad de sal y el tiempo de secado y no tanto así el método de secado.

En cuanto a las condiciones de faeneo para secado a sol directo (SD), secado en sombra (SS) y secado en secador solar (SSS), el proceso de faeneo debe pasar por una esquila, el transporte de los animales al matadero, descanso del animal, inspección ante y *post mortem*. En cuanto a la cantidad de sal, para todos debe ser de 4,6 % respecto al peso de carne limpia. El tiempo de secado debe ser de seis días (humedad 19,47 %), siete días (humedad 13,33 %) y cinco días (humedad 10,08%) para SD, SS y SSS, respectivamente.

Sabiendo que el principal objetivo de elaborar charqui es la de conservación de la carne, se debe mencionar que los métodos utilizados en la investigación (secado en sol directo, en sombra y en secador solar) cumplen con el objetivo.

La diferencia más notable respecto a los métodos de secado utilizado es el tiempo de secado, el método que permite un secado más rápido y con mayor homogeneidad es el secador solar.

Con el presente trabajo se probó que la cantidad de sal utilizada y el tiempo utilizado; permite la conservación del charqui a temperatura ambiente por un periodo de un año, sin ningún problema.

Por otro lado; el método de secado a utilizarse y el tipo de corte de la carne a secar influyen en la característica del color, dureza y masticabilidad y no así en el contenido microbiológico debido a la acción inhibidora de la sal sobre estos.

Un procedimiento recomendado para la elaboración del charqui es el siguiente:

- a. Se selecciona animales jóvenes, de dos a tres años de edad.
- b. Se seleccionan las carcasas observando la consistencia de la carne como para elaborar charqui
- c. Trozado de la canal, para el deshuesado.
- d. Se realizan los cortes mayores de la carcasa en piezas, siguiendo su estructura muscular.
- e. Desgrasado y destindinado (eliminación de los tendones). Una vez separado los músculos se saca la grasa de cobertura, de la misma forma los tendones, sino se desgrasa el charqui en un corto tiempo tiende a ranciarse.
- f. Rebanado y fileteado, se corta la carne uniformemente con un espesor aproximadamente de un centímetro.
- g. Salado y/o salmuera de la carne. Se intercalan filetes con capas uniformes de sal hasta llenar un recipiente, luego se deja reposar de 12 a 24 horas, para que la sal penetre en la carne, se utiliza aproximadamente de 0,5 - 15 g de sal por cada kilo de carne.
- h. Secado de filetes en secadores solares.

## **Referencias**

Bustinza V. Carne de Alpaca. Puno, Perú: Centro de Investigaciones en Camélidos Sudamericanos; 1991.

Chana JL. Comercialización y Hábitos de consumo de carne de camélidos (llama y alpaca) en La Paz y El Alto. La Paz, Bolivia: UMSA; 2000. 150 p.

FAO. Buenas prácticas para la industria de la carne – Manual. Roma, Italia: Direccion de Produccion y Sanidad Animal; 2007.

Gerken M, Snell H. Análisis sensorial de productos animales - carne de camélidos domésticos. Arequipa, Perú: UNI-GOE. EU-PROJECT SUPREME; 1998 48 p.

Jiménez T. Factibilidad económico-social-técnico de la producción de charque de llama (*Lama glama*). Oruro, Bolivia: Universidad Técnica de Oruro; 2002.

Peña R. Tecnología de calidad de alimentos y control de calidad. 2011.

Saavedra AF. Deshidratado solar técnico de carne de llama. Proyecto Energía Solar - UMSS, Consolidación Programa de Auto desarrollo Campesino (CON PAC I). Oruro, Bolivia; 1993.

Varnam AH, Sutherland JP. Carne y productos carnicol, tecnología, química y microbiología. Zaragoza, España: Acribia; 1998.

Visier A. Industria de la carne. Zaragoza, España: Acribia; 1981.

---

PONENCIAS MAGISTRALES

# Células somáticas: implicaciones de las normativas nacionales e internacionales sobre el sector caprino

---

Davinia Sánchez Macías\*, Byron Herrera Chávez, Antonio Murillo Ríos, Sebastián Guerrero Luzuriaga

Grupo de Investigación en Producción Animal e Industrialización, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba, Ecuador

## Resumen

Conocer en profundidad la naturaleza de la producción de leche y las características de esta es fundamental para asegurar la inocuidad de los alimentos y salvaguardar la salud de los consumidores. Tanto la producción como las características de la leche de cabra son muy diferentes a la de vaca. Por tal motivo, no se puede aplicar ni los mismos requisitos de calidad ni los mismos procedimientos de transformación en industria para ambos tipos de leche. Por tal motivo, en el momento de desarrollar las normativas aplicables al caso, estas consideraciones hay que tenerlas en cuenta, siempre con el objetivo de no impactar de forma negativa en el ganadero directamente, ni en el sector caprino y productivo del país o región. En este artículo se revisa algunas de las normativas nacionales e internacionales y se analiza las implicaciones que podrían tener en el sector caprino.

**Palabras clave:** Células somáticas. Leche de cabra. Normativa.

## Introducción

Existen infinidad de factores que pueden afectar a la calidad de la leche, entre ellos los relacionados con la genética animal como la especie a la que pertenezca. En base a ello, la literatura científica ha sido clara al respecto: la calidad de la leche de cabra es diferente a sus respectiva de vaca (Sánchez-Macías et al, 2014). El establecimiento de normas técnicas o reglamentos relacionados con los requisitos de calidad de la leche, así como aquellos relacionados con la inocuidad de esta, depende de la región o país en el cual se vende este producto. Sin embargo, el desconocimiento de las características de la leche de cabra, por parte de los comités encargados de elaborar las normas, podría hacer que se tomen decisiones arbitrarias respecto a los requisitos que deben cumplir. En gran parte de la normativa existente en referencia a la calidad de la leche, existen un indicador que se repite continuamente: el recuento de células somáticas (RCS).

En la industria láctea, la salud de la ubre es importante para tener éxito económico (Gonçalves et al., 2018). La infección de la ubre afecta a la producción de leche, así como a la calidad de esta y de sus productos derivados (Gonçalves et al., 2018; Caggiano et al., 2019). Las células somáticas, células blancas del sistema inmunológico, son la primera defensa contra bacterias patógenas: cuando una bacteria entra a la ubre, y se establece la infección, ocurre una inflamación y otras células blancas más jóvenes migran de la sangre a la ubre, incrementando la capacidad defensora contra el patógeno (Alhussien y Dang, 2018). Por ello, un RCS alto es, generalmente, un buen indicador de infección de la ubre, y en la mayoría de los países es usado como un criterio de sanidad para asegurar la calidad de los productos lácteos (Raynal-Ljutovac et al., 2005; van Asseldonk et al., 2010).

Este trabajo tiene como objetivo realizar un análisis sistemático de la normativa relacionada con el indicador de células somáticas en la leche de cabra en países de Latinoamérica, y sopesar las implicaciones que puede tener dicha normativa en el sector caprino.

Para ello, se revisó la normativa existente y que estaba accesible al público de varios países de Latinoamérica, Europa, Norteamérica y otros países. Se revisó en primer lugar si existe una normativa específica relativa a la calidad de la leche de cabra. En caso de ser positivo, se verificaron los indicadores de los que disponía dicha normativa en relación a las células somáticas. En este trabajo se remarcan los casos más extremos, y se teoriza sobre el posible impacto que puede tener normativas deficientes o inexistentes.

### **Las células somáticas en caprinos: un indicador controvertido**

Las cabras producen leche de forma diferente a las vacas. La leche que es producida en ubres saludables de cabras, que por naturaleza es apocrina (Dulin et al., 1983), resulta en un mayor número de células epiteliales y fragmentos celulares que contienen ADN, en comparación con las vacas. Al utilizar métodos de recuento automatizados, estas células y fragmentos son contados como células

somáticas. Además, los niveles de RCS en cabras también tienden a ser elevados al final de la lactación, a medida que aumenta el número de lactaciones, en rebaños con artritis-encefalitis caprina, por el celo, cambios estacionarios, manejo del ordeño, e incluso incrementos transitorios (Raynal et al., 2007). Todos estos factores contribuyen a un RCS mayor en la leche de cabra en comparación con la vaca. Sin embargo, el monitoreo continuo del RCS en el tanque de la leche debe hacerse de forma rutinaria, por el simple hecho de supervisar tendencias que nos puedan indicar infecciones de la ubre en caprinos (Chen et al., 2010).

Mientras en Europa no existe un límite de RCS en leche de cabra (Consejo Directivo, 1992), hasta hace poco el límite en EE.UU para este indicador era  $1 \times 10^6$  cel/ml. Sin embargo se tomó la decisión de ampliar a  $1,5 \times 10^6$  cel/ml (USDA, 2012), motivado por la existencia de trabajos científicos que demostraban que, en cabras sanas, el RCS en leche ha sido reportado entre  $0,75$  y  $5,4 \times 10^6$  cel/ml (Dulin et al., 1983, Sánchez-Macías et al., 2013). Por otro lado, otros países han establecido no sólo un límite para las células somáticas, sino también una categorización. Por ejemplo, Tailandia establece la categoría “premium”, “buena” y “estándar” para aquella leche de cabra que no sobrepase los RCS de  $0,7$ ,  $1$ , y  $1,5 \times 10^6$  cel/ml, respectivamente (Thai Agricultural Standard, 2008).

En Latinoamérica nos encontramos algunos casos curiosos. Por ejemplo, MERCOSUR (1994), en vez de aumentar el límite de RCS o eliminarlos, ha disminuido de  $2 \times 10^6$  a  $1,5 \times 10^6$ , muy probablemente motivado por los límites establecidos en EE.UU. Ecuador (INEN, 2016), por el contrario, pasó de recuento máximo de  $0,7 \times 10^6$  cel/ml permitido en leche de cabra, el cual estaba basado en la norma de leche de vaca, a eliminar dicho límite. Este hecho se ha debido, principalmente, a que en la comisión de revisión de la norma participó personal académico especialista en leche de cabra.

### **Impacto sobre el sector caprino Latinoamericano**

La existencia de una normativa que regule y determine los requisitos mínimos calidad de la leche de cabra es fundamental para asegurar la inocuidad de los productos, el desarrollo de la industria y, por

tanto, el desarrollo del sector caprino lechero. Sin embargo, la selección de indicadores y límites que no concuerdan con la realidad del producto, por la naturaleza del animal, podría tener un impacto muy grande por cuatro motivos principales:

- Los ganaderos no pueden cumplir con la normativa y no puede vender la leche de cabra a la industria, lo que conlleva tener bajos ingresos que permitan su desarrollo.

- Se puede incurrir en multas debido al incumplimiento de la normativa.

- Favorece la venta informal de leche de cabra, saltándose las normas que regulan la producción y comercialización de dicho producto.

- Se impide cumplir, ya sea el caso, con los requisitos exigidos para la importación o exportación de la leche de cabra y sus derivados.

Los dos primeros motivos tienden a desalentar las ansias del productor para desarrollarse, favoreciendo el abandono del sector caprino. El tercero puede tener un impacto negativo a nivel sanitario, poniendo en riesgo la salud de las personas por falta de control, y por ende una falta de aceptación de la leche de cabra por parte de consumidores conscientes de este punto. Y, finalmente, el cuarto motivo conlleva a una disminución de oportunidades de desarrollo a nivel nacional e incluso regional, en relación al potencial de exportación e importación.

A pesar de ello, hay que tener en cuenta que las células somáticas de cabras sanas son capaces de afectar la calidad de los productos derivados de la leche. Ello fue demostrado por Sánchez-Macías et al. (2013), quienes elaboraron quesos de cabra con distintos niveles de células somáticas provenientes de animales sanos. Llegaron a la conclusión de que las células somáticas son capaces de aumentar los niveles de proteólisis y lipólisis en los quesos en tan sólo siete días. Sin embargo, no tiene ningún riesgo para la salud de las personas, sino que simplemente se obtiene un producto que podría tener características diferentes.

## Conclusión

La presencia de personal especialista en calidad de leche de cabra es fundamental en la construcción de normativas aplicables al sector. Una normativa deficiente o muy restrictiva podría desalentar a los

productores y desfavorecer el desarrollo caprino de un país o incluso de toda una región.

## Referencias

Alhussien MN, Dang AK. Pathogen-dependent modulation of milk neutrophils competence, plasma inflammatory cytokines and milk quality during intramammary infection of Sahiwal (*Bos indicus*) cows. *Microb Pathog*. 2018;121:131-8.

Caggiano N, Lorenzo Smirnof A, Bottini JM, De Simone EA. Protease activity and protein profile in milk from healthy dairy cows and cows with different types of mastitis. *Int Dairy J*. 2019;89:1-5.

Chen SX, Wang JZ, Van Kessel JS, Ren FZ, Zeng SS. Effect of somatic cell count in goat milk on yield, sensory quality, and fatty acid profile of semisoft cheese. *J Dairy Sci*. 2010;93(4):1345-54.

Consejo Directivo. Directiva 92 /46 /CEE del consejo de 16 de junio de 199. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*; 1992.

Dulin AM, Paape MJ, Schultze WD, Weinland BT. Effect of parity, stage of lactation, and intramammary infection on concentration of somatic cells and cytoplasmic particles in goat milk. *J Dairy Sci*. 1983;66(11):2426-33.

Gonçalves JL, Kamphuis C, Martins CMMR, Barreiro JR, Tomazi T, Gameiro AH, et al. Bovine subclinical mastitis reduces milk yield and economic return. *Livest Sci*. 2018;210:25-32.

MERCOSUR. Resolución No. 91/93 del Grupo Mercado Común y la Recomendación No. 42/94 del SGT No. 3 "Normas Técnicas". Identidad y calidad de la leche fluida a granel. Consejo del Mercado Común; 1994.

INEN. NTE INEN 2624. Leche cruda de cabra. Requisitos. Ecuador: Servicio Ecuatoriano de Normalización; 2016.

Raynal-Ljutovac K, Pirisi A., Crémoux R., Gonzalo C. Somatic cells of goat and sheep milk: Analytical, sanitary, productive and technological aspects *Small Rumin Res*. 2007;68(1-2):126-44.



Sánchez-Macías D, Morales-delaNuez A, Torres A, Hernandez-Castellano LE, Jimenez-Flores R, Castro N, et al. Effects of addition of somatic cells to caprine milk on cheese quality. *Int Dairy J.* 2013;29(2):61-7.

Sánchez-Macías D, Moreno-Indias I, Castro N, Morales-Delanuez A, Argüello A. From goat colostrum to milk: physical, chemical, and immune evolution from partum to 90 days postpartum. *J Dairy Sci.* 2014;97(1):10-6.

Thai Agricultural Standard. TAS 6006-2008. Raw goat milk. Bangkok: National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards; 2008.

USDA. General Specifications for Dairy Plants Approved for USDA Inspection and Grading Service. 7 CFR Part 58. Estados Unidos: United States Department of Agriculture; 2012.

van Asseldonk MA, Renes RJ, Lam TJ, Hogeveen H. Awareness and perceived value of economic information in controlling somatic cell count. *Vet Rec.* 2010;166(9):263-7.

## PONENCIAS MAGISTRALES

# Centro de producción caprina del Altiplano-Ceprocal: de un vaso de leche a una cadena de valor caprina. La experiencia de Guatemala

Rodrigo Arias<sup>1\*</sup>, Sergio Tello<sup>2</sup>, Reinaldo Penner<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Director de Seguridad Alimentaria y Especialista en cabras lecheras; Save the Children, Ciudad de Guatemala, Guatemala

<sup>2</sup> Especialista en Producción Animal; Save the Children, Ciudad de Guatemala, Guatemala

<sup>3</sup> Consultor en cadena de valor caprina, Asunción, Paraguay.

## Introducción

En América Latina, Guatemala es el país que presenta la mayor desnutrición crónica en niños menores de 5 años, con una prevalencia nacional de 46,5%. Del país, es la región del Altiplano Occidental con una población mayoritariamente indígena la que presenta la mayor prevalencia para este indicador, alcanzando un valor del 61%. Asimismo, de acuerdo a la Encuesta nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI, 2016), en el departamento de Quiché la incidencia de pobreza alcanza el 74% y de acuerdo a la línea base conducida por el Programa Maya de Seguridad Alimentaria en el 2013 e implementado por Save the Children el nivel de pobreza extrema (porcentaje de personas que viven con menos de US\$ 1,25 al día) en las comunidades del referido programa en los departamentos de Quiché, Huhuetenango y Quetzaltenango alcanzó un 44%.

Dentro de los factores que contribuyen a los altos niveles de desnutrición crónica en la niñez; la falta de proteína de alta disponibilidad biológica, luego de terminado el periodo de lactancia materna;

es uno de los más importantes. La mayoría de las familias en la referida región, no tienen acceso a alimentos de buena calidad para una adecuada alimentación complementaria durante ese periodo crítico que comprende una ventana de 1000 días.

Tomando en cuenta la problemática arriba presentada, hace 15 años, Save the Children hizo una revisión de su programa de Seguridad Alimentaria, buscando alternativas para mejorar la diversidad y calidad de la dieta que consumen las familias. Durante la implementación del Programa Maya de Seguridad Alimentaria, llevada a cabo por Save the Children con el apoyo de USAID, en el año 2004; basado en un diagnóstico del sistema de producción de los agricultores de subsistencia ubicados en el departamento del Quiché, se concluyó que la crianza de cabras lecheras a nivel de hogar sería una buena alternativa, a través de la incorporación de un módulo con una cabra lechera por familia, con la idea de al menos disponer de un vaso de leche para un niño o niña, menor de los cinco años.

Las cabras lecheras pueden criarse tanto para mejorar la dieta de las familias rurales como para el procesamiento de los excedentes de leche en queso o dulce. Adicionalmente, los pediatras recientemente recomiendan la leche de cabra como una alternativa para los niños que presentan alergias a la leche de vaca. Debido a que la gran mayoría de familias rurales tienen limitado acceso a alimentos como carne o pescado, la leche de cabra puede constituirse en una importante fuente de proteína, fósforo y calcio (Hanlein, 2002).

Con base a la revisión referida antes, al final de un segundo PROMASA (2006 a 2012), programa también implementado con fondos USAID, se habían logrado establecer módulos con cabras lecheras en alrededor de 1,600 hogares ubicados en comunidades del departamento del Quiché. Todos esos módulos fueron implementados con el propósito de obtener leche para los niños como parte de la alimentación complementaria, luego de finalizada la lactancia materna.

Casi finalizando este programa, el equipo técnico de Save the Children analizó el modelo propuesto de una cabra por hogar, encontrando varios factores que limitaban su sostenibilidad como la poca aptitud lechera de las cabras y con producciones promedio de 500 cc por cabra/día y por ende poco aliciente al esfuerzo realizado por miembros de la familia en el cuidado de los animales. Es así que a finales del año 2011, nace la idea de construir el Centro de Producción Caprina del Altiplano- CEPROCAL- bajo una alianza entre Save the Children y la Fundación Agros. Los recursos para la construcción de las instalaciones fueron conseguidos por medio de Save the Children a través de donaciones y el terreno fue provisto por la Fundación. Los aportes hechos para la edificación y equipamiento del centro fueron de varias fuentes, entre ellas las principales, el de la Empresa Keurig Green Mountain y el de la división Food for peace de USAID a través del Programa de Acciones Integradas en Seguridad Alimentaria y Nutricional del Occidente (PAISANO) implementado por Save the Children. Adicionalmente con el apoyo de la fundación Cristadelphian Meal a day, se llevó a cabo un proyecto comunitario con un aproximado de 75 familias ubicadas relativamente cerca del centro para que en un futuro pudieran ser proveedores de leche del mismo.

Los objetivos planteados para la implementación y funcionamiento de CEPROCAL fueron los siguientes:

1. Capacitación en buenas prácticas de manejo caprino. Dirigidas a agricultores líderes y promotores, caprinocultores, estudiantes Universitarios, técnicos de otras ONG's.

2. Mejoramiento Genético y buenas prácticas de reproducción. Breeding and promotion of genetically improved goats imported from Mexico that are intended to produce high yields of milk. Mejoramiento de las cabras locales por medio de la utilización de cruzamientos utilizando sementales de alta calidad genética vía monta o inseminación artificial

3. Producción de leche cabra y sus derivados para la venta Producción de productos de leche de cabra, incluyendo cajeta y quesos. El propósito de esta actividad es generar fondos para que el centro sea sostenible.

4. Realizar estudios de Investigación: El centro ofrece un ambiente controlado a investigadores y estudiantes para llevar a cabo estudios relacionadas con las cabras lecheras. A la fecha han sido conducidos 11 estudios.

Luego de un año y medio de trabajo, las instalaciones de CEPROCAL fueron inauguradas oficialmente en julio de 2013. El complejo consta de cinco galpones para albergar las diferentes categorías de cabras y su capacidad es de 300 animales con un área techada de 350 m<sup>2</sup> Asimismo cuenta con una sala de ordeño (40 m<sup>2</sup>), el mismo es mecánico, con una estación de 4 puntos por el método de cubetas. Adicional a ello se construyó una pequeña planta de procesamiento que cuenta con equipo como pasteurizadora, enfriadores y mobiliario y utensilios para la transformación de leche en productos como cajeta, quesos y yogurt.

El área proporcionada por la Fundación AGROS fue de 2,5 ha, localizada a 8 Km en la aldea El Paraíso, en las afueras del Municipio de Nebaj en el departamento de Quiché. Del área referida, 14525 m<sup>2</sup> están siendo utilizadas por el centro.

En la Tabla 1 se muestra la Inversión realizada en CEPROCAL para la construcción de las instalaciones, su equipamiento y adquisición de cabras lecheras. El inventario actual del centro se presenta en la Tabla 2.

**Tabla 1** - CEPROCAL - Inversión en Activos, equipo e inventario Caprino

Activos	Valor en US\$
Materiales de Construcción	\$78.147
Mano de Obra	\$32.384
Equipo	\$8.144
Activos para procesamiento de leche	\$51.327
Inventario Caprino	\$74.263
<b>Total</b>	<b>\$247.876</b>

**Tabla 2** - Inventario Caprino - CEPROCAL al 31 de marzo de 2019, Fundación Agros Nebaj, Quiché

Categoría	Numero
Cabras	74
Sementales	11
Cabritas	42
Crias	43

Fuente : Datos Fundación AGROS, marzo 2019.

En cuanto a la adquisición de cabras lecheras para CEPROCAL, a finales del año 2011 realizó una importación de 20 cabras y 9 sementales de las razas Alpino y Saanen del área de Apaseo, Guanajuato, México. A inicios del año 2015, se importaron otros 42 animales (30 hembras y 12 sementales). Aparte de las cabras importadas, localmente se adquirieron 50 más. Con base a este inventario caprino inició la reproducción y el programa de mejoramiento genético de los animales.

### Beneficios comunitarios por influencia de CEPROCAL

Todo el impacto que puede tener CEPROCAL a nivel de las comunidades que han sido beneficiadas por el centro, a través de las capacitaciones recibidas

por los productores o el mejoramiento genético se sus cabras, es difícil poder estimarlo. Sin embargo, en un esfuerzo por conocer dicho impacto a finales del año 2014 se llevó a cabo un estudio (Save the Children y keurig Green Mountain, 2014) siguiendo la metodología del marco muestral, primero se definió un sub-universo de 530 familias del total de 1484 familias alcanzadas tomando en cuenta condiciones de acceso geográfico, una relación costo/beneficio aceptable y que la comunidad tuviera al menos 10 hogares con cabras. Con base a lo anterior, se determinó una muestra aleatoria de 106 familias. Los principales resultados se resumen en el Cuadro 1. Entre los hallazgos más relevantes se puede mencionar que la producción promedio por cabra día se incrementó de 400 a 895 ml, más hogares se dedican a criar cabras, producen y venden leche y más niños consumen leche.

**Cuadro 1** - Principales resultados de una encuesta realizada a 105 beneficiarios del proyecto comunitario relacionado con CEPROCAL El Quiché, Guatemala (Datos evaluación final - Save the Children y Keurig Green Mountain, 2014)

Las familias criando cabras pasaron de 29 a 103 al final del Proyecto.
De las 105 familias, 41 reportaron tener una cabra, 23 familias, 2 cabras, 17 familias, 3 cabras y 22 más de 3 cabras. Esto evidencia el crecimiento del rebaño a nivel de los hogares.
Antes de iniciado el Proyecto, solo 22 familias ordeñaban sus cabras mientras que al final del mismo, 66 familias lo hacían.
De esas 66 familias, 35 reportaron que la producción de leche por día era de 0,5 lt, 5 familias, 0,75 litros, 16 familias 1 lt y 10 familias informaron que sus cabras daban 2 litros. Esta información evidencia que la producción de leche de las cabras en un grupo importante de productores se ha incrementado significativamente producto de la mejora genética de las cabras a través de los sementales mejorados proporcionados por CEPROCAL, así como la capacitación en buenas prácticas de manejo caprino.
Antes del proyecto, de las 105 familias solo 20 reportaron que sus niños menores de 5 años consumían leche de cabra, al finalizar el proyecto 73 hogares reportaron el consumo de leche.
Antes del Proyecto, de las 105 familias, solo 4 informaron que vendían leche de cabra, al finalizar el mismo, 90 familias indicaron hacerlo.

## **Proyecto Desarrollo Productivo y Micro Empresarial de Producción Caprina**

Este proyecto apoyado por la Fundación Cristadelphians Meal a Day, se diseñó e implementó para vincular a familias de productores con cabras lecheras con CEPROCAL. Los resultados de este proyecto, luego de cuatro años de implementación en diferentes fases, evidenciaron que a través del apoyo a 75 productores caprinos ubicados en cinco comunidades en Quiché, de 30 cabras ordeñadas se obtenían 31 litros de los cuales 7 eran consumidos. De este análisis se concluye que de 75 a 100 cabras criadas por productores ubicados en las cercanías del CEPROCAL, pueden volverse en proveedores de leche del centro. Estas familias, a través de este proyecto recibieron enfriadores/congeladores y en combinación con dos camioncitos con enfriamiento donados por la empresa de telefonía TIGO puede crearse una ruta de acopio de leche para la planta que puede incluso alcanzar a más familias con cabras lecheras.

## **Evaluación financiera y de mercado de CEPROCAL**

A mediados del año 2017, se llevó a cabo una consultoría para evaluar aspectos financieros y de mercado (Penner, 2017) de CEPROCAL. El principal objetivo de dicha consultoría fue evaluar aspectos financieros y de manejo de operaciones del centro. A continuación se presentan en forma resumida la metodología y los principales hallazgos de dicho estudio. La evaluación de CEPROCAL se llevó a cabo utilizando la información secundaria disponible del centro y consultas de personal clave de Save the Children y Fundación Agros. El estudio fue completado en dos fases:

1. Inicio y arranque del estudio. El análisis comenzó con una revisión de gabinete sobre los documentos relevantes de CEPROCAL e entrevistas con personal clave.

2. Fase de visitas de campo. Se realizaron visitas de campo a CEPROCAL y a su área de influencia como las comunidades en donde se estaban llevando actividades relacionadas con el centro, en las cuáles se llevaron a cabo grupos focales

con productores caprinos y visitas de observación. Asimismo se realizó un análisis del mercado de los productos caprino basado en visita a empresas comercializadoras/distribuidoras de productos lácteos de cabra en la ciudad de Guatemala.

Se llevaron a cabo 17 entrevistas no estructuradas con preguntas abiertas relacionadas con el área de experiencia de la persona entrevistada. Por ejemplo, las entrevistas con el equipo de Monitoreo Y Evaluación del Programa PAISANO bajo el cual se implementó CEPROCAL, se enfocaron en indicadores, mientras que entrevistas con profesores de la Escuela de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos se centraron en aspectos de salud, manejo y mejoramiento genético de cabras lecheras.

## **Producción de leche en CEPROCAL**

La producción actual de leche en CEPROCAL es de alrededor de 60 litros por día, producto del ordeño de 40 cabras (1,5 litros/cabra/día). El 95 % de esta leche, se procesa en su planta para la elaboración de cajeta, en una relación de 2:1 (litros de leche/litro de cajeta) la cual se vende en una cadena de restaurant en la ciudad de Guatemala. La leche remanente se procesa en yogurt, queso y helados, los cuales se venden en el mismo centro o en la ciudad de Nebaj, Quiché.

En la fecha de esta evaluación el centro operaba con una pérdida de \$9,000 por año, pero las proyecciones de la comercialización de cajeta y futuras ventas de queso y otros productos en supermercados y a nivel local, podrán despegar si dichos productos pueden registrarse. Aunque la producción de leche aún es baja, se espera que con el aumento de cabras en producción, la misma incremente considerablemente. Asimismo, el proyecto piloto referido implementado por Save the Children, con el apoyo de Cristadelphinas Meal a day, el cual inició en el 2017, se espera en el futuro cercano contribuya en el suministro de leche al centro por parte de los productores excedentarios. En la Tabla 3 se presentan las proyecciones de Ingresos y egresos de CEPROCAL, tanto de la granja de cabras como del área de procesamiento y comercialización de productos.

**Tabla 3 - Ingresos Netos CEPROCAL**

<b>Ingresos proyectados</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>
Ventas caramelo	\$ 47.928,6	\$71.893,0	\$86.271,6
Ventas queso	\$24.896,6	\$38.340,8	\$60.249,8
Ventas yogurt	\$4.138	\$4.386	\$18.934
Ventas totales	\$76.964	\$114.620	\$165.456
Costos fijos totales	\$12.764	\$30.293	\$31.566
Costos variables totales	\$53.589	\$79.769	\$113.137
Margen cajeta por litro de leche	\$1,3	\$1,3	\$1,3
Margen queso por litro de leche	\$1,4	\$1,4	\$1,4
Margen yogurt por litro de leche	\$1,3	\$1,3	\$1,3
Margen total por ventas	13,8%	4,0%	12,5%
Ingreso neto	\$10.611	\$4.557	\$20.752
<b>Ingreso Neto Proyectado Centro de Cabras</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
Litros de leche al año	15.33	21.9	32.85
Ventas totales	\$31.074	\$44.392	\$66.588
Costos totales	\$32.642	\$35.359	\$38.614
Margen por litro de leche	-\$0,1	\$0,4	\$0,9
Margen total por ventas	-5%	20%	42%
Ingreso neto	-\$1.568	\$9.033	\$27.974
Ingreso Total Neto	\$9.043	\$13.590	\$48.726

Fuente: Penner, 2017.

## Evaluación de mercado

La evaluación de Mercado de las dos principales actividades del Centro (producción de leche y sus derivados y venta de genética por animales) concluye que la sostenibilidad en el largo plazo de CEPROCAL, depende de la venta de los productos lácteos, por lo que es en esta área que hay que poner le mayor énfasis. Las otras actividades como venta de pie de cria de alta calidad genética y compost con base a estiércol de cabra no deben descartarse, pero tendrán menor prioridad por aspecto de usos de recursos.

En Guatemala, no existe mercado formal para los productos de leche de cabra, pero el mercado informal ha venido creciendo debido al entusiasmo de algunos productores, principalmente por la venta de quesos y yougurt. Sin embargo, la cajeta de CEPROCAL y el yougurt de Valparaiso, son los únicos productos que tienen un mercado establecido en restaurant y una cadena de supermercado. A nivel local, en el

área de influencia de CEPROCAL, hay posibilidades de expandir el mercado de la leche fluida, yogurt y helados elaborados con leche de cabra.

## Conclusiones

1. Proyectos apoyados por USAID como el Programa Maya de Seguridad Alimentaria (PROMASA) y el Programa de Acciones Integradas en Seguridad Alimentaria y Nutricional del Occidente (PAISANO), el programa de Seguridad Alimentaria con cabras lecheras financiado por Keurig Green Mountain y CEPROCAL, en los últimos 15 años, han contribuido a sentar las bases para posibilitar que cientos de pequeños productores que viven en condiciones de alta vulnerabilidad de Inseguridad Alimentaria y pobreza se vinculen a una incipiente cadena de valor de productos lácteos de cabra, con una demanda creciente en el país.

2. En Guatemala el Mercado para la leche de cabra y sus productos ha ganado espacios importantes, pero todavía opera en la informalidad. Adicional a la cajeta, el mercado de quesos gourmet es algo en que CEPROCAL debe considerar para diversificarse y mejorar sus ingresos. La demanda ya existe para este producto lácteo, pero los proveedores operan en forma artesanal, lo cual no produce el volumen requerido para ingresar al mercado formal de quesos gourmet. CEPROCAL con base a la experiencia ganada en la producción y comercialización de cajeta tiene que convertirse en un proveedor de queso en un mercado formal y estable como el de los supermercados.

3. El suministro de leche de cabra por parte de los productores a la planta de CEPROCAL es posible, tomando en cuenta que un 20% de las familias a producción excede el consumo. Si la demanda es asegurada, la mayor explicación en el corto plazo para tener una producción excedentaria es la disponibilidad de área, pero en el mediano plazo, dependerá de tecnología apropiada como buena genética para la producción de leche, forrajes adecuados, manejo de la lactación orientada a la producción (y no tanto para alimentar el cabrito), buenas prácticas de manejo y salud animal y la disposición de los caprinocultores para adoptar las innovaciones.

## Recomendaciones

De acuerdo a los resultados de la evaluación Financiera y de mercado, se requieren seis etapas para que CEPROCAL se convierta en un Centro Caprino Rentable y mantenga su proyección social con el apoyo para la mejora del manejo caprino de cientos de productores en el Altiplano occidental de Guatemala. Dichas etapas son:

a) Operar la transferencia de CEPROCAL a la Fundación Agros e inyectar los recursos necesarios para incrementar el nivel de operación tanto en producción de leche como en diversificación y comercialización de productos.

b) Obtener la licencia sanitaria y registro de productos para poder comercializar de manera formal a nivel de cadenas de supermercados.

c) Incrementar la capacidad de comercialización de los pequeños caprinocultores para que aparte de productores también sean consumidores.

d) Incrementar la capacidad de comercialización y mercadeo de cajeta y queso en CEPROCAL para proveer a los supermercados en la capital y de productos alternativos (helados, yougurt, quesos frescos) en la ciudad de Nebaj, Quiché.

e) Incrementar la producción de leche de los pequeños caprinocultores en las cercanías del centro, a través del establecimiento de una cadena de suministro de leche.

f) Fortalecer la incipiente Asociación de productores caprinos y vincularlos de manera formal con la Fundación AGROS y CEPROCAL.

## Referencias

ENCOVI. Encuesta nacional de condiciones de vida. 2016. 275 p.

Penner R. Assessment Report and Sustainability Plan of CEPROCAL. FFP/USAID, Save the Children; 2017.

Save the Children, Keurig Green Mountain. Food Security and Health Promotion for Families Working in Coffee-Production Areas in Guatemala. Reporte final de Proyecto. 2014.

## PONENCIAS MAGISTRALES

# El “Arte de la Guerra” contra los nematodos gastro-intestinales en rebaños de ovinos y caprinos del trópico

Juan Felipe Torres-Acosta<sup>1\*</sup>, Hervé Hoste<sup>2</sup>, Carlos Alfredo Sandoval-Castro<sup>1</sup>, Rafael Arturo Torres-Fajardo<sup>1</sup>, Javier Ventura-Cordero<sup>1</sup>, Pedro Geraldo González-Pech<sup>1</sup>, María Gabriela Mancilla-Montelongo<sup>3</sup>, Nadia Florencia Ojeda-Robertos<sup>4</sup>, Cintli Martínez-Ortíz-de-Montellano<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), Mérida, México

<sup>2</sup> Interactions Hôtes - Agents Pathogènes (IHAP), Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse(ENVT), Université de Toulouse, Toulouse, Francia

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), Mérida, México

<sup>4</sup> División Académica de Ciencias Agropecuarias (DACA), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Villahermosa, México

<sup>5</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

## Resumen

El presente trabajo profundiza los conceptos de las infecciones por nematodos gastrointestinales (NGI) en rumiantes a la luz de nuevos hallazgos de la relación animal-parásito-vegetación y muestra cómo usar estos para orientar el uso racional de los métodos de control alternativo. Primeramente, se reflexiona acerca del control de NGI en la época actual y cómo el uso indiscriminado de los antihelmínticos (AH) ha generado un gran problema de resistencia a estos medicamentos. La investigación de NGI resistentes a AH ayudó a reconocer que las cargas elevadas de NGI se encuentran en una baja proporción de animales de cada rebaño. Esto permite plantear un nuevo paradigma de control basado en el uso selectivo de los AH solo en los animales que lo necesitan. Se propone que las bajas infecciones por NGI en los rebaños se deben a: (i) el uso de razas nativas resistentes a los NGI, (ii) la baja

infectividad de las praderas durante muchos meses del año, (iii) el consumo de plantas de la vegetación nativa tropical que contienen compuestos secundarios (CS) que afectan varias fases del ciclo de NGI, y (iv) conductas de pastoreo que limitan el consumo de fases infectantes en forrajes de baja altura a las horas de mayor infectividad. Se plantea la necesidad de usar alguna estrategia de desparasitación selectiva dirigida reduciendo problemas de falsos positivos y falsos negativos comunes a varias estrategias. Para reducir la dependencia por AH convencionales se requiere de métodos alternativos que afecten las fases fuera de los hospedadores o dentro de ellos. Posiblemente muchos productores ya estén usando algún método alternativo de control sin ser conscientes de esto. Por ejemplo, al usar animales de razas tropicales se aprovecha su capacidad de resistir a los NGI. Además, el pastoreo en vegetación de



selvas tropicales implica consumir plantas nutraceuticas que aportan nutrientes y CS con actividad AH. Las estrategias mencionadas pueden ser reforzadas con la suplementación dietética para mejorar la productividad y la respuesta inmune contra los NGI. Algunos productores podrían interesarse en la rotación de praderas, que sirve para evadir a las larvas infectantes en los potreros. En un futuro pudieran tener acceso a hongos nematófagos que pueden usarse para evitar que las larvas L3 salgan de las heces y contaminen los forrajes. Un elemento que será importante es la vacuna Barbervax© que utiliza un antígeno obtenido del intestino del *Haemonchus contortus* para generar anticuerpos contra ese parásito logrando reducciones de cargas parasitarias > 90%. En conclusión, es necesario seguir profundizando en la relación animal-parásito-vegetación para que ese conocimiento nos lleve a tomar mejores decisiones en cuanto a los métodos de control. Todo esto para permitir la sustentabilidad de la estrategia de control de NGI en cada rebaño.

**Palabras clave:** Era post-anthelmíntica. Métodos alternativos de control. Combinación de estrategias de control.

## Introducción

Un principio del antiguo libro "El Arte de la Guerra" escrito por Sun Tsu entre los siglos VI y V antes de Cristo sugiere "evitar hasta donde sea posible usar armas para destruir al enemigo" (Tsu, 1999). Sin embargo, en la guerra contra los nematodos gastrointestinales (NGI) de los ruminantes domésticos hemos hecho exactamente lo contrario a esa antigua recomendación. La humanidad ha usado antihelmínticos (AH) como principal y a veces única arma para la lucha contra los NGI. Como hubiera sido anticipado en ese antiguo libro Chino, los parásitos están ganando la guerra basada solo en los AH. Los NGI utilizaron una antigua herramienta de la naturaleza: la selección de poblaciones genéticamente adaptadas para resistir a los AH. Estas drogas han dejado de funcionar en una gran proporción de rebaños sobre todo de zonas tropicales como se ha observado en Brasil (Salgado y Santos, 2016) y México (Herrera-Manzanilla et al., 2017). Consecuentemente, se requiere de un cambio

en el paradigma de control de NGI. Hace casi dos décadas se propuso este cambio en México (Torres-Acosta, 2000). En ese entonces se desconocía la situación de resistencia a los AH en México y se habían probado muy pocos métodos alternativos de control. Para inicios de la siguiente década ya se contaba con gran cantidad de trabajos que sugerían una situación alarmante de NGI resistentes a los AH en el continente americano (Torres-Acosta et al., 2012) y estos resultados parecen empeorar con el tiempo (Sepúlveda-Vázquez et al., 2017). En ese mismo período de tiempo se ha demostrado que diversos métodos alternativos de control de NGI son viables en condiciones tropicales (Torres-Acosta et al., 2014a). Varios de estos métodos de control atacan a las fases de vida libre de los NGI en los potreros, y otros atacan a los NGI en el interior de los animales. El nuevo paradigma de control de NGI debe basarse en el uso de diferentes métodos de control usados de manera simultánea y racional. Sin embargo, para que el nuevo paradigma tenga éxito sigue siendo necesario cumplir con otra antigua máxima de Tsu (1999): "conocer bien al enemigo (las especies de NGI, su estacionalidad, etc.) y conocerte a ti mismo" (las estrategias de control que vas a aplicar, las granjas, los animales, los potreros). En general, creemos conocer "bien" a los NGI, pero realmente no profundizamos en nuestro conocimiento acerca de ellos. En cuanto al conocimiento de nosotros mismos, tal vez sepamos algo de las granjas o las razas de los animales, pero tal vez no somos capaces de reconocer las debilidades y fortalezas de cada uno de los métodos alternativos de control de NGI existentes, o de sus posibles antagonismos o sinergias. Debemos ser totalmente conscientes de las ventajas y desventajas de cada uno de los métodos de control de NGI para poder usarlos correctamente. Además, debemos entender que los diferentes métodos de control deben ser usados dentro de una estrategia bien fundamentada ya que "las tácticas sin estrategia definida son el ruido antes de la derrota" (Tsu, 1999). El presente trabajo profundiza algunos conceptos de las infecciones por NGI en ruminantes a la luz de nuevos hallazgos de la relación animal-parásito-vegetación y muestra cómo usar el conocimiento de esta relación para orientar el uso racional de los métodos de control alternativo.

## Desarrollo temático

### Un nuevo paradigma para el control de NGI en rumiantes domésticos

Siguiendo con las enseñanzas de Tsu (1999), "las armas son instrumentos fatales que deben ser utilizadas cuando no hay otra alternativa". Sin embargo, una vez que la humanidad tuvo acceso a los modernos AH convencionales, con eficacias superiores al 95% de reducción contra los NGI, prácticamente todos los involucrados en la producción de rumiantes abandonaron cualquier método de control de NGI que hubieran usado antes de ese momento de la historia. La "era de los AH" nacía como un parte aguas para la humanidad, en el que estas drogas fueron consideradas como la única "arma" de control confiable contra los NGI, capaz de mejorar la productividad y evitar signos clínicos de NGI en animales en pastoreo. El uso de los AH convencionales constituye todavía el paradigma del control moderno de los NGI. Sin embargo, los AH fueron usados de manera inadecuada y excesiva dando como resultado que, en pleno inicio de la segunda década del siglo XXI, se ponga en duda la sustentabilidad del control de NGI basado en AH en los rebaños de pequeños rumiantes del presente y el futuro.

Los diferentes trabajos de diagnóstico de resistencia a los AH han generado información en dos aspectos muy valiosos. El primero, es la elevada frecuencia de rebaños resistentes a los AH en diferentes zonas del mundo, que deja constancia de la alarmante situación en que se encuentran los rebaños en los que hay NGI resistentes a una o varias clases de AH. Estos resultados hacen evidente que el uso irracional de los AH está dando origen a una nueva era en el control de NGI: la "era post-antihelmínticos". Esta se define como el momento histórico de cada granja en el que los tratamientos con AH se vuelven innecesarios debido a que sus poblaciones de NGI son multirresistentes a todas las clases de AH, tanto en forma individual como en cualquier combinación. Tanto en Brasil como en México existen ya reportes de rebaños en los que ninguna de las clases de AH disponibles logran controlar a los NGI (Silva et al., 2018). El segundo aspecto, producto de estas investigaciones y tal vez

aun más valioso, es el conocimiento de la cantidad de animales que en cada rebaño muestran bajas eliminaciones de huevos de NGI por gramo de heces (HPG). Es bien conocido que la eliminación de HPG en heces nos aporta una idea muy precisa de la cantidad de NGI en el interior de los animales, ya que una baja eliminación de HPG se asocia a una baja carga de NGI en el animal y una alta eliminación de HPG se asocia a una alta carga de NGI en el animal (Mohammed et al., 2016). Lo anterior demuestran que en cada rebaño explorado hay muy pocos animales que tienen altas cargas de NGI, y que estos conviven con una gran mayoría de animales con pocos parásitos (Tabla 1).

Este fenómeno en el que la mitad de los animales tienen < 200 HPG se ha demostrado en rebaños caprinos, ovinos y bovinos de diferentes zonas tropicales de México (Torres-Acosta et al., 2014b; Medina-Pérez et al., 2015; Soto-Barrientos et al., 2018), y está siendo investigado en otras zonas tropicales de América latina.

Ambos resultados dan sustento a la necesidad de cambiar el paradigma de control de NGI en las granjas de rumiantes domésticos. Por un lado, se hace evidente la urgente necesidad de reducir nuestra dependencia por los AH convencionales y, por otro lado, también es evidente que hay muchos animales que no necesitan ser desparasitados pues naturalmente tienen bajas cargas de estos parásitos.

### ¿Por qué son pocos los animales que tienen altas cargas de NGI?

La sección anterior sugiere que los veterinarios y productores habían usado por décadas información superficial acerca de la realidad de las parasitosis por NGI en rumiantes en zonas tropicales húmedas y subhúmedas. Las infecciones por NGI se apreciaban como un peligro inminente para todos los animales en pastoreo (Cuadro 1). Ante este escenario de temor surgieron los AH convencionales en la segunda mitad del siglo XX (años 70s y 80s) como una herramienta para poder tener más animales por hectárea, evitando los efectos negativos de los NGI como el sufrimiento animal, la baja productividad y la mortalidad. Para muchos productores y veterinarios, encontrar un animal mostrando algún

signo asociado a las infecciones por NGI (diarrea, debilidad, anemia, baja condición corporal, edema sub-mandibular, etc.) es suficiente evidencia para desparasitar a todos los animales de un rebaño. La nueva información disponible acerca de la dinámica de las infecciones por NGI en rumiantes en pastoreo en zonas tropicales cálidas húmedas nos ha permitido actualizar y precisar nuestros conceptos acerca de los NGI y su control (Cuadro 1). Se ha demostrado que en las infecciones por NGI sólo son riesgosas en una pequeña proporción del rebaño.

De hecho, estas bajas cargas de NGI en la mayoría de los animales pudieran ser una demostración de adaptación mutua entre los parásitos y hospederos ya que a los primeros no les beneficia matar a su hospedero. Solo cuando otros factores afectan ese balance (como en la desnutrición o el parto) se presentan animales con problemas pues no pueden cubrir el costo de los parásitos. Por lo que es necesario desarrollar estrategias de control dirigidas a limitar a los NGI únicamente en esa pequeña proporción de animales de cada rebaño.

**Tabla 1** - Distribución de la cantidad de huevos por gramo de heces (HPG) eliminados por ovinos o caprinos de zonas tropicales cálidas y templadas donde se puede ver que el 50% de la población muestreada (mediana) tiene solo de 50 a 200 HPG, el 75% de los animales (3er cuartil) eliminó entre 200 y 650 HPG, y la proporción de animales con más de 1000 HPG fue entre 2,8% y 27,9%

	Mínima	Mediana	3er cuartil	1000 HPG o mayor	Referencia
Regiones cálidas					
Tabasco (n = 900 ovejas)	0	100	550	16,8%	Medina-Pérez et al., 2015
Campeche n = 907 ovejas	0	100	350	11,8%	Sepúlveda-Vázquez et al., 2017
Yucatán n = 1500 cabras	0	100	650	27,9%	Torres-Acosta et al., 2014
Yucatán n = 2788 ovejas	0	100	650	15,%	Soto-Barrientos et al., 2018
Regiones templadas					
Querétaro n = 299 cabra	0	200	450	9,6%	Martinez-Ortiz de Montellano*
Querétaro n = 141 cabras	0	100	200	1,4%	Martinez-Ortiz de Montellano*
Morelos n = 942 ovejas	0	50	300	9,8%	Martinez-Ortiz de Montellano*
Morelos n = 906 ovejas	0	150	400	8,8%	Martinez-Ortiz de Montellano*

Nota: \* Datos no publicados.

**Cuadro 1** - Productores y veterinarios que deben controlar las infecciones por nematodos gastrointestinales (NGI) en las poblaciones de rumiantes domésticos en pastoreo de zonas tropicales tienen que cambiar de los conceptos erróneos imperantes en la actualidad (I) y adoptar nuevos conceptos (II) que permitirán un control más sustentable de estos parásitos

(I) Conceptos erróneos acerca de las infecciones por NGI en rumiantes en el trópico	(II) Conceptos nuevos acerca de las infecciones por NGI en rumiantes en el trópico
<p><b>(a)</b> Los animales en pastoreo se infectan en todo momento con gran cantidad de fases infectantes (L3) de diferentes especies de NGI.</p> <p><b>(b)</b> Todos los animales con infecciones mixtas de NGI están enfermos.</p> <p><b>(c)</b> Todos los animales infectados con NGI tienen baja producción o mueren en comparación con animales no infectados.</p> <p><b>(d)</b> El tratamiento con un AH eficaz beneficia a todos los animales infectados.</p>	<p><b>(a)</b> Los animales en pastoreo se infectan en época de lluvia con cantidades variables de L3 de diferentes especies de NGI.</p> <p><b>(b)</b> Sólo los animales con infecciones mixtas severas de NGI tienen signos de enfermedad.</p> <p><b>(c)</b> Una baja proporción de animales infectados con NGI tienen baja producción o mueren por la infección.</p> <p><b>(d)</b> El tratamiento con un AH eficaz no beneficia a los animales con pocos parásitos.</p> <p><b>(e)</b> Los animales con cargas moderadas de NGI son igual de saludables y productivos que los animales libres de NGI.</p> <p><b>(f)</b> No es necesario mantener libres de NGI a los animales en pastoreo mediante AH.</p> <p><b>(g)</b> Los animales no desparasitados sirven como refugio de susceptibilidad a los AH para la granja sobre todo en época de seca.</p> <p><b>(h)</b> En época de seca sólo desparasitar a los animales que realmente lo necesiten.</p>

La baja cantidad de animales con altas cargas de NGI en las granjas de zonas tropicales cálidas pudiera deberse a diferentes factores:

(i) *Las razas de animales de zonas tropicales tienen una gran capacidad de demostrar una respuesta innata o una respuesta inmune adquirida contra los NGI.* Esto resulta en animales de diferentes edades con bajas cargas de HPG en comparación con animales de razas menos adaptadas a NGI, aún cuando son expuestos a niveles de infecciones semejantes (Palomo-Couoh et al., 2016, 2017).

(ii) *Algunos rebaños de zonas tropicales cálidas húmedas pudieran tener baja cantidad de larvas infectantes de NGI en sus praderas.* La infectividad por NGI en la vegetación de zonas tropicales cálidas ha sido poco estudiada. Sin embargo, siempre se ha considerado que las condiciones del trópico cálido húmedo y subhúmedo son ideales para la sobrevivencia de las fases de vida libre de NGI. Sin embargo, el uso de animales centinelas pastoreando la selva de Yucatán, México, muestra que esta vegetación tiene baja o nula cantidad de larvas infectantes (L3) de NGI en época de seca (febrero a mayo) (Torres-Acosta et al., 2006), mientras que la cantidad de L3 del follaje aumenta gradualmente en época de lluvia, siendo escasa en junio y julio, y aumenta en los meses de agosto a diciembre. Aunque es muy probable que la infectividad en época de seca sea baja en general en zona tropicales cálidas, la infectividad en época de lluvia pudiera ser elevada en aquellos rebaños con altas cargas animales y en las que tengan animales de razas susceptibles a parásitos.

(iii) *Muchas plantas de la vegetación tropical contienen compuestos secundarios (CS) que reducen la infección por NGI al afectar diferentes fases de vida de los parásitos.* Numerosas plantas de las selvas tropicales contienen CS que afectan el establecimiento de las L3, o afectan la fecundidad de las hembras adultas de los NGI. También, pueden limitar la capacidad de sobrevivencia de los huevos de NGI depositados en las heces. Por lo tanto, los animales que se pueden alimentar con el follaje de las plantas nativas de las selvas tropicales pudieran tener una menor infección por NGI y reducir su eliminación de HPG (Méndez-Ortiz et al., 2019).

(iv) *Los animales que ramonean las selvas*

*tropicales eligen consumir follaje de plantas de ramoneo a lo largo del día y hacia el medio día aumentan su consumo de pasto.* Aparentemente los animales evitan consumir pasto cuando tiene rocío de la mañana, y aumentan su consumo de pasto al evaporarse el rocío en las horas más calientes del medio día (Torres-Fajardo et al., 2019). Esta conducta pudiera estar dirigida a evitar el pasto que contenga rocío, y que pudiera tener más L3. También pudiera sugerir que los animales primero consumen plantas con CS que eviten el establecimiento de las L3 para luego consumir el pasto que pudiera ser la porción más contaminada con L3.

### **Aplicar antihelmínticos en los animales que realmente los necesitan**

En este escenario en donde una gran proporción de la población de rumiantes de una granja tienen pocos NGI es fácil imaginar que solo necesitamos desparasitar a los animales que tengan cargas que sí afectan su producción o su salud, y a los demás no necesitamos desparasitarlos. Es decir, debemos desarrollar alguna metodología que nos ayude a saber cuándo es necesario luchar contra los NGI y cuándo no. Estudios recientes han demostrado que la desparasitación selectiva dirigida (DSD) de ovinos y caprinos es posible y nos permite mantener un elevado porcentaje de animales del rebaño (> 60% de las hembras adultas) sin un solo tratamiento con AH a lo largo de un año (Cuadro 3).

Ahora se están estudiando varios protocolos de DSD para hacer este trabajo más sencillo y eficaz para regiones tropicales y templadas. De manera ideal, cualquier metodología de DSD debe ser sencilla de realizar y centrarse a encontrar a los animales con altas cargas de HPG. Sin embargo, en algunos países ya se aplica la DSD en animales con mucosas pálidas usando la metodología FAMACHA®, o con baja condición corporal, o con una ganancia de peso por debajo de cierto umbral (Cintra et al., 2019). Estos métodos de DSD buscan evitar la necesidad de tomar muestras de heces y analizarlas en laboratorio. Sin embargo, hasta el momento estas metodologías resultan en muchos falsos positivos que se desparasitan sin necesitarlo, y muchos falsos negativos se quedan sin desparasitar (Soto-Barrientos et al., 2018).

**Cuadro 3** - Proporción de ovejas adultas que se mantienen sin desparasitar o con 1, 2, 3 o 4 o más desparasitaciones por año en diferentes sistemas de producción mantenidos con desparasitación selectiva dirigida combinando baja condición corporal o FAMACHA® pálida y eliminaciones de huevos por gramo de heces (HPG) iguales o superiores a 705 HPG (en Tabasco se usaron eliminaciones de iguales o mayores a 1000 HPG).

Tratamientos/oveja/año	Commercial Yucatán <sup>1</sup> %	Backyard Yucatán <sup>2</sup> %	Commercial Tabasco <sup>3</sup> %	Commercial Tamaulipas <sup>4</sup> %
0	63,5	68,1	65,5	33,3
1	23,2	25,2	17,8	63,3
2	10,5	6,7	8,0	3,3
3	2,9	0	4,5	0
4 o más	0	0	3,9	0

Nota: <sup>1</sup>Soto-Barrientos et al., 2018; <sup>2</sup>González-Ruiz et al. (no publicado); <sup>3</sup>Medina-Pérez et al., 2015; <sup>4</sup>Zapata-Campos et al. (no publicado).

### Uso de diferentes métodos alternativos para reforzar la estrategia de control contra NGI

En la actualidad se cuenta con varias estrategias alternativas de control de NGI que han sido probadas en sistemas de producción de ovinos y caprinos de México (Torres-Acosta et al., 2014a). Los diferentes métodos alternativos se pueden dividir en dos grupos: los que afectan a las fases de estos parásitos fuera del animal (fases de vida libre como huevos, L1, L2 y L3), y los que afectan a las fases de parásitos dentro del animal infectado. Todos esos métodos deben ser usados en una estrategia bien diseñada ya que "Las tácticas sin estrategia son como el ruido antes de la derrota" (Tsu, 1999). Cada productor deberá ser capaz de identificar los métodos que más le conviene usar, de acuerdo a la disponibilidad y a las necesidades de su granja.

En las zonas tropicales muchos productores ya están usando sin darse cuenta varios métodos de control alternativo contra los NGI. Incluso se podría decir que ya están logrando en gran medida "Romper la resistencia del enemigo sin luchar" (Tsu, 1999). Por ejemplo, muchos productores tienen animales de razas resistentes a los NGI (como el Pelibuey o el Panza negra), o están pastoreando vegetación que contienen CS con actividad AH, o están pastoreando plantas de ramoneo que por ser altas no contienen larvas L3. Estos productores pueden mejorar su control de los NGI en los animales de razas resistentes mediante la suplementación dietética que aporte energía y proteína para mejorar la calidad de la ración total. La

suplementación puede usarse para cubrir los costos metabólicos del parasitismo, que son menores que lo que se pensaba tradicionalmente. Los animales suplementados pueden mejorar su resiliencia e incluso resistencia contra los NGI, mejorando su producción mientras limitan los signos negativos de las infecciones por NGI (Méndez-Ortíz et al., 2019). Este método funciona muy bien en aquellas granjas donde el nivel nutricional es pobre o es deficitario en calidad o cantidad (Hoste et al., 2016). Sin embargo, el productor debe ser capaz de identificar cual nutriente es limitante y cuales están en bien o en exceso. Esto para evitar hacer una mala suplementación que no beneficie a los animales (Hoste et al., 2016).

Por otro lado, el consumo de plantas nutraceuticas aporta macronutrientes para favorecer la nutrición de los animales parasitados y contienen CS puede coadyuvar al controlar de diferentes fases del ciclo de los NGI como se mencionó anteriormente. Por lo tanto, los animales suplementados con plantas que aporten una dieta de buena calidad y que además contengan CS con actividad AH, puede llevar a la posibilidad de lograr buenas ganancias de peso y buena condición corporal, es decir ayudan a "vencer sin combatir" (Tsu, 1999). En esta misma filosofía los productores pueden implementar un método de rotación de praderas que limite el uso del follaje a 2 o 3 días y permita un descanso de la pradera por 30 días. Este manejo puede lograr que muchas larvas L3 mueran antes de que los animales vuelvan a esa misma pradera 30 días después. Además, los productores podrán utilizar en el futuro algún

producto que contenga hongos nematófagos como *Duddingtonia flagrans* como recientemente salió al mercado en Australia, Europa y Estados Unidos (Bioworma®). Los hongos *D. flagrans* atrapan a > 80% de las L3 en el interior de las heces de animales infectados utilizando sus estructuras atrapadoras tridimensionales para evitar que salgan de las heces a infectar las praderas. Tanto la rotación de praderas como el uso de hongos nematófagos son métodos que permiten alcanzar otro principio sugerido por Sun Tsu (1999): "Lleva a tu enemigo a un punto del que no puedan salir y morirán antes de poder escapar".

Otro método de control de NGI que está disponible para los productores en Australia y Sudáfrica es la vacuna Barvervax® o Wirevax® contra *Haemonchus contortus*. Esta vacuna puede servir para ilustrar otro principio de Tsu (1999): "Utiliza al enemigo para derrotar al enemigo". La vacuna está elaborada con un antígeno obtenido del intestino de estos parásitos. Los animales vacunados producen anticuerpos contra esa proteína después de tres aplicaciones consecutivas de la vacuna (una cada tres semanas). Cuando los parásitos en el animal vacunado se alimenten de sangre, esta contiene también los anticuerpos que afectan el intestino de los parásitos, causando una reducción de hasta el 90% en la eliminación de HPG en los vacunados, comparados con los no vacunados. Este método ya fue evaluado México en corderos Pelibuey en crecimiento con resultados excelentes (Cáceres-Mejía et al., 2016). Este ingenioso método también ilustra otro consejo de Tsu (1999): "Ataca a tu enemigo allí donde no esté preparado, aparece allí donde no te espere".

## Conclusión

La "era post-antihelmíntica" es ya una realidad patente en algunas granjas de pequeños rumiantes de zonas tropicales. Para evitar que más granjas entren a esa etapa es necesario adoptar un nuevo paradigma de control de NGI que limite su dependencia por los AH comerciales, usándolos de manera selectiva. Para esto es evidente que hay mucho que aprender todavía de la interacción animal-parásito-vegetación. Solo el conocimiento

profundo de esa interacción nos permitirá maniobrar correctamente y adaptar los métodos de control de NGI a cada cambio de condiciones para lograr un control sustentable. El uso de numerosos métodos para el control de NGI es complejo y demanda conocimientos y planeación. Por lo tanto, para que esto realmente sea adoptado por los productores, ellos deben ser capaces de percibir las ventajas de controlar a los NGI, identificando las recompensas para el estado general del rebaño que esto trae consigo. Como veterinarios debemos lograr proveer estrategias que usen los diferentes métodos de manera razonable, sencilla y clara para lograr la satisfacción de los productores.

## Referencias

- Cáceres-Mejía J, Torres-Acosta JFJ, Cámara-Sarmiento R, Alzina-López A, Aguilar-Caballero AJ, Smith D et al. Inmunización contra nematodos gastrointestinales en corderos Pelibuey bajo pastoreo en el trópico subhúmedo. XIX Congreso Internacional de Ovinocultura; 16-18 nov 2016; Toluca de Lerdo, México. 2016.
- Cintra MCR, Ollhoff RD, Weber SH, Sotomaior CS. Is the Famacha® system always the best criterion for targeted selective treatment for the control of haemonchosis in growing lambs? *Vet Parasitol.* 2019;266(2):67-72.
- Herrera-Manzanilla FA, Ojeda-Robertos NF, González-Garduño R, Cámara-Sarmiento R, Torres-Acosta JFJ. Gastrointestinal nematode populations with multiple anthelmintic resistance in sheep farms from the hot humid tropics of Mexico. *Vet Parasitol Reg Stud Reports.* 2017;9(3):29-33.
- Hoste H, Torres-Acosta JFJ, Quijada J, Chan-Perez I, Dakheel MM, Kommuru DS et al. Interactions between nutrition and infections with *Haemonchus contortus* and related gastrointestinal nematodes in small ruminants. *Adv Parasitol.* 2016;93(1):239-351.
- Medina-Pérez P, Ojeda-Robertos NF, Reyes-García ME, Cámara-Sarmiento R, Torres-Acosta JFJ. Evaluation of a targeted selective treatment scheme to control gastrointestinal nematodes of hair sheep under hot humid tropical conditions. *Small Rumin Res.* 2015;127(8): 86-91.

- Méndez-Ortiz FA, Sandoval-Castro CA, Ventura-Cordero J, Sarmiento-Franco LA, Santos-Ricalde RH, Torres-Acosta JFJ. *Gymnopodium floribundum* fodder as a model for the in vivo evaluation of nutraceutical value against *Haemonchus contortus*. *Trop Anim Health Prod.* 2019; doi.org/10.1007/s11250-019-01855-9.
- Mohammed K, Abba Y, Ramli NS, Marimuthu M, Omar MA, Abdullah FF et al. The use of FAMACHA in estimation of gastrointestinal nematodes and total worm burden in Damara and Barbados Blackbelly cross sheep. *Trop Anim Health Prod.* 2016;48(5):1013-20.
- Palomo-Couoh JG, Aguilar-Caballero AJ, Torres-Acosta JFJ, González-Garduño R. Comparing the phenotypic susceptibility of Pelibuey and Katahdin female lambs against natural gastrointestinal nematode infections under hot humid tropical conditions. *Parasitol Res.* 2017; 116(6):1627-36.
- Palomo-Couoh JG, Aguilar-Caballero AJ, Torres-Acosta JF, Magaña-Monforte JG. Evaluation of different models to segregate Pelibuey and Katahdin ewes into resistant or susceptible to gastrointestinal nematodes. *Trop Anim Health Prod.* 2016; 48(8): 1517-24.
- Salgado JÁ, Santos CDP. Overview of anthelmintic resistance of gastrointestinal nematodes of small ruminants in Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet.* 2016;25(1): 3-17.
- Sepúlveda-Vázquez J, Lara-Del-Río MJ, Quintal-Franco JA, Alcaraz-Romero RA, Vargas-Magaña JJ, Rodríguez-Vivas RI, et al. Resistencia a los antihelmínticos de nematodos gastrointestinales en ovinos de la península de Yucatán, México. In: Berumen-Alatorre, A.C., Ramírez-Vera, S., Chay-Canul, A.J., Casanova-Lugo, F., Cetzal-Ix, W.R. *Avances de la investigación sobre producción de ovinos de pelo en México.* Tecnológico Nacional de México; 2017. p. 199-202.
- Silva FF, Bezerra HMFF, Feitosa TF, Vilela VLR. Nematode resistance to five anthelmintic classes in naturally infected sheep herds in Northeastern Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet.* 2018;27(4):423-9.
- Soto-Barrientos N, Chan-Pérez JI, España-España E, Novelo-Chi LK, Palma-Ávila I, Ceballos-Mendoza AC et al. Comparing body condition score and FAMACHA® to identify hair-sheep ewes with high faecal egg counts of gastrointestinal nematodes in farms under hot tropical conditions. *Small Rumin Res.* 2018;167(10):92-9.
- Sun Tsu. *El Arte de la Guerra.* Barcelona: Edicomunicación S.A.; 1999. 184 p.
- Torres-Acosta JFJ. Métodos alternativos de control de nemátodos gastrointestinales en caprinos del trópico. *Memorias de la XV Reunión Nacional sobre Caprinocultura;* Mérida, México; 2000. p. 9-17.
- Torres-Acosta JFJ, González-Pech PG, Chan-Pérez JI, Sandoval-Castro CA, Estrada-Reyes ZM, Mendoza-de-Gives P, et al. Experiencias en el control alternativo de nematodos gastrointestinales de pequeños rumiantes domésticos en México. En: Ortega-Pierres MA, Morales-Monto J. *Avances en el estudio de helmintos parásitos.* Editorial UNAM; 2014a. p. 205-41.
- Torres-Acosta JF, Jacobs DE, Aguilar-Caballero AJ, Sandoval-Castro C, Cob-Galera L, May-Martinez M. Improving resilience against natural gastrointestinal nematode infections in browsing kids during the dry season in tropical Mexico. *Vet Parasitol.* 2006;135(2): 163-73.
- Torres-Acosta JF, Mendoza-de-Gives P, Aguilar-Caballero, AJ, Cuéllar-Ordaz JA. Anthelmintic resistance in sheep farms: update of the situation in the American continent. *Vet Parasitol* 2012; 189(1): 89-96.
- Torres-Acosta JFJ, Pérez-Cruz M, Canul-Ku HL., Soto-Barrientos N, Cámara-Sarmiento R, Aguilar-Caballero AJ et al. Building a combined targeted selective treatment scheme against gastrointestinal nematodes in tropical goats. *Small Rumin. Res.* 2014b;121(1):27-35.

PONENCIAS MAGISTRALES

# Estrés oxidativo: un enemigo solapado para la reproducción ovina

Víctor H. Parraguez<sup>1,2\*</sup>, Francisco Sales<sup>3</sup>, Antonio González-Bulnes<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile

<sup>3</sup> Centro Regional de Investigación INIA Kampenaike, Punta Arenas, Chile

<sup>4</sup> Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), Madrid, España

## Resumen

La reproducción ovina es, en general, muy eficiente en comparación con otras especies de abasto. Sin embargo, la crianza de ovejas en territorios con baja oferta de nutrientes o con condiciones que llevan a hipoxemia materna, ponen en riesgo la reproducción y especialmente los índices de natalidad y mortalidad perinatal. Bajo estas condiciones, las preñeces múltiples, incluidas las de mellizos, incrementan los riesgos de mortalidad, debido al bajo peso al nacimiento de los corderos. En este trabajo se reporta nueva información respecto del rol del estrés oxidativo fetal en los efectos detrimentales que tienen la subnutrición materna y la gestación mellicera sobre el crecimiento intrauterino en ovinos. Asimismo, se reportan resultados sobre la utilización de la suplementación de vitaminas antioxidantes (C y E), como una estrategia que permite amortiguar los efectos del estrés oxidativo por preñez mellicera y/o por subnutrición materna, mejorando el peso al nacimiento de los corderos, especialmente en gestaciones de mellizos, lo que favorece el rendimiento reproductivo y productivo, y dan mayor factibilidad a la implementación del incremento de

prolificidad como estrategia para incrementar la eficiencia de la ovinocultura.

**Palabras clave:** Gestación mellicera. Restricción crecimiento intrauterino. Estrés oxidativo. Antioxidantes.

## Introducción

La especie ovina tiene gran relevancia en América Latina y en el mundo en general, debido a sus características de adaptabilidad, rusticidad y capacidad para producir carne, lana, leche y cueros, bajo diferentes condiciones ambientales y de manejo. Estas propias características han permitido que la producción ovina se encuentre mayormente relegada a territorios más bien marginales desde el punto de vista agropecuario, donde no se puede desarrollar eficientemente la ganadería bovina.



Si bien es cierto que, en general, la especie ovina es muy eficiente desde el punto de vista reproductivo, cuando los rebaños son mantenidos en zonas marginales, los índices reproductivos se pueden ver disminuidos o bien no pueden ser mejorados, ya sea por alteraciones de la gametogénesis y esteroidogénesis, de la capacidad fertilizante, así como de la mantención de adecuadas condiciones para la implantación y el desarrollo embrio-fetal.

El incremento de la prolificidad es una estrategia que se está desarrollando fuertemente en países donde la producción ovina se realiza en condiciones ambientales favorables y donde la industria ovina es central para la economía nacional. Sin embargo, esta estrategia se ha convertido en un tema complejo, pues, por una parte, está demostrado que el incremento de la prolificidad es altamente rentable, ya que el costo de una cría adicional en una hembra preñada no supera el 60% del costo que significa tener una hembra adicional para gestar esa cría adicional en el rebaño. Pero, por otra parte, uno de los aspectos negativos y eventualmente riesgosos para esta estrategia, es que el peso promedio al nacimiento de crías múltiples es sustancialmente menor que el de crías de gestación única, con el consiguiente riesgo de mortalidad perinatal y menor crecimiento posnatal.

En Chile, el incremento de la prolificidad, por la vía del aumento de gestaciones melliceras, es, en general, una práctica resistida por los productores, pues se asocia a alta mortalidad perinatal y disminución de la rentabilidad. Por ello, es que en los últimos años hemos estado estudiando las causas de la restricción del crecimiento intrauterino y algunas estrategias que permitan contrarrestarla, de modo de mejorar el peso al nacimiento, la sobrevivencia neonatal y la tasa de crecimiento posnatal.

En esta presentación se abordan los factores que limitan el crecimiento fetal, con énfasis en gestaciones de mellizos, desarrolladas bajo condiciones ambientales que son frecuentes en los sistemas ovinos y que restringen significativamente el crecimiento intrauterino, donde el estrés oxidativo inducido por hipoxia es un actor que participa solapadamente.

## **Factores involucrados en la restricción del crecimiento intrauterino (RCI) en ovejas**

En las gestaciones de cría única o múltiple, la RCI puede deberse a una variedad de situaciones asociadas a la disminución de aporte materno de oxígeno y nutrientes hacia el feto.

Como se indicó anteriormente, dada la adaptabilidad y rusticidad del ganado ovino, la crianza se realiza muchas veces bajo condiciones de subnutrición o franca desnutrición. Esta situación se agrava en territorios meridionales o septentrionales, donde la preñez se desarrolla cuando ocurre la menor oferta de forraje en las praderas naturales, como consecuencia de la estacionalidad de la actividad reproductiva.

La crianza de ovinos en Chile se concentra en la región de Magallanes y la Antártida, donde los grandes cambios estacionales de fotoperiodo y la baja temperatura ambiental, se traducen en un limitado crecimiento de los pastos, lo que conduce a que la mayor parte del período gestacional ocurre bajo una restricción nutricional de alrededor de 30 a 40% de los requerimientos. Existe un amplio consenso de que, en ovinos, la desnutrición materna tanto en el período periconcepcional como al final de la gestación, son los períodos más críticos que resultan en una reducción del crecimiento fetal. En la etapa periconcepcional, debido a la unión alterada de los cotiledones fetales a las carúnculas maternas, disminuye la formación de placentomas, lo que lleva a un menor desarrollo placentario y, por lo tanto, insuficiencia placentaria. Una capacidad funcional reducida de la placenta se asocia típicamente con un desarrollo vascular placentario deficiente, que además de impedir una nutrición adecuada al feto, deteriora también el suministro de oxígeno, lo que resulta en un entorno fetal hipóxico y privado de nutrientes.

El último tercio de la gestación corresponde a otro período crítico de la gestación donde las deficiencias nutricionales impactan el crecimiento fetal, pues aquí se produce un aumento de peso corporal fetal de ~90%, con la consecuente mayor demanda de nutrientes y, por ende, cualquier deficiencia en la nutrición materna puede reflejarse en el feto (Igwebuike, 2010).

Por su parte, la hipoxemia materna se traduce

en reducción del aporte de oxígeno al feto, debido a la disminución de la gradiente de oxígeno materno-fetal que gobierna la difusión del gas en la placenta. Esta condición puede resultar de la exposición materna a ambientes hipobáricos (vg. territorios en altura) o a ambientes ricos en contaminantes atmosféricos, que disminuyan significativamente la fracción de oxígeno en el aire inspirado por la madre. Algunas patologías concomitantes también pueden llevar a hipoxemia, como ocurre en enfermedades cardiovasculares (anemia, hipertensión o insuficiencia cardíaca) y/o enfermedades pulmonares que disminuyen el intercambio de gases (neumonías, edema, bronquitis, enfisema, etc.). Cualquiera que sea el origen de la hipoxia materna crónica, una de las principales consecuencias de ésta es que el feto no logra alcanzar su potencial de crecimiento determinado genéticamente (Hutter et al., 2010). Cabe destacar que, independientemente de las reducciones en el suministro de nutrientes, se ha demostrado que la hipoxia por sí sola tiene un impacto significativo en el crecimiento fetal, enfatizando su papel como contribuyente clave para el deterioro del crecimiento intrauterino (Soria et al., 2013).

Adicionalmente al efecto directo de la hipoxia sobre el crecimiento fetal, se ha establecido un efecto indirecto de la hipoxia mediado por estrés oxidativo. En investigaciones de nuestro grupo, realizadas en ovejas con gestación de feto único, desarrolladas bajo hipoxia hipobárica materna (gestaciones desarrolladas en la altura), que resultan en corderos recién nacidos de bajo peso y talla, hemos encontrado que cursan con elevados índices de estrés oxidativo, efectos que son evitados, en gran parte, por la administración materna de vitaminas antioxidantes (Parraguez et al., 2011). Bajo estas condiciones, los efectos de la hipoxemia materna y del estrés oxidativo afectan el desarrollo placentario y fetal desde antes de la mitad del periodo gestacional, donde también el incremento del estatus antioxidante, por el suministro de vitaminas antioxidantes, juega un rol preventivo (Parraguez et al., 2015).

### **Rol del estrés oxidativo en la RCI en ovejas por gestación mellicera y/o subnutrición materna**

En las preñeces múltiples, la RCI es una condición

frecuente, debido a la competencia entre los fetos por nutrientes, oxígeno y espacio uterino limitados (Gootwine et al., 2007). Además, tanto el número individual de placentomas, como la masa placentaria total es proporcionalmente reducida (van der Linden et al., 2014). Se ha demostrado también en ovejas que las preñeces múltiples, incluidas las melliceras, aumentan significativamente el riesgo de mortalidad neonatal (Nash et al., 1996).

Algunas evidencias sugieren que, en ovejas, las gestaciones melliceras se acompañan de hipoxia fetal, en ausencia de otras afecciones concomitantes (Rurak y Bessette, 2013). Dada la ausencia de información en la literatura respecto de si las gestaciones de mellizos cursan realmente con RCI y del eventual rol de la hipoxia y el estrés oxidativo en esa condición, hemos realizado recientemente algunos estudios al respecto, considerando además el efecto de la subnutrición, debido a lo frecuente de esta condición en los sistemas ovinos extensivos y a la evidencia de que la desnutrición materna tiene un mayor impacto en el crecimiento fetal en mellizos que en únicos (Rumball et al., 2008). En efecto, en estudios desarrollados a nivel del mar, donde las ovejas se mantuvieron en una pradera natural que solo cubre aproximadamente el 70% de sus requerimientos de gestación, hemos encontrado que, a los 140 días de edad gestacional (siete días antes del parto), la condición de mellizo es un factor inductor de hipoxemia fetal y estrés oxidativo, en tanto que la restricción nutricional materna de ~30% conduce a hipoxemia fetal, pero sin lograr incrementar de manera significativa los biomarcadores fetales de estrés oxidativo. Además, tanto la condición de mellizo, como la restricción nutricional llevaron a la disminución del peso corporal y de la talla fetal. El peso del hígado fetal mostró los mismos efectos, en cambio, el peso del cerebro no fue afectado ni por la condición de mellizo ni por la restricción nutricional materna, dando origen a una incrementada relación cerebro/hígado, lo que es indicativo de RCI. Si bien el peso de la placenta aumentó en las preñeces melliceras, el peso individual por feto disminuyó significativamente en los mellizos. La placenta en los animales con restricción nutricional también disminuyó, pero

no logró significancia estadística. Las ovejas de este estudio disminuyeron su condición corporal durante la gestación, manteniendo el peso corporal, lo que significa que movilizaron sus reservas de proteína y energías para lograr mantener la gestación hasta el término. Además, las ovejas presentaron concentraciones normales de oxígeno en la sangre arterial (Sales et al., 2018).

Para aportar información respecto del rol del estrés oxidativo en los efectos de la gestación de mellizos y de la subnutrición sobre el crecimiento intrauterino, realizamos un estudio bajo las mismas condiciones del relatado previamente, pero, en este caso, las ovejas preñadas fueron suplementadas diariamente con vitaminas C y E, desde los 30 días de gestación, hasta el final de la gestación. En estudios previos en ovejas mantenidas a 3600 m de altura, habíamos descrito que la suplementación oral con vitaminas C y E, a partir de la misma edad gestacional, hacía incrementar significativamente las concentraciones plasmáticas maternas de estas vitaminas y evitaban los efectos detrimentales del estrés oxidativo inducido por la hipoxemia materna sobre el peso de los corderos recién nacidos (Parraguez et al., 2011). Al analizar las distintas variables materno-fetales, también a los 140 días de gestación, confirmamos que la suplementación oral con las vitaminas lleva a un incremento de las concentraciones plasmáticas maternas. Además, encontramos que la concentración de vitaminas C y E en la sangre umbilical fetal incrementa significativamente, tanto en gestaciones de feto único como de mellizos, pero con concentraciones mucho menores que las encontradas en la sangre materna. Interesantemente, las concentraciones de ambas vitaminas logradas por los mellizos fueron significativamente mayores que las de los fetos únicos, lo que podría ser producto de efectos del estrés oxidativo sobre la angiogénesis, el flujo sanguíneo umbilical, en el caso de la vitamina C y, probablemente de la sobreexpresión de transportadores específicos en el caso de la vitamina E. Otro resultado interesante de este estudio, es que hubo correlaciones altas y significativas ( $r > 0,7$ ) entre las concentraciones plasmáticas maternas y las umbilicales fetales de ambas vitaminas. Asimismo, confirmando los efectos previamente observados en gestaciones únicas desarrolladas en la altura,

encontramos que la suplementación con vitaminas C y E incrementa el peso fetal, tanto de fetos único como de mellizos, cuando la gestación cursa con subnutrición, pero la magnitud del efecto es superior en los mellizos. La capacidad antioxidante total en los fetos se encontró disminuida en los mellizos respecto de las gestaciones únicas, pero la suplementación con vitaminas C y E incrementó significativamente esta variable en ambos tipos de fetos. Finalmente, se confirmó que la gestación de mellizos cursa con un peso placentario menor por cada feto, en comparación con las gestaciones únicas, sin encontrarse un efecto de la suplementación de vitaminas. Sin embargo, al calcular la eficiencia placentaria (gr de feto/gr de placenta), se observó que esta es incrementada tanto por el efecto de ser mellizo, como por la suplementación de vitaminas (Sales et al., 2019).

## Conclusión

En ovinos, estrés oxidativo es una condición asociada a la gestación de mellizos, especialmente en gestaciones desarrolladas bajo subnutrición materna, la que desfavorece el crecimiento fetal y explica parcialmente la presencia de RCI. La suplementación materna con vitaminas C y E permite disminuir o evitar la presencia de estrés oxidativo fetal y los efectos detrimentales sobre el crecimiento intrauterino. La implementación de formas simples de suplementación de estas vitaminas a las ovejas preñadas, en territorios con baja oferta de nutrientes y/o que induzcan hipoxemia materna, podría disminuir la mortalidad neonatal y, por ende, incrementar los índices reproductivos de la especie ovina, haciendo también más factible el incremento de la prolificidad como estrategia de mejora de la eficiencia y rentabilidad de la ovinocultura.

## Financiamiento

Proyectos FONDECYT 1020706, 1070405, 1100189 y 1160892 de CONICYT, Chile y Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo (VID), Universidad de Chile.

## Referencias

- Gootwine E, Spencer TE, Bazer FW. Litter-size-dependent intrauterine growth restriction in sheep. *Animal* 2007;1(4):547-64.
- Hutter D, Kingdom J, Jaeggi E. Causes and mechanisms of intrauterine hypoxia and its impact on the fetal cardiovascular system: A Review. *Int J Pediatr*. 2010;2010:401323.
- Igwebuike UM. Impact of maternal nutrition on ovine foetoplacental development: A review of the role of insulin-like growth factors. *Anim Reprod Sci*. 2010;121(3-4):189-96.
- Nash ML, Hungerford LL, Nash TG, Zinn GM. Risk factors for perinatal and postnatal mortality in lambs. *Vet Rec*. 1996;139(3):64-7.
- Parraguez VH, Atlagich M, Araneda O, García C, Muñoz A, De Los Reyes M, et al. Effects of antioxidant vitamins on newborn and placental traits in gestations at high altitude: comparative study in high and low altitude native sheep *Reprod Fertil Dev*. 2011;23(2):285-96.
- Parraguez VH, Mamani S, Cofré E, Castellaro G, Urquieta B, De Los Reyes M, et al. Disturbances in Maternal Steroidogenesis and Appearance of Intrauterine Growth Retardation at High-Altitude Environments Are Established from Early Pregnancy. Effects of Treatment with Antioxidant Vitamins. *PLoS One*. 2015;10(11):e0140902.
- Rumball CW, Harding JE, Oliver MH, Bloomfield FH. Effects of twin pregnancy and periconceptional undernutrition on maternal metabolism, fetal growth and glucose-insulin axis function in ovine pregnancy. *J Physiol*. 2008;586(5):1399-411.
- Rurak D, Bessette NW. Changes in fetal lamb arterial blood gas and acid-base status with advancing gestation. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2013;304(10):R908-16.
- Sales F, Peralta OA, Narbona E, McCoard S, De los Reyes M, González-Bulnes A, et al. Hypoxia and oxidative stress are associated with reduced fetal growth in twin and undernourished sheep pregnancies. *Animals (Basel)*. 2018;8(11).
- Sales F, Peralta OA, Narbona E, McCoard S, Lira R, De Los Reyes M, et al. Maternal supplementation with antioxidant vitamins in sheep results in increased transfer to the fetus and improvement of fetal antioxidant status and development. *Antioxidants (Basel)*. 2019;8(3).
- Soria R, Julian CG, Vargas E, Mooe LG, Giussani DA. Graduated effects of high-altitude hypoxia and highland ancestry on birth size. *Pediatr Res*. 2013;74(6):633-8.
- van der Linden DS, Sciascia Q, Sales F, McCoard SA. Placental nutrient transport is affected by pregnancy rank in sheep. *J Anim Sci*. 2013;91(2):644-53.

PONENCIAS MAGISTRALES

# Importancia de los roles familiares en la crianza de rumiantes menores y camélidos andinos en los sistemas pastorales

Enrique Nolte\*

Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima, Perú

## Resumen

Los sistemas de ganadería tradicional, histórica y globalmente, son de carácter familiar. Así ha sido en los antiguos rebaños con gran número de animales de varias especies moviéndose por extensos territorios; y lo es en la actualidad, aunque de menor tamaño y en espacios menores –incluyendo la crianza confinamiento. Las tareas y toma de decisiones, han estado a cargo de la familia; según el tamaño, algunos se apoyan con asalariados, cuyo rol es solo hacer las tareas que les asignan. Para los servicios de extensión y asistencia técnica modernos, es un problema que se haya considerado a la familia como un todo homogéneo, con la ancestral representatividad del varón como jefe y personero al que se dirigen para recoger y transmitir información. Hay documentos históricos y referencias bíblicas a familias de pastores, que así lo evidencian; pero la familia pastoral es un grupo humano complejo, en el que cada miembro cumple tareas y responsabilidades diferentes, según su sexo, edad, aptitud individual, etc. Es un patrón que se observa a través de culturas, religiones y geografías. Al comprender esas diferencias, ha habido que reconocer errores que han obstaculizado, demorado y mermado la eficiencia en los intentos por promover su desarrollo. Ese soslayo de la realidad

adquirió más relevancia a mediados del siglo XX, cuando surge el concepto y los programas de desarrollo. En la crianza de rumiantes menores y auquénidos (camélidos andinos según la nomenclatura taxonómica actual), hoy se puede reconocer y hacer justicia al rol principal de la mujer, desde el interior de la relación y funcionamiento familiar, aunque la personería sigue ejercida por el varón. En términos de tareas, las mujeres tienen mayor cantidad en su lista cotidiana de cuidado de las crías, el pastoreo y el ordeño; mientras que los varones tienen más participación en los tratamientos que implican el uso de instrumentos y herramientas, edificación de instalaciones, compra de insumos y seguridad. Con alguna excepción, la mujer trabaja el doble de tiempo que el varón; pero no se le valora el tiempo dedicado a la administración del hogar (limpieza y orden, preparación de alimentos, lavado y mantenimiento vajilla y ropa, cuidado de la educación y la salud de los hijos, atención a los animales caseros y al ganado, gestión económica del hogar y de la finca. Hay tareas “femeninas” que son muy demandantes de esfuerzo físico, como el acarreo de leña y agua, que son consideradas así por las mismas mujeres. En ese contexto, hay una dinámica actual, como es la conectividad por celulares e internet, la ampliación de los

servicios de electricidad, la emigración masiva de jóvenes a la ciudad, las nuevas ofertas laborales en empresas, etc. Ello está afectando profundamente los sistemas de vida pastorales, aumentando la edad promedio de sus conductores, reduciendo la fuerza laboral disponible, reduciendo la posibilidad de renovación generacional. El futuro se puede ver al comparar la ruralidad de la población en países industrializados (3 a 5%), frente a la de países no industrializados (25-30%). Algunas de esas formas de vida están en vías de extinción, así como el nomadismo y la transhumancia ya pertenecen a la historia. Los programas de apoyo al desarrollo, la extensión y las capacitaciones deben entender todos estos procesos para elevar su efectividad y hacer justicia a la mujer ganadera.

**Palabras clave:** Familia pastoral. Roles de género. Decisiones. Mujer. Gestión de finca.

## Introducción

El desenvolvimiento de la humanidad respecto al conocimiento ha mostrado una tendencia que va desde el “todismo”, resultante de la contemplación directa y sencilla de la realidad y del universo, hasta la explicación de procesos con creciente nivel de detalle, hasta la más alta especialización. A través de la historia, en el desarrollo de las ciencias, ocurre un fraccionamiento por fases y momentos que llevan a crear compartamentos para generar explicaciones parciales y después agregarlas para volver al todo. Pero cada vez es más difícil volver a ese “todo”. Hay especialidades que demandan toda una vida solo para comprender una minúscula fracción del proceso universal; esa fracción deviene después en un objetivo en sí misma. Así, se ha creado una partición del todo, hasta llegar a conflictos entre la ciencia social con la ciencia exacta, cada cual con su propio método. Toda esta larga e insuficiente intención explicativa, sirve para la plantear el problema central de este artículo: los especialistas en cultivos y crianzas –con sus conexos y componentes– nos enfocamos en los fenómenos biológicos, dejando de mirar el complejo proceso humano que conduce esas actividades, en la creencia de que las personas del campo deben limitarse a seguir los consejos de

los expertos. Se perdió de vista la estructura y roles de los miembros de la familia rural ganadera; sus aspiraciones y objetivos vitales, su organización y orden en las tareas y toma de decisiones, con sus conflictos internos, convergencias y divergencias. Pero ese núcleo humano gestiona, utiliza y depende de la tierra, de sus animales y de todos los elementos de su finca; ésta es un aspecto de la vida familiar. Por su naturaleza, este artículo recurre a la descripción comentada de casos, a modo de lecciones aprendidas a través de situaciones. Su objetivo es hacer una reflexión sobre la relevancia de conocer a la familia ganadera que conduce su finca, roles que dependen del género, reconociendo la importancia específica de la participación de la mujer. Se busca mejorar los servicios de apoyo a su desarrollo tecnológico y productiva y para evitar errores que hacen perder eficiencia de dicho apoyo.

## Caso 1 - Nivel de conocimiento

El contexto social y ambiental: Son 225 familias ganaderas asociadas que crían caprinos (con algunos ovinos, vacunos y asnos) extensiva de una Comunidad Campesina mayor, de 900 familias y unas 48,000 Ha. El clima es muy cálido, con temperatura media de 28 °C y extremos de 14-36 °C. El territorio es un bosque pseudoxerófito, muy afectado por períodos de lluvias irregulares que genera el Fenómeno “El Niño” (FEN). Pueden ocurrir 3 a 5 años de sequía, seguidos por un año que en 3-4 meses recibe una precipitación superior a 3000 mm, con una alta torrencialidad. La vegetación adaptada a esas variables la constituye un bosque, con árboles de raíces profundas y copas aparasoladas con predominio de “algarrobo” y “faique” (Prosopis y Acacias); y un sotobosque herbáceo visible en tiempo de lluvias y que es variado y abundante, de ciclo vegetativo muy corto (3 - 4 meses) antes de entrar en dehiscencia y desecación. Genera abundante semilla que germina en el siguiente FEN. En los años secos, la algarroba abunda (una vaina, fruto del algarrobo, vital alimento para el ganado, que la población recolecta y almacena en depósitos llamados Algarroberas. En los años lluviosos no hay algarroba porque el viento y la lluvia provocan la caída de las flores y la podredumbre temprana.

Los rebaños aprovechan los abundantes “pastos eventuales”, contribuyendo a reducir el riesgo de incendios. Así, son diversos “escenarios” a los cuales las familias pastorales deben adaptarse, para conducir a los rebaños hacia espacios carentes de especies tóxicas, cuidarlos de predadores, etc. Las familias dependen de sus cultivos “de temporal” y de sus rebaños, tanto para la subsistencia y para la colocación en el mercado. Elaboran quesos y quesillos, venden animales y parte de sus cosechas. En años muy secos talan y venden leña y los varones salen a buscar trabajos temporales en los valles y ciudades.

La experiencia: como coordinador de un proyecto de investigación en sistemas de producción caprina tuve que visitar a varias familias de la zona para registrar información sobre el manejo del pastoreo, en función de las muy cambiantes estaciones climáticas, identificar a las especies herbáceas más consumidas a fin de hacer posteriores estudios de fenología, composición nutricional, etc. La primera visita es al Presidente de la Asociación de Ganaderos local, a quien conozco ya varios años. Explico la misión y en la “ramada” (lugar abierto al ingreso de la vivienda), nos sentamos en una mesa con la hospitalidad de dos calabazas con chicha de jora (una bebida local a base de maíz). La esposa ha saludado y luego se limitó a escuchar la conversación. Presurosa, ingresa a su vivienda y saca una mesa pequeña, unas cebollas y un cuchillo para cortarlas. Obviamente su intención no es hacer sus tareas culinarias en la puerta de ingreso. Escucha con total interés nuestra conversación, ya iniciada la entrevista, con el respectivo formulario y batería de preguntas. Éstas son muy precisas: qué especies, en qué meses, cuál alimenta mejor o hace producir más leche, cual puede tener algún efecto tóxico, generar cólicos o provocar abortos. Con frecuencia, mi interlocutor titubea y la esposa le susurra las respuestas que él no puede dar directamente. Es obvio que ella sabe mucho más, incluso detalles muy finos y hasta sorprendentes. Si la flor del zapote (*Capparis angulata*) se presenta antes de tiempo es señal de que va a llover; cómo evitan las zonas donde existe la planta “borrachera” (*Hipomea carnea*) en los tiempos más secos porque usualmente no la comen pero cuando la prueban (a falta de otras opciones) rápidamente las cabras

se envician y se hacen dependientes (tienen acción sicotrópica porque contiene un compuesto similar al ácido lisérgico). Ante estos hechos, debería haberla entrevistado a ella. Pero hubiese sido “mal visto”, impropio; inadecuado para las costumbres locales. No había considerado una entrevista a la pareja. Allí aprendí.

## Caso 2 - Toma de decisiones y gestión de la economía familiar-y-de-la-finca

Unos diez años después, con la misma comunidad, a través del “Proyecto Regional de Educación y Manejo Integral del Ambiente” (PREMIA) del cual fui Director Ejecutivo 5 años, planteamos apoyar la instalación de una planta de elaboración de quesos a fin de obtener un producto estandarizado, formal y que cumpla con las normas legales. Se discutió con la Asociación de Ganaderos y se formuló la propuesta a un organismo internacional. Para ello se obtuvo la aprobación de la Asamblea General, cuya acta fue suscrita por los socios. Se hizo el trámite, logrando la aprobación del financiamiento. El Representante, entusiasmado con la idea, se ofreció para acompañar en el local Comunal en Piura, la firma del respectivo Convenio. En la sede estaba ya reunida la Asamblea cuando llegamos. Pero experimentamos un momento muy desagradable cuando el Presidente informó que en las últimas semanas habían revertido su decisión de llevar adelante el proyecto. Huelga entrar en más detalles.

Tres semanas después volví al lugar para conversar con el Presidente de la Asociación de Ganaderos y saber las verdaderas razones del desistimiento. Por tratarse de feriados fui acompañado de mi esposa y nuestra pequeña hija de 7 años de edad. La esposa se retiró para preparar unos bocadillos; mi esposa se ofrece a ayudarla y las dos damas van a la cocina y conversan entre ellas. En el camino de retorno, mi señora me sorprende al explicarme la verdadera razón del “cambio de opinión”: cuando los jefes de familia - que habían acogido con entusiasmo la propuesta de la Planta- llegaron a sus hogares y comunicaron a sus familias sobre la novedad y ventajas de la Planta. Pero las damas se preocuparon por la forma de pago, que sería cada sábado, en efectivo o por depósito

bancario. Era implícito que esos pagos se harían al jefe de familia. En esa zona y en la mayoría de lugares del Perú y el mundo, el ordeño y toda la gestión de la leche y sus derivados suele ser una tarea de las mujeres. También lo es el dinero que ingresa por esas ventas. Ellas lo reciben en mano y lo administran como parte de sus tradicionales roles y tareas. Por esa razón dijeron que era inaceptable que ellas pierdan el control directo y total de ese dinero. Surgió entonces, en cada uno de los más de 200 hogares del caserío, fuertes discusiones en una noche memorable de enojo, por la defensa de los varones por su palabra ya comprometida y de las mujeres, por conservar el manejo directo del dinero. Al final - y en clara contradicción con las ideas existentes sobre machismo y la supuesta "autoridad" de los varones para imponer su voluntad- debieron dar marcha atrás y pasar por la vergonzosa situación de retractarse. Pero, en su momento solo dijeron que "habían cambiado de opinión" y no que las mujeres se habían impuesto.

La evidencia demostró de una forma palpable cómo al interior de la familia también se mueven intereses, puntos de vista, conflictos, etc.; y además, agregando otras diversas experiencias en otros campos, el peso de la opinión de las mujeres es mucho mayor en la toma de decisiones al interior de la familia y de la gestión de su finca. Cabe señalar como corolario que, a partir de esta dura lección, se cambió la estrategia de la propuesta, estableciendo una cláusula que los pagos semanales de la leche se harían únicamente y sin excepción, en efectivo y a las mujeres. El proyecto reformulado se aprobó y ejecutó.

### Caso 3 - Género y calidad del queso

En otro espacio geográfico y social con un programa privado de apoyo al desarrollo se atendía la conversión de las pequeñas queserías familiares, a unidades de estructura sólida, con las condiciones propias de la aplicación de estrictas normas de higiene y en general las Buenas Prácticas. Visité una pequeña planta familiar que procesaba 800 l/día. Ya había sido levantada la infraestructura y contaba con buen equipamiento: Piso y paredes de cemento, abastecimiento suficiente de agua; balanza y

minilaboratorio para recepcionar la leche y evaluar su calidad antes de aceptarla; paila de doble funda para pasteurizar, mesa de trabajo, prensa, estantes para maduración, etc. Entonces atestiguo una corta conversación entre los esposos propietarios del establecimiento. Ella tenía que salir para atender un asunto y le encargaba a él, que recuerde algunos detalles del queso que él iba a elaborar. En mi curiosidad por entender, me enteré que la responsable de toda la conducción de la quesería es la señora y el esposo ayuda a la hora de la llegada de los proveedores, va a ciertos lugares a recoger leche y apoya con la limpieza de todos los aparatos al final de la jornada. Pregunté por más detalles de la gestión de la Planta y cuál de las dos personas hace el mejor queso. Tras una incomodidad por la cuestión planteada, coincidieron en que el queso elabora la mujer es mejor, aunque se percibió una clara diferencia de sentimientos. Ella se expresó con cierto orgullo y seguridad: *los varones siempre están apurados y todo lo hacen con el reloj a la vista, como siguiendo una "receta" al pie de la letra. Dijo también: nosotras no miramos la hora; sino que vemos si la cuajada está a punto abriéndola con el dedo; aplicamos sal probando y no pesando; nos guiamos por el gusto y no por la medida. Hay días en que el cuajado demora más porque la leche cambia según lo que comen las vacas. Pero eso, el queso que hacemos siempre es mejor.*

Y sin embargo, la mayor parte de los asistentes a los cursos de elaboración de quesos habían sido varones; y eso es frecuente porque la mayoría de proyectos soslayan en su diseño y estrategias, los detalles finos que son influenciados por el tema de género.

### Caso 4 - Capacitación en ordeño rebaño: población meta

Un proyecto bien conducido que me tocó supervisar en la sierra, contaba con un detallado plan de capacitación en técnicas de ordeño y calidad de la leche. El instructor era un ingeniero zootecnista con carrera magisterial de docente. Hizo una impecable demostración de método. Para disgusto del equipo y sin menoscabar la calidad del profesional, pedí que la instrucción estuviera a



cargo de una mujer y que se invite específicamente a las mujeres de las familias participantes para las capacitaciones. Tuve que apelar a mi autoridad para exigir el cambio. Se contrató entonces a una joven graduada con altas calificaciones en medicina veterinaria. En conversación previa al inicio de su tarea, le anticipé que por la temática y por la posibilidad de encontrarse entre mujeres, podrían surgir preguntas y pedidos de consejos que irían más allá de la temática bajo su responsabilidad. Cuando se hizo la convocatoria, la comunidad se incomodó y la junta directiva decidió que en cada clase estuvieran presentes dos “observadores” para constatar el tipo de mensajes que recibirían las mujeres (todas adultas y con familia). A la mitad de la primera clase, las señoras pidieron que se detenga a la instructora y exigieron la salida del salón de los “observadores”. De allí y por las semanas siguientes continuó la capacitación, seguida por prolongadas conversaciones sobre temas de pareja y personales que abarcaban desde el amamantamiento de sus propios hijos y otros temas sobre los cuales las mujeres no tratan en presencia de varones. Además, los resultados en la adopción de las innovaciones recomendadas por el proyecto fueron evidentemente mejores, en comparación con otras experiencias que no tuvieron en cuenta este factor.

## Conclusión

Los casos descritos no son meramente anecdóticos. Hay abundante experiencia acumulada que demuestra la importancia de comprender en el mismo nivel de detalles, las culturas y costumbres de las familias que conducen fincas ganaderas, tanto más. cuanto más tradicionales son los sistemas, como ocurre con las familias que se dedican a la cría de caprinos, ovino y camélidos.

Una ruta es la de complementar la formación en la universidad de los profesionales agrarios en las cuestiones sociales; o de incrementar la interacción profesionales de las ciencias sociales, para ver integradamente todo lo relacionado con la gestión de la finca ganadera familiar.

Toda la comunidad científica y profesional está en deuda con la mujer, por haber soslayado sus muy importantes roles en la gestión de la ganadería,

por haberlas excluido por desconocimiento, de las oportunidades de capacitación de desarrollo personal. El rol de la mujer es mucho mayor que el de madres y esposas.

Este artículo rinde homenaje a las mujeres de América Latina, que dedican sus vidas a gestionar no solo la vida de sus familias sino de toda la finca, laborando muchas veces más de 14 horas diariamente.

---

PONENCIAS MAGISTRALES

# La cabra en la mitología y el arte: simbolismo y expresión cultural

---

Enrique Nolte\*

Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima, Perú

## Resumen

La cabra ha tenido un significado especial en su relación con la humanidad, acompañándola desde el tiempo prehistórico de los pueblos nómadas, como la primera especie utilitaria que fue domesticada, para alimentarse, vestirse y confeccionar diversos utensilios; en cercano paralelo con el perro y después, el caballo. En todas las latitudes, se ha contemplado los rasgos etológicos de la cabra en admirable profundidad y se ha utilizado tales constataciones, para hacer o crear interpretaciones sobre las conductas y actitudes humanas. En la cultura e imaginario de oriente y occidente, los personajes mitológicos caprinos siguen relacionados con importantes conceptos y fenómenos de sexualidad, sensualidad, energía y libertad y libertinaje. La visión y extraordinaria capacidad de los artistas para recrear no solo la realidad sino la imaginación, ha recogido e interpretado las creencias y sentimientos de los pueblos, a través del tiempo, la geografía y hasta el cosmos metafísico. Gracias a ello, y como complemento a la historia y tratados de mitología, se puede enriquecer la visión de los profesionales y expertos que deben ampliar su visión y conocimiento científico-biológico cuando tratan con los pueblos que se dedican a la crianza del caprino. Hay un enriquecimiento cultural posible pero

también la posibilidad de usarlo en forma práctica, para comprender algunas percepciones presentes entre productores y consumidores de lácteos y otros bienes que provienen de las cabras.

**Palabras clave:** Cultura. Mitología. Conducta. Simbología. Iconografía.

## Introducción

La cabra ha tenido un rol muy importante para la humanidad, tanto en lo práctico y material, como en el mundo inmaterial de la metafísica. Pensadores y filósofos, líderes sociales y hasta profetas, han observado en profundidad la etología de la cabra y la ha utilizado para interpretar la conducta humana. Es un hecho que muchos de los grandes profetas de las religiones monoteístas (cristianismo, judaísmo, islamismo) fueron pastores de cabras. Todo ello ha sido recogido en escritos, tratados históricos y mitológicos usualmente muy extensos de alta complejidad, pero también en numerosas obras de

arte, principalmente pinturas y esculturas. En esa producción ilustrada y visual los artistas han creado escenarios imaginarios, mucho más cercanos y al alcance de la comprensión de las personas comunes. En este artículo generado para un público básicamente profesional y especializado en cuestiones biológicas y productivas de la especie caprina, se hace un apretado resumen de toda esa riqueza proveniente del campo de las humanidades, con el fin de generar una mejor comprensión de muchas creencias y percepciones que prevalecen en las profundidades del pensamiento de todos los involucrados en los procesos de la crianza, producción y consumo o utilización de productos provenientes de la cabra.

## Las mitologías griega y romana

Muchos de los elementos de la mitología de la cultura griega influenciaron la conformación de la mitología del imperio romano. De modo que ayuda a la brevedad expositiva hacer referencia a ambas cuando el vínculo es claro y directo.

Amaltea, la cabra que amamantó a Júpiter o Zeus, Rey del Olimpo en la mitología griega, es muy famosa y su nombre sigue vinculado a la leche; de ella extrajo el “Cuerno de la Abundancia” o Cornucopia, para entregarlo en señal de gratitud a la ya anciana ninfa que lo atendió en su infancia, para que ella no pase por necesidad alguna.

Dionisio, hijo protegido de Zeus tiene rasgos caprinos en su figura y personalidad, como semidios del vino y las fiestas, para expresar su condición de elegido, de fortaleza desbordante; tuvo cinco hijos con Afrodita, la diosa del amor, describiéndose a ambos personajes como de una belleza y atractivo extraordinarios. Se dice que Pan trataba de imitarlo desde su condición de semidios de los pastos y de los bosques, de la fertilidad y del vino; es precursor del Baco de los romanos, Señor del Alcohol y la “Bacanal”, de la vida licenciosa.

En la cultura e imaginario occidental, Dionisio y Pan siguen siendo relacionados con la sexualidad y todos los personajes caprinos, con la sensualidad y la libertad. Entre otros personajes míticos están Cupido, incitador del enamoramiento; Sátiro, el acechante violador de los bosques que

fuera engañado y puesto en vergüenza cuando intentó seducir a una mujer que ante la sospecha, intercambio ropajes con su esposo; Quimera, el ser imposible con tres cabezas -serpiente, león y cabra- con cuerpo de cabra y cola de dragón, simboliza hasta hoy a la Fantasía. Pero el significado en griego de Quimera es “macho cabrío”, al que se le agregaron elementos de fantasía para exacerbar la ferocidad y potencia del personaje, el cual generaba un temor grande y generalizado. La leyenda cuenta que Amisodares, rey de Caria, la crió como su mascota preferida de su hogar en Pátara; pero la mítica y feroz bestia siguió atacando, lanzando fuego por el hocico, por lo cual el rey pidió a Belerofonte que la ubique y mate. Éste logró su cometido con la ayuda de su famoso caballo alado, Pegaso, hiriéndola con una lanza de plomo que se fundió por el calor del mismo fuego que lanzó Quimera.

## En los países nórdicos

Entre los nórdicos, Thor, el mítico personaje noruego, va en una carriga halada por dos cabras *Tanngnjostr* y *Tanngrisnr*, en ruta al lejano Utgaro, para combatir a los enemigos de Dios; por el cansancio y el hambre se detuvo en un pueblo donde una familia campesina le ofreció posada y algo de alimento porque eran muy pobres.

Thor mató a las dos cabras, puso sus pieles como mantel y ofreció la carne a la familia. Esto molestó al hijo menor de la familia, quien como señal de su fastidio se limitó a chupar el tuétano de los huesos. Al día siguiente, Thor bendijo las pieles con su martillo y los cuerpos de las cabras volvieron a mostrarse completos y con vida. Pero una estaba coja porque sus huesos quedaron débiles provocando la cólera de Thor: Cuando se calmó, llegó a un acuerdo con la familia y llevando a dos de sus hijos al continuar su viaje.

## La ayuda del arte

Como en esos casos ya descritos, hay numerosos ejemplos que se puede citar de las antiguas religiones, muchos de los cuales perduran hasta el presente, gracias a las imágenes creadas o

interpretadas por artistas del dibujo, la pintura y la escultura; muchos de ellos de gran renombre, desde antes de la Edad Media hasta el presente. Y muchos otros anónimos y muy antiguos.

Es abundante es cantidad de pinturas y esculturas con Amaltea en escenas de la infancia y las celebraciones de Júpiter. La visión del artista recoge interpreta los sentimientos del Pueblo, en el Tiempo, en la Geografía y en el Cosmos. Gracias a ello enriquece la visión de los profesionales y expertos que deben relacionarse con familias y comunidades que se dedican a la crianza del caprino. Así lo evidencia la presencia misteriosa de la cabra en las obras de Marc Chagall, en la maestría del gran pintor Caravaggio, el interés de Nicolás Poussin de hacerla parte de los acontecimientos sociales; en la gracia y el juego infantil de Picasso, en una de sus más famosas esculturas y varias obras pictóricas. Ellos y otros grandes artistas que integran el patrimonio universal de la estética, han recogido la esencia de la singular etología caprina: el instinto maternal, la defensa de su libertad, su inacabable curiosidad, su energía e intensidad sexual y sus formas de alimentarse y subsistir.

## En la lingüística

Aunque muchos no desconocen aspectos de la historia o de la mitología, hay un amplio conjunto términos en uso contemporáneo, muchas palabras de uso corriente, que ya han adquirido o atribuido la propiedad de su significado pero que tienen su origen en un personaje o en un comportamiento propio de la especie caprina

Algunos ejemplos son muy ilustrativos. Así, el término “Quimera” se usa actualmente para señalar algo que es completamente fantástico, alejado de la realidad. “Cabrear” significa y se usa para describir la habilidad para esquivar a un rival cambiando súbitamente la dirección de la carrera sin perder el control del balón, especialmente en el fútbol. El término “Capricho” se refiere a un comportamiento impredecible y cambiante o voluble. “Sátiro” se ha convertido en un adjetivo que se aplica a delincuentes violadores. Un poco más fuerte es la palabra metafórica “encabronarse” para explicar la aparición de en un estado de enojo incontrolable

y que ya no quiere saber de razones. En algunos idiomas, incluyendo el español en algunos países, se usa el término “cabrito” para referirse a los niños. La “cabritilla” es la denominación de uno de los cueros más finos utilizados en la confección de prendas de vestir y accesorios de alta calidad.

También hay diversas expresiones, refranes y dichos como “ser más loco que una cabra”, que se explica por sí mismo. También “plata en mano, chivato en pampa” para referirse a la exigencia de que las ventas de animales se hagan sin excepción con pago inmediato. Otro es “Chivo que rompe tambor, con su pellejo lo paga”, describiendo uno de los importantes atributos de elasticidad, resistencia y sonoridad de la piel del caprino en la fabricación de tambores, bombos, tumbadoras y otros instrumentos de percusión.

Hay instituciones que tienen a un caprino como elemento iconográfico y mascota. También hay lugares y accidentes geográficos con nombres referidos a la especie caprina. No son raros los apellidos que aluden al mismo término: Cabral, Cabrales, Cabrera, Cabrerizo, son algunos ejemplos en español y los debe haber también en otros idiomas.

## Conclusión

La visión biológica y científica de la especie cabra doméstica (*Cara hircus* L.) se puede enriquecer con el conocimiento antropológico y cultural a la historia que la vincula al humano de una manera tan intensa y significativa, a través de las mitologías de la mayor parte de las culturas que han ocurrido en diversos espacios geográficos y momentos históricos. Todavía hace falta profundizar más en ámbitos como el lejano oriente (China, India, por ejemplo) y en África, donde alcanzó muy alto grado de utilización por su adaptación a condiciones extremas, es especial en las zonas montañosas y en los trópicos áridos.

PONENCIAS MAGISTRALES

# La caprinocultura en Costa Rica

Carlos Rodríguez Salas\*

Rancho Caprino San Agustín, San Carlos, Costa Rica

## Resumen

La caprinocultura en Costa Rica es buena alternativa como actividad económica que se ha desarrollado a pequeña escala, con gran potencial para crecer dada la buena percepción de la población y la cantidad de mercado que tiene acceso y carece de información. Esta actividad tiene características interesantes para sectores de la población con limitaciones a obtener un empleo o dificultades para generar actividades económicas de otros en áreas pequeñas y cercanas a centros de población, como lo es la facilidad de manejo y la poca necesidad de terreno para establecer un sistema de producción. La posibilidad de aumentar la demanda de productos lácteos y sus derivados, lograría una revitalización de la caprinocultura, siendo una herramienta interesante de la reactivación económica del país.

**Palabras clave:** Caprinos. Costa Rica. Oportunidades.

La caprinocultura en Costa Rica tiene un gran potencial para convertirse en una actividad pecuaria de importancia, aún en momentos de bajo crecimiento económico (Informe Estado de la Nación, 2018), por lo que vale la pena analizar en

detalle las características que giran en torno a este apasionante mundo caprino.

Para empezar a entender los detalles vamos a caracterizar el hato caprino, según el último censo agropecuario se tenían 12854 animales, constituido con un 80% por hembras, de las cuales el 70% son hembras adultas dedicadas exclusivamente a la producción de leche (INEC, 2015), teniendo a la raza saanen como la principal raza, que se encuentra pura y en cruzamientos con otras razas. La predominancia de las cabras Saanen en el país se debe a la preferencia del productor por su adaptabilidad al entorno y su carácter lechero, este proceso de selección se dio con la importación de cerca de 2000 animales de las principales razas lecheras en la década de los 90's realizadas por Ministerio de Agricultura (Boschini, 2016).

Mencionado lo anterior, es importante recalcar que para el mercado existente en el país, el hato tiene una importante base genética, además del aporte de la inseminación artificial usando principalmente material canadiense, esto debido al esfuerzo de los productores y a la empresa privada, que se ha comprometido, no solo en proveer una buena oferta genética, sino también en establecer en que la mayor cantidad de productores puedan realizar inseminación artificial (Boschini, 2016).

Otra característica importante de la actividad caprina es su manejo, el cual, según Chacón-Villalobos y Mora-Valverde (2017) indican que los proyectos son liderados en su gran mayoría (52,39%) por personas entre los 41 y 60 años, población que tiene problemas para conseguir empleo (Informe estado la nación 2018). También hay otro aspecto ligado con el manejo, que se evidencia en el censo agropecuario (INEC, 2015), el 40% de los proyectos desarrollan su actividad en fincas de 4 ha o menos y más del 50% de los proyectos están ubicados en provincias con grandes centros de población. Evidenciando que esta actividad sirve como fuente de empleo a un segmento importante de la población con dificultades para conseguirlo y es una alternativa de uso de suelo para terrenos pequeños dentro de los centros de población.

Otras de las fortalezas de la actividad la podemos ubicar en el mercado, por un lado, al país entran al año más de 3 millones de turistas solo de Europa y América del norte, regiones con amplia cultura de consumo de derivados lácteos de cabra, representado un nicho importante de mercado, además, el consumidor nacional, que según Chacón-Villalobos et al. (2008) y Araya et al. (2018) en sus estudios grueso de la población (más del 50%) tiene buena percepción de la leche y conocen de los beneficios pero solo una pequeña población consume frecuentemente (6,31% según Chacón-Villalobos et al. (2008).

Además de las fortalezas anteriormente detalladas, la caprinocultura tiene grandes oportunidades como lo es el alto consumo de productos lácteos del costarricense, que superan en 52 litros al promedio mínimo recomendado (Barquero 2018) y al ponerlo en perspectiva, con los patrones de consumo de América Latina, sigue siendo uno de los consumos más altos (Chacón-Villalobos, 2005), si a lo mencionado le añadimos que el 80% de los encuestados por Araya et al. (2018) están dispuestos a consumir lácteos de cabra y según Chacón-Villalobos et al. (2008) el 31,2% no tienen disponibilidad y un 14,6% no conocen del producto, se podría tener la oportunidad de ampliar la demanda.

Otra oportunidad de mercado la evidencia Boschini (2016) cuando menciona las importaciones de derivados lácteos al país entre el 2013 y 2016 superan los 10 ton por año y con una tendencia en aumento, definiendo como países de origen a:

Holanda, Estados Unidos, España, Italia y Francia. Entonces, bajo el escenario anterior, es posible que con capacitación a las plantas de proceso que operan actualmente, se pueda competir con una porción de ese producto importado.

Es importante también exponer, las debilidades del sector, como lo es el tamaño del hato y se evidencia en el censo agropecuario (INEC, 2015) cuando muestra que el 61,4% de las fincas cuentan tienen un hato de 1 a 20 animales, y solo el 8,5% de las fincas tiene más de 100 animales, situación que Buschini (2016) analiza y concluye, que las fincas deberían tener un mayor número de animales para lograr por economía de escala y por ende, mayor rentabilidad. Otra de las debilidades del sector es la falta de agremiación, actualmente existen tres agremiaciones que no agrupan al grueso de los productores, afectando el acceso al nivel de capacitación, el nivel de tecnificación y hasta la capacidad comercial. También dentro de las debilidades que se encuentran es la falta de política estatal al sector, en donde se evidencia un interés en el productor, tanto así que no hay opciones de financiamiento para proyectos caprinos en la banca estatal.

Para continuar con análisis de la situación del sector es importante entrar en las amenazas que afronta el sector, las cuales van muy ligadas al manejo, y se evidencian dos muy puntuales, la variación en los volúmenes de producción de leche debido al anestro estacional, es muy difícil tener una buena gestión de ventas cuando no se logra tener producciones estables y a excepción de algunas zonas del país (por condiciones climáticas) los celos se concentran en un evento marcado de aproximadamente tres meses y otro evento no tan claro de aproximadamente un mes. Y la debilidad es la marcada falta de capacitación de los médicos veterinarios en cabras, cada vez que un productor necesita asesoría por algún problema sanitario es difícil encontrar una respuesta oportuna.

## Referencias

Araya A, Bolaños M, Carballo E, Maroto P, Rodríguez D, Vargas N. Investigación de mercados sobre productos de leche de cabra en la zona de San Carlos, San Carlos, Alajuela. Instituto Tecnológico de Costa Rica; 2018. 33 p.

Araya A, Bolaños M, Carballo E, Maroto P, Rodríguez D, Vargas N. Investigación de mercados sobre productos de leche de cabra en la zona de San Carlos, San Carlos, Alajuela. Instituto Tecnológico de Costa Rica; 2018. 33 p.

Barquero M. Consumo de leche por persona en Costa Rica supera en 52 litros el promedio mínimo recomendado. 2018 [acceso 23 abr 2019]. Disponible en: <https://tinyurl.com/y3ohcmnc>.

Boschini C. Visión global de la producción caprina: Una oportunidad de negocios. XXII Congreso Nacional Lechero; 18-19 oct 2016; San José, Costa Rica.

Chacón-Villalobos A. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. *Agron Mesoam*. 2005;16(2): 239-52.

Chacón-Villalobos A, Araya-Quesada YM, Gamboa-Acuña ME. Percepciones y hábitos de consumo de la leche de cabra y sus derivados en los costarricenses. *Agron Mesoam*. 2008;19(2):241-50.

Chacón-Villalobos A, Mora-Valverde D. Caracterización sectorial de la caprinocultura en Costa Rica. *Nut Anim Trop (Costa Rica)*. 2017;11(2):23-60.

INEC - Instituto Nacional de Estadística y Censos. Censo Agropecuario 2014. 2015 [acceso 29 abr 2019]. Disponible en: <https://tinyurl.com/y47mr82b>.

Informe Estado de la Nación. 2018 [acceso 24 abr 2019]. Disponible en: <https://estadonacion.or.cr/2018>.

PONENCIAS MAGISTRALES

# Manejo del pastoreo y sistemas silvopastoriles para pequeños rumiantes

Jean-Marie Luginbuhl<sup>1,2\*</sup><sup>1</sup> Professor Emeritus, North Carolina State University (NC State), Raleigh, USA<sup>2</sup> Secretary-Treasurer, International Goat Association (IGA), Little Rock, USA

## Resumen

Esta presentación describe el comportamiento de pastoreo/ramoneo de rumiantes menores, su manejo al pastoreo para un mejor aprovechamiento del forraje y aspectos de sistemas silvopastoriles de América Latina.

**Palabras clave:** Caprinos. Ovinos. Comportamiento alimenticio. Sistemas silvopastoriles.

## Introducción

Alrededor del mundo, la producción de pequeños rumiantes depende en gran medida de los métodos de alimentación tradicionales, como el pastoreo o el ramoneo (Devendra, 2012). Sin embargo, contándose con los recursos, la producción puede mejorarse mediante el manejo de sistemas de pastoreo intensivo que tengan en consideración el comportamiento de pastoreo de esas especies. Otro enfoque consiste en desarrollar sistemas silvopastoriles que integren árboles y (o) arbustos con pastos en la misma unidad de tierra para la

producción de pequeños rumiantes en sistemas de pastoreo /ramoneo o de corte y acarreo, lo que resulta en un aumento general de la producción.

## Manejo del pastoreo

En comparación con los bovinos (*Bos spp.*), los ovinos (*Ovis aries*) son pastoreadores selectivos, que eligen partes de plantas de mayor calidad (y más digeribles) que las que los bovinos seleccionan cuando ambas especies tienen acceso al mismo forraje (Luginbuhl et al., 1995). Por el contrario, los caprinos (*Capra hircus hircus*) han sido clasificados como una especie con hábitos alimenticios intermedios, adaptados tanto al pastoreo como al ramoneo (Hoffman, 1989; Van Soest, 1994). Sin embargo, los caprinos tendrán un buen desempeño en situaciones de pastoreo si las prácticas de manejo de pastoreo coinciden con su comportamiento de pastoreo. En las pasturas, las cabras tienden a pastar de la parte superior a la parte inferior de las plantas y no les gusta pastar cerca de la superficie del suelo. Por lo tanto, las cabras pastarán más uniformemente una pastura que las ovejas. Como



las cabras se desempeñan mejor cuando se mueven con frecuencia a un prado nuevo o a una sección de un prado, el principio básico del pastoreo de control (Mueller et al., 1995) es permitir que las cabras pasten durante un tiempo limitado, dejando un rastrojo frondoso, y luego moverlos a otra sección de un pastizal subdividido o a otro pastizal. Bajo el pastoreo controlado, las leguminosas y las gramíneas nativas pueden reaparecer en el pasto, y los productores a menudo informan que la comunidad de plantas de pasto se vuelve más diversa.

El pastoreo controlado puede utilizarse para mejorar los pastos, extender la temporada de pastoreo y permite a los productores proporcionar forraje de mayor calidad a un menor costo con la utilización de menos insumos comerciales. El pastoreo en franjas puede implementarse fácilmente en condiciones de pastoreo controlado en grandes potreros colocando cercas eléctricas móviles por delante y detrás de los animales, proporcionando suficiente forraje para dos a tres días. El pastoreo en franjas es muy efectivo y da como resultado una alta utilización de los pastos porque, de lo contrario, los caprinos no pastarán bien el forraje pisoteado (Luginbuhl et al., 2000). El pastoreo en franjas da como resultado una mayor ganancia diaria promedio, una mayor ganancia por hectárea y una rápida mejora de la condición corporal cuando los pastos se encuentran en estado vegetativos y de excelente calidad, como durante temporadas de clima frío cuando la calidad de la planta disminuye solo lentamente. Por el contrario, el pastoreo en franjas no se recomienda cuando los pastos son de baja calidad debido a la reducida selectividad (Chamblee y Green, 1995).

Algunos productores confinan sus animales durante la noche, como medida de protección en contra de predadores. Sin embargo, el confinamiento implica una reducción del tiempo de pastoreo, y que los animales invierten mayor tiempo en corrales en condiciones de riesgo sanitario. El confinamiento de los animales es aún más problemático durante los periodos cálidos y húmedos del año, debido a que los animales puede que no pastoreen de la manera más eficiente durante las horas más calurosas del día. Si los animales deben ser confinados durante la noche, permítales pastorear durante las horas

más frescas del día. Esta estrategia incrementará el tiempo de pastoreo y debe incrementar la producción (Luginbuhl et al., 1995).

Los caprinos y los ovinos en pastoreo pueden ser controlados con 4 a 5 hilos de alambre electrificado suave de alta resistencia. Como los caprinos son más difíciles de contener que los ovinos, la cerca debe estar lo suficientemente energizada ("caliente", + 5000 voltios). El espaciado del cable puede variar de 15 a 20 cm cerca del suelo a 15 a 30 cm para los hilos superiores (Luginbuhl et al., 2000). La altura de la cerca perimetral debe ser de al menos 110 cm. Puede ser necesario instalar un alambre alto o un conjunto de alambres a una distancia de 30 cm en el interior de la cerca principal, cerca de la parte superior si los caprinos acostumbran a saltar la cerca. Como regla general, los caprinos se arrastrarán por debajo, en lugar de saltar una cerca, por lo que el alambre inferior debe mantenerse cerca del suelo. Un alambre de púas tendido a lo largo del suelo ayudará a controlar a los depredadores, especialmente en áreas montañosas. El entrenamiento de los animales para que respeten las cercas de los alambres eléctricos se puede hacer de manera efectiva al obligar a los animales a permanecer en un pequeño pastizal que los alienta a "probar" el alambre electrificado. Las mallas de alambre (apertura de 15 cm x 15 cm) son efectivas, pero cuestan al menos el doble que una cerca eléctrica de 5 hilos. Además, los caprinos con cuernos frecuentemente quedan atrapados en la malla. Para resolver este problema con las cercas de malla de alambre tejidas existentes, puede utilizarse un alambre eléctrico a una distancia de unos 20 cm de la cerca de malla de alambre tejida, colocado a una altura de 30 a 40 cm desde el suelo reducirá el número de animales atrapados. Esta práctica, sin embargo, complica el control del crecimiento de forraje en la línea de la cerca. El alambre tejido con una abertura de 15 cm x 30 cm es una alternativa más económica que el alambre tejido con una abertura de 15 cm x 15 cm que no requiere un alambre eléctrico de compensación. Los caprinos con cuernos generalmente no son atrapados o, son capaces de liberarse debido a la abertura más grande. Actualmente están disponibles en el mercado, cercas de alambre tejidas con nudos fijos de alta resistencia, que saltan hacia atrás si los

animales las rozan, y con aberturas muy pequeñas cerca del suelo, y son muy efectivas para mantener a los caprinos dentro y a los depredadores fuera (www.staytuff.com). Las cercas perimetrales deben controlar al rebaño en todo momento y mantener alejados a los depredadores como los perros y los coyotes. Sin embargo, las cercas interiores pueden estar hechas de 3 a 4 hilos de alambres de plástico de polietileno estabilizados a los rayos UV entretejidos con tres a nueve filamentos de acero inoxidable, y postes de plástico de polietileno estabilizados a los rayos UV, asumiendo que los animales estén entrenados (Premier 1 Supplies®). Debido a que a las cabras les gusta escalar, las esquinas de las cercas permanentes no deben tener los refuerzos diagonales para los postes y se deben construir con abrazaderas en H.

### Comportamiento de pastoreo/ramoneo

Clasificados como una especie con hábitos alimenticios intermedios, los caprinos exhiben cambios en la selectividad de la dieta en función de la disponibilidad de forraje, su valor nutritivo y de la estación (Hoffman, 1989; Van Soest, 1994; Pietrosevoli et al., 2005). Coblenz (1977) clasificó a los caprinos como “oportunistas genéricos” debido a que ellos consumen la vegetación más nutritiva y palatable disponible, seleccionando una amplia variedad de plantas de una calidad superior que los vacunos y los ovinos. Comparados con otros rumiantes domésticos, los caprinos seleccionan las partes y porciones más nutritivas de las plantas, y en una selección dada entre gramíneas, hierbas y arbustos, ellos usualmente prefieren dietas con una mayor proporción de arbustos (Bryant et al., 1979). Los caprinos consumen de buena gana gramíneas inmaduras, pero cambian al ramoneo cuando la calidad del forraje disminuye con el avance de la madurez. Sin embargo, demuestran una preferencia especial hacia las inflorescencias de las gramíneas (Wilson, 1957; Luginbuhl, observación personal). Los caprinos presentan una mayor masa hepática en relación a los vacunos y a los ovinos, y toleran mayores niveles de compuestos fenólicos tales como taninos (Silanikove, 1997). Esto podría llegar a explicar el porque, los caprinos son generalmente

más efectivos que los ovinos, en el control de *Euphorbia usula* L., una dicotiledónea herbácea perenne, con un sistema radicular profundo, que contiene varios compuestos aleloquímicos (Walker et al., 1994). Adicionalmente, los caprinos tienen menores problemas de toxicidad debido a que prefieren consumir una gran variedad de especies de plantas a lo largo del día. La selectividad en la alimentación, y una fuerte preferencia por el ramoneo, permiten a los caprinos reducir los efectos de la variación en la energía y la proteína de la dieta, causada por las condiciones ambientales o de manejo (Fedele et al., 1991). Además, la propensión de los caprinos a pararse sobre sus patas traseras, les permite ramonear hasta una altura de 2 metros, en áreas donde se encuentran árboles y enredaderas colgantes (Lu, 1988). Owens (1991) indicó que a medida que se incrementaba la densidad de caprinos por unidad de área la utilización, en la comunidad de arbustos de acacia de alturas entre 0,75 y 1,5 m, se incrementó a una tasa más rápida que en otras zonas de la estructura. Los caprinos inclusive escalan ciertos árboles (García y Gall, 1981).

Debido a este comportamiento de pastoreo/ramoneo tan versátil, los caprinos, se pueden usar de manera muy efectiva como agentes de control biológico en pastizales invadidos por vegetación leñosa y malezas de hoja ancha, debido a preocupaciones ambientales y costos elevados de otros métodos de control como el corte mecánico y aplicaciones de herbicidas (Luginbuhl y Pietrosevoli, 2007; Luginbuhl et al., 1999, 2000a). Por el contrario, con los ovinos deben utilizarse altas cargas animales cuando se les pastorea solos para evitar demasiado pisoteo y daño del forraje no utilizado. Como regla general, los ovinos consumen más arbustos que los bovinos, pero menos que los caprinos, porque los ovinos son menos selectivos que los caprinos. Los ovinos también hacen un mejor uso de los pastos de colinas escarpadas y empinadas que los bovinos o los caprinos (Luginbuhl et al., 1995).

Las diferencias en el comportamiento de alimentación entre los ovinos, los caprinos y los bovinos presentan una ventaja de adaptación única de cada especie para la utilización de diferentes alimentos disponibles en una unidad de producción.

Estas diferencias deben ser consideradas al determinar las mejores especies animales para utilizar un recurso de alimentación particular. El comportamiento alimenticio también es importante para determinar la conveniencia de uso de una sola especie o de varias especies de animales en pastoreo, que resultará en la mejor utilización de los materiales vegetales disponibles. La mayoría de los estudios indican que se logra una mayor producción y una mejor utilización de los pastizales cuando los ovinos y el ganado vacuno o el ganado vacuno y los caprinos se pastorean juntos, a diferencia del pastoreo de ovinos, caprinos o bovinos solos (Merrill y Taylor, 1981; Webb et al., 2007). Taylor (1985), también reportó que los vacunos ganaron más peso por cabeza cuando se pastorearon con caprinos y ovinos que cuando se pastorearon solos. du Toit (1972) en el Suroeste Africano, reportó que, en un matorral, el ganado presentó un mayor nivel de producción cuando pastoreaba en combinación con caprinos que cuando pastoreaba en conjunto con ovinos. De acuerdo a Rector (1983), los vacunos en una pradera natural de Texas, seleccionaron predominantemente gramíneas (70%), con menores cantidades de malezas de hoja ancha (5%), ramoneo (24%) y *Carex* spp. (1%). Los ovinos consumieron predominantemente gramíneas (52%), pero más malezas de hoja ancha (15%), ramoneo (31%) y *Carex* spp. (2%) que los vacunos. Por el contrario, los caprinos prefirieron el ramoneo (70%), las gramíneas (20%), y algunas malezas de hoja ancha (10%). En otros estudios, Malecheck y Provenza (1981) señalaron que los caprinos seleccionaron 60% de arbustos, 30% de gramíneas y 10% de malezas de hoja ancha, comparados con la selección hecha por los ovinos, la cual estuvo compuesta por 20% de arbustos, 50% de gramíneas y 30% de malezas de hoja ancha. Merrill y Taylor (1981) indicaron que, en Texas, la utilización de las praderas y la capacidad de carga fue mejorada 10 a 25% por un pastoreo combinado de caprinos, vacunos y ovinos, un claro indicador de que estas especies de ganado no solamente son compatibles, sino también complementarias. Taylor y Ralphs (1992) reportaron una reducción en las pérdidas de ganado por plantas tóxicas debido al co-pastoreo. Finalmente, los beneficios adicionales del pastoreo de multiespecies, puede incluir una disminución

de los problemas de parasitosis gastrointestinales cuando vacunos o equinos son pastoreados con caprinos o con ovinos (Hart, 2001).

### Sistemas silvopastoriles

Los pequeños rumiantes, especialmente los ovinos, se han integrado en una amplia variedad de sistemas silvopastoriles, entre ellos en plantaciones de caucho, palma aceitera, coco, huertos, maple azucareros y madera de alto valor (Orefice et al., 2017; Devendra, 2012). Por otro lado, se ha integrado el uso de vegetación de cobertura y una mezcla de árboles o arbustos forrajeros en fincas pequeñas para diversos propósitos, entre ellos servir como fuente de alimento para pequeños rumiantes. A este respecto, los árboles y arbustos de usos múltiples representan un gran potencial natural en muchas regiones del mundo, ya que existen cerca de 18000 especies de árboles y arbustos de leguminosas (Brewbaker et al., citado por Murgueitio, 1990). La mayor atención prestada al uso de los sistemas silvopastoriles está siendo impulsada por la necesidad de aumentar la eficiencia de las prácticas de producción ganadera de una manera sostenible que reduce la dependencia de los insumos externos al mismo tiempo que restaura las tierras degradadas, conserva la base de recursos y promueve la diversidad (Int'al. Symp. Silvopastoral Systems, 2001).

En estudios para caracterizar los sistemas de producción existentes en los trópicos, el conocimiento de los productores de las especies utilizadas para el ramoneo y para sistemas de corte y acarreo con animales en confinamiento es muy importante. Otro enfoque consiste en la observación directa de la preferencia de los animales ramoneando. Los resultados de dicha investigación participativa con el objetivo de incorporar árboles forrajeros en los sistemas de producción de ganado se han descrito en varios libros y boletines (Benavides, 1994; Vargas y Delgadillo, 1998; Murgueitio et al., 1999; Calle et al., 2001; Gómez et al., 2002). Este importante trabajo pionero ha sido realizado por CATIE en América Central, CIPAV en Colombia y otros países de América Latina por varios equipos de investigación con el objetivo de

identificar y caracterizar árboles de forraje nativos para su uso con pequeños rumiantes en sistemas de corte y acarreo. Toda la información de investigación (especies, producción de biomasa, composición química) se ha digitalizado y está disponible en línea en las bibliotecas del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y del Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). La mayor parte del énfasis en los sistemas silvopastoriles para el ganado y su contribución para mejorar el uso de los recursos de manera sostenible se ha dirigido a sistemas de producción de bovinos (Reyes et al., 2019). Sin embargo, Carvalho et al. (2017) recientemente evaluaron el crecimiento de cabras anglo-nubias bajo un sistema silvopastoril de pastos tropicales y leucaena (*Leucaena leucocephala*) en el estado de Piauí, Brasil. Similarmente, Rodríguez et al. (2013) reportaron ganancias de peso de caprinos en crecimiento que ramoneaban en sistemas silvopastoriles que incluían leucaena, totumo (*Crescentia cujete*) o guácimo (*Guazuma ulmifolia*) durante la temporada de lluvias en Cesar, Colombia.

Que yo sepa, CATIE es el único Centro donde se llevaron a cabo extensos experimentos con animales para determinar la respuesta de los animales en términos de ingestión, producción de leche y aumento de peso mediante la incorporación de árboles forrajeros en varias dietas. Los ejemplos de una larga lista de estudios de alimentación en establos realizados en el CATIE incluyeron cabras lecheras alimentadas con king grass (*Pennisetum purpureum*) y suplementadas con diferentes niveles de morera (*Morus* spp.) (López et al., 1993; Oviedo et al., 1994; Rojas y Benavides, 1994), clavelón (*Hibiscus rosa-sinensis*) (Mochiutti et al., 1995) o amapola (*Malvaviscus arboreus*) (López et al., 1993; Rojas y Benavides, 1994). Los estudios de crecimiento se realizaron con corderos alimentados con king grass y complementados con diferentes niveles de morera (Benavides, 1986), poró gigante (*Erythrina poeppigiana*) *ad libitum* y melaza, plátano verde (*Musa* spp.) o ñame (*Dioscorea alta*) como fuentes de energía (Benavides, 1983; Benavides y Pezo, 1986) y con cabritos en crecimiento alimentados con poró gigante, poró enano (*Erythrina berteroana*), madera negro (*Gliricidia sepium*) o hojas de banano y complementados con

bananas verdes desechadas (Benavides, 1983). Poró o dolichos lablab (*Lablab purpureus*) también se alimentaron a cabras lecheras secas para medir la ingestión y la ganancia diaria de peso (Esnaola y Benavides, 1983). Como resultado de estos esfuerzos, se desarrollaron módulos agroforestales dirigidos a pequeños y medianos productores de cabras para que sirvieran como guías técnicas para la transferencia de tecnología por parte de los agentes de extensión (Benavides et al., 1995).

La morera es un árbol forrajero que se ha estudiado ampliamente en muchas regiones del mundo debido a su rendimiento, palatabilidad y valor nutritivo (Benavides, 2002). El creciente interés en utilizar la morera para el ganado llevó a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) a organizar la conferencia electrónica "Morera para la producción animal" en el año 2000 (FAO, 2002). Las conclusiones del taller indicaron que se deberán realizar más estudios antes de incorporar la morera en los grandes sistemas de ramoneo silvopastoriles (Sánchez, 2002). Angeloni (2002) declaró que los árboles forrajeros deben considerarse plantas estratégicas para ser utilizadas solo durante las temporadas críticas. Luginbuhl et al. (2000) enfatizaron que la inclusión de especies de árboles forrajeros nativos o naturalizados como bancos de energía y/o energía podría contribuir a la productividad y eficiencia del sistema al suministrar los nutrientes requeridos durante el ciclo de producción cuando la demanda de animales en crecimiento o lactantes es crítica y la disponibilidad de forraje de calidad es escaso.

El desafío de incorporar el ganado en los sistemas silvopastoriles es que los forrajes herbáceos y los árboles forrajeros crecen a tasas desiguales y soportan diferentes intensidades de defoliación.

## Referencias

Angeloni A. Evolution of research on mulberry as cattle and sheep feed in central Italy. Proceedings of an electronic conference. En: Sanchez MD (Ed). Mulberry for Animal Production. FAO Animal Production and Health Paper 147; 2002. p. 219-21.

- Benavides JE, Esquivel J, Lozano E. Módulos agroforestales con cabras para la producción de leche. Guía Técnica para Extensionistas. Serie Técnica. Manual Técnico No. 18. Turrialba, Costa Rica: CATIE; 1995. p.1-56.
- Benavides JE, Pezo D. Evaluación del crecimiento y del consumo de materia seca en corderos alimentados con follaje de Poró (*Erythrina poeppigiana*) ad lib., suplementados con diferentes fuentes de energía. En Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas, en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. Serie Técnica. Informe Técnico No. 67. Turrialba, Costa Rica: CATIE; 1986. p 43-7.
- Benavides JE. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Vol. II. Serie Técnica. Informe Técnico No. 236. Turrialba, Costa Rica: CATIE; 1994. p. 367-94.
- Benavides JE. Efecto de diferentes niveles de suplementación con follaje de morera (*Morus* spp.) sobre el crecimiento y consumo de corderos alimentados con pasto (*Pennisetum purpureum*). Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas. Proyecto Sistemas de Producción Animal. Serie Técnica. Informe Técnico No. 67. Turrialba, Costa Rica: CATIE; 1986. p 40-2.
- Benavides JE. Ganancia de peso y consumo de cabritos alimentados con distintos follajes de arboles tropicales suplementados con banano verde de desecho. Utilización de follaje de poro (*E. Poeppigiana*) en la alimentación de cabras bajo condiciones de trópico húmedo. Congreso de la Asociación Mexicana de Zootecnia y Técnicos en Caprinocultura. Mazatlán, México; 1983.
- Benavides JE. Utilization of mulberry in animal production systems. Annex 2. Proceedings of an electronic conference. En: Sanchez MD (Ed) Mulberry for Animal Production: FAO Animal Production and Health Paper 147. 2002. p. 291-328.
- Bryant FC, Kothmann MM, Merrill LB. Diets of sheep, Angora goats, Spanish goats and White-tail deer under excellent range conditions. J. Range Manage. 1979;23 (6): 412-7.
- Calle Z, Murgueito E, Calle N. Enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV. Cali. Colombia. 2002.
- Carvalho WF, Oliveira ME, Alves AA, Moura RL, Moura RMAS. Suplementação energética de caprinos em sistema silvopastoril formado por gramíneas tropicais e leucena. Rev. Ciênc. Agron. 2017;48(1):199-207.
- Chamblee DS, Green Jr JT. Production and Utilization of Pastures and Forages in North Carolina. North Carolina Agricultural Research Service. North Carolina State University. Technical Bulletin 305. 1995. p.169.
- Coblentz BE. Some range relationships of feral goats on Santa Catalina island, California. J. Range Manage. 1977; 30:415-19.
- Devendra, C. Agroforestry and silvopastoral systems potential to enhance food security and environmental sustainability in south east Asia. Open Access Scientific Reports . 2012;1(2):1-7.
- du Toit PF. The goat in a bush-grass community. Proc. Grassland Soc. South Africa. 1972;7:44-50.
- Esnaola MA, Benavides JE. Consumo de materia seca de Poró (*E. Poeppigiana*) y dolichos lablab (*Lablab purpureus*) por cabras secas estabuladas. Utilización de follaje de poro (*E. Poeppigiana*) en la alimentación de cabras bajo condiciones de trópico húmedo. 2do congreso de la Asociación Mexicana de Zootecnia y Técnicos en Caprinocultura; Mazatlan, México; 1983.
- FAO. Mulberry for animal production. In: Sanchez MD (Ed). Mulberry for Animal Production. FAO Animal Production and Health Paper 147. 2002.
- Fedele V, Pizzillo M, Claps S, Morand-Fehr P, Rubino R. Grazing behavior and diet selection of goats on native pasture in Southern Italy. Small Rumin. Res. 1993; 11(4):305-22.
- García O, Gall C. Goats in the dry tropics. En: C. Gall (Ed.) Goat Production. Academic Press. London. 1981. p. 515-56.

- Gómez ME, Rodríguez L, Murgueitio E, Ríos CI, Méndez MR, Molina CH, Molina EY, Molina JP. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV. Cali. Colombia; 2002.
- Hart SP. Recent perspectives in using goats for vegetation management in the USA. *J. Dairy Science* (Suppl.). 2001; 84:E170-6.
- Hernández S, Benavides JE. Potencial forrajero de especies leñosas de los bosques secundarios de el Petén, Guatemala. *Agroforestría en Las Américas*.1995;6:15-22.
- Hoffman RR. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia*. 1989;78 (4):443-457.
- López GZ, Benavides JE, Kass M, Faustino J. Efecto de la suplementación con follaje de Amapola (*Malvaviscus arboreus*) sobre la producción de leche en cabras estabuladas. Seminario Centroamericano y del Caribe sobre agroforestría y rumiantes menores; Turrialba, Costa Rica: CATIE; 1993.
- Lu CD. Grazing behavior and diet selection of goats. *Small Ruminant Research*. 1988;1:205-16.
- Luginbuhl JM, Green Jr JT, Poore MH, Conrad AP. Use of goats to manage vegetation in cattle pastures in the Appalachian region of North Carolina. *Sheep Goat Res J*. 2000a;16:124-35.
- Luginbuhl JM, Green Jr JT, Mueller JP, Poore MP. Forage needs and grazing management for meat goats in the humid southeast. *ANS 00-604MG*. 2000.
- Luginbuhl JM, Green Jr JT, Poore MH, Mueller JP. Forage needs for meat goats and sheep. Chapter 20. In: Chamblee DS, Green Jr JT (Eds.) *Production and Utilization of Pastures and Forages in North Carolina*. North Carolina Agricultural Research Service Technical Bulletin 305; 1995.
- Luginbuhl JM, Harvey TE, Green Jr JT, Poore MH, Mueller JP. Use of goats as biological agents for the renovation of pastures in the Appalachian region of the United States. *Agrofor Sys*. 1998; 44:241-52.
- Luginbuhl JM, Pietrosevoli S. Utilización de caprinos para el control de vegetación indeseable – Use of goats to control undesirable vegetation. *Arch Latinoam Prod. Anim*. 2007;15:294-309.
- Malecheck JC, Provenza FD. Feeding behavior of goats on rangelands. En: Morand-Fehr P, Bourbouze A, Simiane M (Ed.) *Nutrition et Systèmes d’Alimentation de la Chèvre*. Tours, France: ITOVIC – INRA; 1981. p. 411-28.
- Merrill LB, Taylor CA. Diet selection, grazing habits, and the place of goats in range management. En: Gall C (Ed.) *Goat Production*. New York: New York Academic Press; 1981. p. 233-52.
- Mochiutti S, Torres M, Oviedo F, Vallejo M, Benavides JE. Suplementación de cabras lecheras con diferentes niveles de clavelón (*Hibiscus rosa-sinensis*). *Agroforestría en Las Américas*. 1995;2(5):12-8.
- Mueller JP, Green Jr JT, Poore MH, Pond KR. Control grazing. Chapter 4. En: Chamblee DS, Green Jr JT (Eds.) *Production and Utilization of Pastures and Forages in North Carolina*. North Carolina Agricultural Research Service Technical Bulletin 305. Raleigh, North Carolina: North Carolina State University; 1995.
- Murgueitio E, Méndez MR, Gómez ME. Agroforestría para la producción animal sostenible. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV. Cali. Colombia; 1999.
- Murgueitio E. Los árboles forrajero como fuente de proteína. Convenio Ínter-institucional para la producción agropecuaria del Valle de río Cauca. CIPAV. Cali Colombia; 1990.
- Orefice J, Carroll J, Conroy D, Ketner L. Silvopasture practices and perspectives in the northeastern United States. *Agrofor Syst*. 2017;91:149-60.

- Oviedo FJ, Benavides JE, Vallejo M. Evaluación bioeconómica de un modulo agroforestal autosostenible con cabras lecheras en Turrialba, Costa Rica. En: Benavides JE (Ed) Arboles y arbustos forrajeros en América Central: CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1994;2. p. 601-30.
- Owens MK. Utilization patterns by Angora goats within the plant canopies of two Acacia shrubs. *J Range Mgt.* 1991; 44:456-61.
- Pietrosemoli S, Arenas F, Bermudez D, Peley O, Casanova A. Goat preference of five tropical legumes. *J Anim Sci.* 2005;(Suppl. 1):83:277.
- Rector BS. Diet selection and voluntary forage intake by cattle, sheep and goats grazing in different combinations [PhD. dissertation]. Texas A&M Univ. College Station; 1983.
- Reyes E, Peri P, Otte J, Arce E, Schneider F. Silvopastoral systems and their contribution to improved resource use and sustainable development goals: evidence from Latin America. Cali, Colombia: FAO, CIPAV and Agri Benchmark; 2019. p. 60.
- Rodríguez FG, Roncallo FB. Producción de forraje y respuesta de cabras en crecimiento en arreglos silvopastoriles basados en Guazuma ulmifolia, Leucaena leucocephala y Crescentia cujete. *Corpoica Scien. Technol. Agropecu.* 2013;14(1):77-89.
- Rojas E, Benavides JE. Producción de leche de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con altos niveles de Morera (*Morus spp.*). En: Benavides JE (Ed). Arboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, Costa Rica: CATIE; 1994. 2. p. 306-20.
- Sánchez MD. World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal feeding. Proceedings of an electronic conference. En: Sanchez MD (Ed) Mulberry for Animal Production: FAO Animal Production and Health Paper 147; 2002.
- Silanikove N. Why goats raised on harsh environment perform better than other domesticated animals. *Options Méditerranéennes.* 1997; 34 (Serie A):185-94.
- Taylor CA, Ralphs MH. Reducing livestock losses from poisonous plants through grazing management. *J. Range Management.* 1992;45:9-12.
- Van Soest PJ. *Nutritional Ecology of the Ruminant.* 2nd Ed. Cornell University Press, Syracuse, NY.1994.
- Vargas JE, Delgadillo OL. Plantas forrajeras utilizadas por campesinos para alimentar animales en el valle del Cauca. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV. Cali. Colombia. 1998.
- Walker JW, Kronberg SL, Al-Rowaily SL, West NE. Comparison of sheep and goat preferences for leafy spurge. *J. Range Manage.* 1994; 47:429-34.
- Webb DM, Abaye AO, Teutsch CD, Scaglia G. Assessing the potential of co-grazing small ruminants with beef cattle to improve utilization of marginal pasturelands in Virginia. *Proc. American Forage and Grassland Council.* State College. Pennsylvania; 2007.
- Wilson PN. Studies of the browsing and reproductive behavior of the East African Dwarf goat. *E African Agric J.* 1957; 23:138-47.

PONENCIAS MAGISTRALES

# Nutrición y estacionalidad reproductiva en caprinos

Héctor Raymundo Vera Ávila\*

Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Querétaro, México

## Resumen

Se discute el efecto de los dos componentes del estado nutricional, consumo diario de alimento y reservas corporales de energía, sobre la expresión de la estacionalidad reproductiva en hembras y machos caprinos, así como el efecto de interacción entre condición nutricional y etapa del ciclo anual reproductivo sobre la respuesta ovulatoria a la bioestimulación con machos. Se concluye que los 2 componentes del estado nutricional tienen efecto sobre la expresión de la estacionalidad reproductiva; en la hembra el componente más importante es el asociado al consumo diario de alimento si se considera la duración de la etapa de anestro y en el macho es el asociado a las reservas corporales de energía si se considera la actividad endocrina testicular. La respuesta al efecto macho es influida por la interacción entre la condición nutricional de la hembra y la etapa del ciclo reproductivo anual por lo cual el efecto de las reservas corporales de energía se expresa solo durante la etapa de transición y el efecto de etapa del ciclo anual reproductivo solo en hembras con buenas reservas corporales de energía. Estos hallazgos pueden servir para el desarrollo de estrategias nutricionales que permitan mejorar la productividad en rebaños caprinos.

**Palabras clave:** Estado nutricional. Ciclo reproductivo anual. Cabra.

## Introducción

En los caprinos domésticos, la estacionalidad reproductiva representa una limitación biológica de especie a la productividad zootécnica y uno de los mayores retos en el desarrollo de estrategias de manejo reproductivo para los diferentes sistemas de producción.

En términos de evolución, la estacionalidad reproductiva se desarrolló como un mecanismo de adaptación a las fluctuaciones estacionales de clima y disponibilidad de alimento. Cuando estas fluctuaciones son muy marcadas, entonces la reproducción estacional es favorable pues asegura que el final de la gestación y la lactación ocurran durante la época de mejor disponibilidad de alimento y clima.

Debido a lo anterior, la estacionalidad reproductiva resulta una estrategia que se observa comúnmente en especies silvestres que se desarrollaron en latitudes lejanas al ecuador y/o altitudes elevadas, como es el caso del ancestro silvestre de la cabra doméstica, la *Capra aegragus*.

En el caso de la cabra doméstica y de otros animales de granja que provienen de especies silvestres con estacionalidad reproductiva, la domesticación y las condiciones de producción han hecho que esta estrategia de adaptación pierda



importancia y que su expresión se modifique. Aun así, en el caso de la cabra doméstica la mayoría de las razas siguen presentando un patrón de reproducción estacional heredado de sus ancestros, aunque no tan marcado como en la condición silvestre.

La estacionalidad reproductiva en las cabras depende en principio de la expresión de un “reloj biológico” el cual genera un ciclo anual reproductivo con etapas de actividad estral y anestro. Este reloj biológico es sincronizado con el ambiente exterior a partir de la señal fotoperiódica de cambio de días largos del verano a días cortos del otoño, para que la etapa de actividad estral se ubique durante el otoño y principios del invierno. Además de la señal fotoperiódica, existen señales no-fotoperiódicas que de manera secundaria modulan la expresión de la estacionalidad reproductiva, particularmente en lo que se refiere a la duración de sus etapas. La importancia de los reguladores no-fotoperiódicos parece ser mayor en genotipos de media a baja estacionalidad y en latitudes con una señal fotoperiódica débil (poca diferencia en duración del fotoperiodo a través del año), como es el caso de las latitudes tropicales y subtropicales.

En la actualidad no existe absoluta certeza en cuanto a cuáles son todas las señales no-fotoperiódicas relacionadas con la expresión de la estacionalidad reproductiva en cabras (Urrutia-Morales et al., 2016). Sin embargo, la estimulación socio-sexual entre animales del rebaño y su condición nutricional parecen ser las más importantes.

## Desarrollo temático

### ¿Qué es la condición nutricional?

La condición o estado nutricional de un animal está determinada en principio por la cantidad y calidad del alimento que consume día con día. Sin embargo, es necesario hacer algunas consideraciones con respecto a esto para tener una mejor idea de lo que es la condición nutricional en un sentido integral (Mora et al., 2007):

- El consumo de alimento puede sufrir variaciones importantes en calidad y cantidad entre días, sobre todo en los sistemas no intensivos de producción;

- Asociado con el consumo diario de alimento se generan señales fisiológicas muy dinámicas que sirven como indicadores metabólicos de corto plazo;

- El consumo de alimento permite el ingreso de energía al organismo y junto con el gasto energético determina el estado de las reservas corporales de energía, representadas por la grasa en el tejido adiposo (subcutáneo, muscular y visceral), la proteína de las masas musculares y el glucógeno en hígado y músculos;

- El estado de las reservas corporales de energía comprende un aspecto estático cuantitativo (altas, medias o bajas) y un aspecto dinámico relacionado con su variación (aumento o disminución);

- El balance entre el ingreso y gasto de energía o balance energético determina si las reservas corporales de energía se mantienen (balance neutro), aumentan (balance positivo) o disminuyen (balance negativo);

- En un animal joven hay un alto gasto energético para soportar el crecimiento, por lo que es poca la energía que se almacena en tejido adiposo aún en condiciones de buen consumo de alimento;

- Los componentes estático y dinámico de las reservas corporales de energía generan señales fisiológicas que sirven como indicadores metabólicos de mediano y corto plazo, respectivamente;

- En un sentido integral la condición nutricional corresponde a la relación dinámica entre el consumo diario de alimento y las reservas corporales de energía, asociado a las señales metabólicas que cada una genera;

- Las señales metabólicas asociadas a la condición nutricional se integran e interpretan en el organismo y a partir de esto se establece la regulación de diversas funciones, entre éstas la función reproductiva.

### Efecto de la condición nutricional sobre la estacionalidad reproductiva en la hembra

Se realizó un estudio para determinar el efecto de diferentes índices de masa corporal como indicador de reservas corporales de energía (IMC) y de restricciones repetidas de corto plazo en el consumo diario de alimento (CA), sobre la duración de la etapa de anestro estacional monitoreada a partir de la actividad ovulatoria (Estrada-Cortés et

al., 2009). El estudio se hizo en latitud subtropical y con un genotipo criollo encastado de Nubia, el cual se considera que es de media a baja estacionalidad reproductiva.

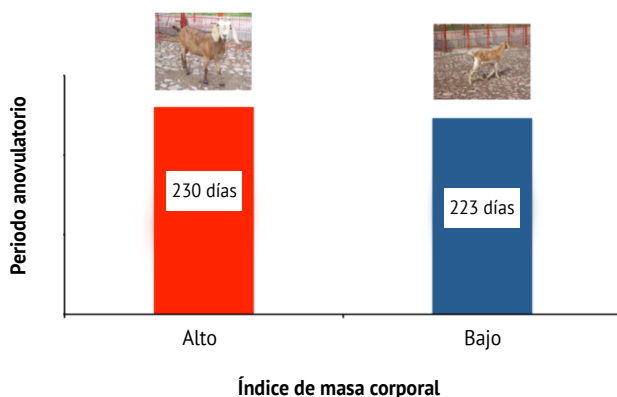
La hipótesis experimental que se planteó fue que:

- Las cabras con IMC alto tendrían una etapa de anestro más corta que las de IMC bajo;
- La restricción temporal repetida en el consumo diario de alimento solo afectaría a las cabras con IMC bajo, haciendo que alargaran aún más su etapa de anestro;

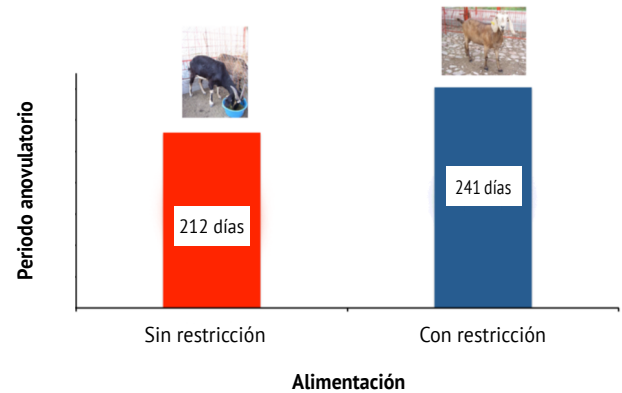
- Los efectos de la condición nutricional sobre la expresión de la estacionalidad reproductiva serían de magnitud suficiente como para explicar las diferencias en duración de la etapa de anestro observadas entre rebaños de cabras criollas en México (diferencia de hasta 4 meses, con duraciones de la etapa de anestro que van de 3 a 7 meses);

Los resultados del estudio fueron contrarios a la hipótesis planteada inicialmente, ya que:

- No hubo diferencia en duración de la etapa anovulatoria entre cabras de IMC alto, 11,3 puntos, e IMC bajo, 8,7 puntos (Figura 1);
- La restricción por 10 días en el consumo de alimento (40 % de restricción), repetida cada 21 días, prolongó la etapa anovulatoria por igual en cabras con IMC alto o IMC bajo (Figura 2);
- La diferencia en duración de la etapa anovulatoria entre cabras restringidas y no restringidas en el consumo de alimento fue de poco menos de 30 días.



**Figura 1** - La duración de la etapa anovulatoria estacional fue similar en cabras con índice de masa corporal alto y bajo (a partir de Estrada-Cortés et al., 2009).



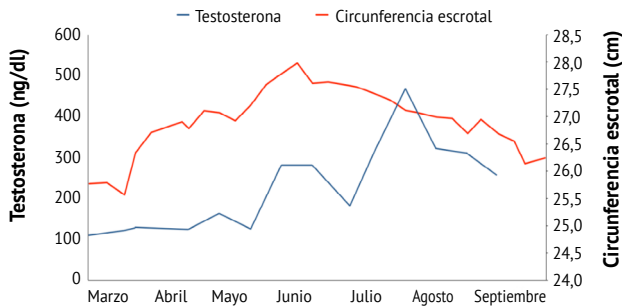
**Figura 2** - Restricciones temporales en el consumo de alimento alargaron por casi 30 días la etapa anovulatoria (a partir de Estrada et al., 2009).

Adicionalmente, se observó que la restricción temporal en el consumo de alimento influye en el número total de folículos ováricos antrales y el IMC en el tamaño del folículo mayor (Estrada-Cortés et al., 2009). A su vez y de manera similar a lo observado con la duración del anestro, se encontró que la restricción temporal en el consumo de alimento puede afectar la secreción de LH aún en cabras con IMC alto (Estrada-Cortés et al., 2015).

### Efecto de la condición nutricional sobre la estacionalidad reproductiva en el macho

El patrón estacional del macho caprino se expresa como un aumento y disminución cíclica anual en el tamaño testicular y en su actividad endocrina (Ritar, 1991). Estos cambios se presentan en forma secuencial: primero tiene lugar un incremento en el tamaño y volumen testicular y, posteriormente, aumenta la actividad endocrina, lo que eleva la producción y secreción de testosterona (Figura 3). El aumento en tamaño de los testículos se asocia con una mayor capacidad de producir espermatozoides, pero para que esta capacidad se exprese necesita como soporte el aumento en producción de testosterona. A nivel del aparato reproductivo el aumento en testosterona estimula una mayor espermatogénesis, asegura una buena maduración de los espermatozoides a nivel de epidídimo y mejora el funcionamiento de las glándulas accesorias sexuales que producen el

plasma seminal. Además, la testosterona estimula la libido y la actividad de las glándulas exocrinas asociadas con la emisión de feromonas y el olor característico del macho.



**Figura 3** - Cambios estacionales en el tamaño de los testículos (circunferencia escrotal) y en su actividad endocrina (testosterona en suero sanguíneo), observados en machos caprinos criollos bajo condiciones fotoperiódicas tropicales (a partir de Ariciaga-González et al., 2008).

La etapa de incremento en el tamaño y función testicular del macho culmina poco antes de que en las hembras se inicie la etapa de actividad estral. De esta manera, se logra que los machos estén al máximo de su capacidad reproductiva cuando las hembras comienzan su etapa fértil estacional favoreciendo la agrupación de las concepciones. Si bien es notoria la importante variabilidad en expresión de estacionalidad reproductiva de la hembra caprina esto se ha explorado muy poco en los machos. Sin embargo, es importante considerar que a través del aumento estacional en la libido (mayor búsqueda e interacción con las hembras) y en la emisión de feromonas, éstos pueden “bioestimular” a las hembras para que empiecen a presentar estros. Si la activación del macho ocurre de manera temprana dentro del ciclo anual reproductivo, esto podría adelantar a su vez la “activación” de las hembras, reduciendo el impacto negativo de la estacionalidad al ampliar la etapa de actividad estral.

Como seguimiento al estudio realizado con hembras, se llevó a cabo un estudio con machos, para establecer el grado de influencia que los cambios en la condición nutricional ejercen sobre el patrón reproductivo estacional (Ariciaga-González

et al., 2008). Se trabajó en una latitud tropical con machos caprinos criollos encastados de Nubia (genotipo de media a baja estacionalidad). Con estos machos se establecieron dos grupos en los que el plano nutricional base fue diferente (medio y bajo), promoviendo a su vez una diferencia en el índice de masa corporal (9,8 vs 9,1 puntos). En la mitad de los animales de cada grupo, se incrementó por 7 días el consumo diario de energía (+19 % de energía metabolizable sobre el plano nutricional base), repitiendo este incremento a intervalos de 21 días (siete días con y 14 días sin suplementación).

La hipótesis experimental que se planteó fue que:

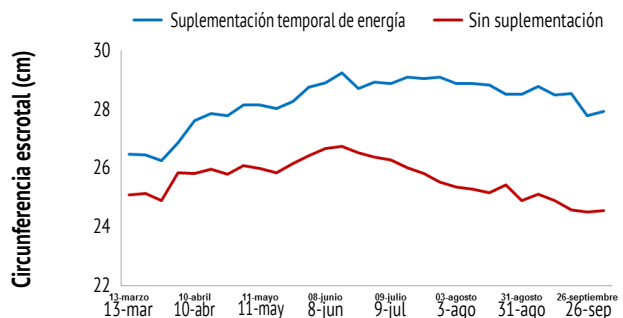
- El efecto de la condición nutricional sobre la expresión de la estacionalidad reproductiva en el macho sería mayor que lo observado anteriormente en la hembra;

- El componente importante sería el asociado al consumo diario de alimento, o en este caso de energía y no el relativo a las reservas corporales de esta última.

Los resultados del estudio indicaron que:

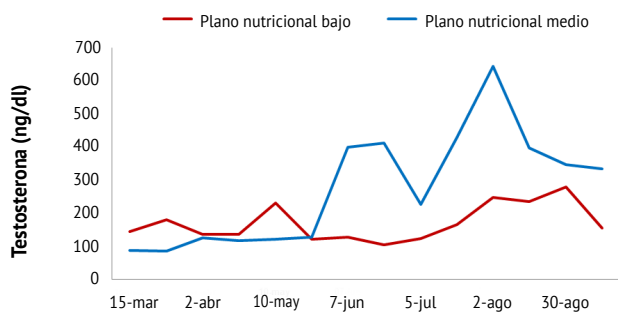
- Independientemente del nivel de IMC, el incremento temporal en el consumo diario de energía indujo un aumento en la magnitud de crecimiento testicular estacional y un retraso en la fase de regresión (Figura 4);

- La activación endocrina estacional de los testículos (concentraciones séricas de testosterona), se adelantó casi 50 días y fue de mayor magnitud en machos con mayor índice de masa corporal y más reservas corporales de energía (Figura 5).



**Figura 4** - La suplementación temporal de energía no adelantó la fase estacional de crecimiento testicular, pero sí aumentó su magnitud y retrasó la fase de regresión (a partir de Ariciaga-González et al., 2008).

Cabe resaltar que el efecto de la suplementación temporal de energía sobre el desarrollo testicular estacional tendría como consecuencia un aumento de la capacidad espermatogénica y que ésta se mantenga en un nivel alto por más tiempo, lo cual aumentaría a su vez la capacidad de servicio del macho.



**Figura 5** - El mayor índice de masa corporal asociado a un plano nutricional base medio adelantó casi por 50 días la activación endocrina testicular y la hizo de mayor magnitud (a partir de Ariciaga-González et al., 2008).

### Condición nutricional de la hembra y respuesta a la bioestimulación

Ya se mencionó que la estimulación socio sexual o bioestimulación está identificada como uno de los factores no fotoperiódicos que regulan la estacionalidad reproductiva en caprinos.

La bioestimulación que ejerce un macho sexualmente activo sobre la actividad estral y ovulatoria de la hembra durante las etapas de transición y anestro (efecto macho), es la que está mejor caracterizada. Se han observado efectos de la condición corporal de la hembra y de la etapa del ciclo reproductivo anual al momento de la bioestimulación sobre la respuesta al efecto macho (Chemineau, 1983; Mellado et al., 1994). Sin embargo, hasta hace poco no se había explorado la posible interacción entre estos factores por lo que en otro estudio probamos esa hipótesis (Vera-Avila et al., 2017). Los objetivos del estudio fueron:

- Determinar si el efecto de la condición nutricional en la hembra es diferente durante la

etapa de transición hacia el anestro comparada con la de anestro;

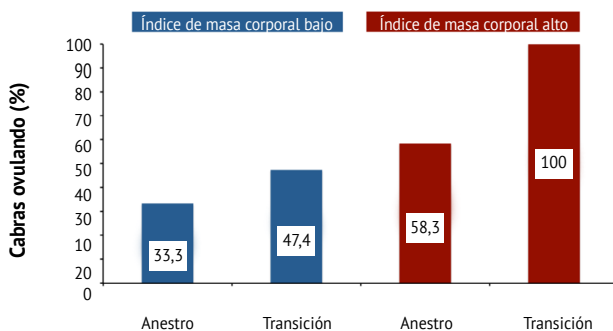
- Establecer qué tanto persiste la actividad ovulatoria después de los primeros estros inducidos con la bioestimulación y si esto es diferente entre etapas de transición y de anestro;

El estudio se realizó en una latitud tropical utilizando cabras Criollas encastadas de Nubia que presentaban índice de masa corporal alto o bajo y estaban en condición anovulatoria. La mitad de las cabras de cada grupo de IMC se sometió a bioestimulación con machos sexualmente activos durante la etapa de anestro (mayo) y la otra mitad durante la transición hacia la etapa de actividad estral (julio) dentro del ciclo anual reproductivo.

En resumen, los resultados obtenidos considerando la presentación de ovulaciones potencialmente fértiles como respuesta (ovulaciones con manifestación de estro y formación posterior de un cuerpo lúteo de duración normal) fueron:

- Se observó una interacción entre estado nutricional y etapa del ciclo anual reproductivo de tal manera que el efecto de etapa fue más evidente en las cabras de IMC alto y el efecto de IMC fue más evidente durante la etapa de transición (Figura 6);

- La persistencia de la actividad ovulatoria después de la primera ovulación potencialmente fértil fue baja (33,3 %) y prácticamente de la misma magnitud en la etapa de transición y de anestro o para cabras con IMC alto y bajo.



**Figura 6** - La diferencia en la respuesta al efecto macho entre la etapa de transición y de anestro es más notoria en cabras con índice de masa corporal (IMC) alto y la diferencia entre cabras con IMC alto o bajo es más notoria durante la etapa de transición (a partir de Vera-Avila et al., 2017).

## Conclusión

Los resultados de los estudios referidos indican que los dos componentes del estado nutricional, consumo diario de alimento y reservas corporales de energía, tienen efecto sobre la expresión de la estacionalidad reproductiva en los caprinos.

En la hembra el componente más importante es el asociado al consumo diario de alimento si se considera la duración de la etapa de anestro, mientras que en el macho es el asociado a las reservas corporales de energía si se considera la actividad endocrina testicular. En el macho, el consumo diario de alimento a su vez puede influir en el ciclo anual de cambios en el tamaño testicular.

Asimismo, que la respuesta al efecto macho es influida por la interacción entre la condición nutricional de la hembra y la etapa del ciclo reproductivo anual; el efecto de reservas corporales de energía es notorio solo durante la etapa de transición y el efecto de etapa del ciclo anual reproductivo es notorio solo en hembras con buenas reservas corporales de energía.

Estos hallazgos pueden servir como base para establecer estrategias nutricionales que permitan disminuir el efecto negativo de la estacionalidad reproductiva sobre la eficiencia productiva en rebaños caprinos.

## Referencias

Ariciaga-González C, Vera-Avila HR, Jimenez-Severiano H, Mejía-Guadarrama CA, González-Padilla E, Villagómez-Amezcuca E. Expression of reproductive seasonality in Creole bucks under different nutritional conditions. 9th International Conference on Goats - XXIII Reunión Nacional sobre Caprinocultura; 31 ago - 4 sep 2008; Querétaro, México. Ciudad de México: IGA, UNAM; 2008.

Chemineau P. Effect on oestrus and ovulation of exposing creole goats to the male at tree times of the year. *J Reprod Fertil.* 1983;67(1):65-72.

Estrada-Cortés E, Vera-Avila HR, Urrutia-Morales J, Villagómez-Amezcuca E, Espinosa-Martínez MA, Jiménez-Severiano H, Mejía-Guadarrama CA, et al. Nutritional status influences reproductive seasonality in Creole goats: 1. Ovarian activity during seasonal reproductive transitions. *Anim Reprod Sci.* 2009;116(3-4):282-90.

Estrada-Cortés E, Urrutia-Morales J, Villagómez-Amezcuca ME, Espinosa-Martínez M, Jiménez-Severiano H, Cárdenas-León M, et al. Concentraciones séricas de LH durante los periodos de transición reproductiva estacional en cabras Criollas x Nubia con diferente condición nutricional. *Rev Mex de Cienc Pecuarias.* 2015;6(2):137-52.

Mellado M, Vera A, Loera H. Reproductive performance of crossbred goat in good or poor body condition exposed to bucks before breeding. *Small Rumin Res.* 1994;14(1):45-8.

Mora O, Vera-Ávila H, Shimada A. Mecanismos celulares y endocrinos afectados por la subnutrición en pequeños rumiantes. *Cienc Vet.* 2007;10:107-35.

Ritar AJ. Seasonal changes in LH, androgenes and testes in the male Angora goat. *Theriogenology.* 1991;36(6):959-72.

Urrutia-Morales J, Rosales-Nieto CA, Vera-Ávila HR, Villagomez-Amezcuca E. Resumption of ovarian activity is modified by non-photoperiodic environmental cues in Criollo goats in tropical latitudes. *Small Rumin Res.* 2016;137:9-16.

Vera-Ávila HR, Urrutia-Morales J, Espinosa-Martínez MA, Gamez-Vazquez HG, Jimenez-Severiano H, Villagomez-Amezcuca E. Body condition and stage of seasonal anestrus interact to determine the ovulatory response after male biostimulation in anovulatory Criollo x Nubian female goats. *Anim Sci J.* 2016;88(6):841-6.

## PONENCIAS MAGISTRALES

# Programa de valorización de la cabra Criolla Negra, un recurso zoogenético en peligro

Juan Carlos Silva-Jarquín<sup>1</sup>, Héctor Mario Andrade-Montemayor<sup>2\*</sup>, Florencia Muñoz-Salinas<sup>3</sup>, Isaac Escalante-Hernández<sup>3</sup>, Héctor Raymundo Vera-Ávila<sup>2</sup>, Marina Durán-Aguilar<sup>2</sup>, Sergio Iván Román-Ponce<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Querétaro, México

<sup>2</sup> Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Querétaro, México

<sup>3</sup> Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Querétaro, México

<sup>4</sup> Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal (INIFAP), Querétaro, México

## Resumen

En los últimos años, tras la aparición del concepto “raza” se generó una gran presión en los procesos de selección. Sin embargo, en este afán de mejorar, se logró incrementar la producción pero se descuidó la preservación de la diversidad genética global. Dichos cambios ocasionaron una gran presión económica en los productores locales y una reducción en las poblaciones de ganado criollo. Actualmente se sabe que estas poblaciones representan un gran reservorio genético y se hacen esfuerzos por caracterizar y conservar estos recursos de incalculable valor. El programa de valorización y recuperación de la cabra criolla negra en el Bajío pretende caracterizar, mantener y rescatar lo que desde hace más de 500 años ha sido la base de nuestra caprinocultura, siendo también un elemento clave en sistemas de producción rústicos en donde la caprinocultura representa la entrada principal de la economía familiar. En el presente documento se describen algunos de los avances y resultados de

investigaciones que se han tenido a la fecha en relación a aspectos genéticos, productivos y reproductivos de la cabra Criolla Negra.

**Palabras clave:** Caracterización. Zoogenético. Cabra Criolla Negra.

## Introducción

Partiendo desde un punto de vista histórico, desde hace 10 mil años el ganado caprino ha estado en relación con el hombre. Durante este tiempo ha sido participe en migraciones humanas y en actividades de comercio e intercambio, lo cual explica su resistencia al medio, su gran capacidad de

adaptación y las más de 300 razas que existen en la actualidad (Luikart et al., 2001; Naderi et al., 2007).

Sin embargo, fue a finales del siglo XV durante el segundo viaje de Cristóbal Colón cuando las cabras llegaron al continente americano. Se cree que las primeras cabras traídas de España provenían de Granada, Murcia y Málaga, y que pertenecían a las razas Blanca Celtibérica o Serrana y Castellana de Extremadura (Mellado, 1997). Con el brote de fiebre aftosa en 1946 se cierran las fronteras para la importación y exportación de ganado, restringiendo la entrada de ganado europeo principalmente. En 1955 se reactiva la importación pero ahora la introducción de ganado se da principalmente de Estados Unidos, lo que poco a poco fue ocasionando el desplazamiento de poblaciones criollas por razas especializadas carentes de adaptación a las condiciones del agostadero mexicano. A pesar de esta y otras situaciones, aún existen poblaciones criollas como la cabra Pastoreña en la región mixteca y la cabra Criolla Negra en la región centro del país, ambas poblaciones que de forma urgente necesitan ser valorizadas y rescatadas, ya que los recursos genéticos animales se han convertido en una prioridad, además representan un importante reservorio de diversidad genética (FAO, 2010).

## Desarrollo temático

### Importancia de los recursos zoogenéticos

Al hablar de recursos zoogenéticos nos referimos a todo aquel material de origen animal que representa un acervo genético de valor real o potencial para hacer frente a los retos de la humanidad (cambio climático, incremento de la población mundial, demanda de alimentos, etc.) y por lo tanto necesita preservarse para futuras generaciones. En los últimos años, tras la aparición del concepto "Raza" las presiones de selección se hicieron mucho más fuertes, seguido de la normalización de la morfología y el rendimiento, por lo tanto todos los animales de la misma raza comenzaron a exhibir las mismas características fenotípicas (Taberlet et al., 2011, 2008).

Hace algunas décadas las presiones de selección se incrementaron de nuevo y la eficiencia de los

métodos modernos de selección aumentó con éxito la producción pero descuidó la preservación de la diversidad genética global, lo cual ocasionó una pérdida dramática de la variabilidad genética. Con el desarrollo de las razas especializadas llegó una gran presión económica sobre los productores que orilló a muchos abandonar sus razas locales, de las cuales muchas de ellas se han extinguido (Taberlet et al., 2008). Tal es el impacto provocado, que hoy en día dependemos de aproximadamente 40 especies de animales domésticos y de estas solo 15 especies son responsables del 90% de la producción animal (Luque y Cardellino, 2007).

De acuerdo con la FAO (FAO, 2010) los recursos genético animales para la alimentación y la agricultura son una parte esencial de la base biológica para la seguridad alimentaria a escala mundial, millones de hogares rurales en el mundo, mantienen ganado y, a menudo, dependen únicamente de sus animales para la provisión de productos y servicios. Por lo tanto, la caracterización fenotípica y genotípica de los recursos pecuarios criollos o nativos es fundamental para la definición de estrategias de conservación y utilización sostenible.

### La cabra Criolla Negra como recurso zoogenético

Actualmente son más de 500 años el tiempo de adaptación que ha sufrido el ganado caprino criollo a los ecosistemas locales y a los sistemas de producción de nuestro país. Sin embargo, en las últimas décadas, debido a las presiones de selección, el incremento en las importaciones animales y la influencia de razas especializadas se ha ocasionado una pérdida dramática de la variabilidad genética en poblaciones locales llevando a gran parte del ganado local al borde de la extinción, incluso antes de ser definido, estudiado y/o catalogado.

Un ejemplo de estas poblaciones que están siendo desplazadas y que representan una oportunidad como recurso zoogenético es la cabra Criolla Negra, una cabra bien adaptada y con elevada rusticidad que se distribuye principalmente en la región centro del país. Al principio era considerada como raza granadina por su similitud morfológica y por su origen, sin embargo el tiempo que existe desde

su llegada al territorio nacional la separa de esta raza. Es un animal enfocado principalmente a la producción de leche, la cual se sabe es de buena calidad, con un mayor contenido de sólidos totales y un excelente rendimiento quesero (Montaldo et al., 1981, 1995; Montaldo y Meza-Herrera, 1999). La cabra criolla negra durante muchos años ha representado la fuente de subsistencia para algunas familias de escasos recursos en la región del semidesierto. A pesar de la importancia de este ganado y del potencial que representa como recurso zoogenético, hasta hace poco se desconocía el estado genético de la población. La información con la que se cuenta y sobre todo las características genéticas de la raza son muy limitadas. Además, las importaciones de animales de razas especializadas han incrementado y se han realizado cruzamientos de forma indiscriminada, poniendo en juego el estado de la población, al grado que pudiera perderse este material genético (Montaldo et al., 2010).

### Programa de recuperación y valorización de la cabra Criolla Negra

El proyecto parte de la conceptualización a la que refiere la conservación y manejo de los recursos genéticos caprinos y de la importancia que estos representan al contar con características muy específicas, como su elevada rusticidad y adaptación a condiciones extremas. El estudio de la cabra criolla negra en el bajío nos coloca en el marco de una necesidad por mantener y rescatar lo que desde hace más de 500 años ha sido la base de nuestra caprinocultura y que sin duda, es el elemento clave en sistemas de producción rústicos en donde la caprinocultura representa la entrada principal de la economía familiar, a decir de los productores el ganado caprino Criollo Negro es el punto de partida cuando se trata de resiliencia y rusticidad.

### Caracterización morfométrica de la cabra Criolla Negra

Respecto al análisis morfométrico de la cabra Criolla Negra (CCN) al momento se han incluido más de 200 animales mayores a un año de edad distribuidos en 8 localidades: La norita y El zapote

viejo, pertenecientes al estado de Guanajuato; Venado, Amazcala, Tlacote el alto, Tlacote el bajo, El Zapote y Mompaní, pertenecientes al estado de Querétaro. Los animales fueron medidos y fotografiados (vista anterior, posterior, lateral izquierda y lateral derecha) para generar un respaldo de la información recabada. En la Tabla 1 se muestran los promedios de las variables analizadas.

Se puede observar que la mayor variación que existe es en el diámetro bicostal (DB). Respecto a estos resultados, algunos autores refieren que los factores que influyen sobre las medidas de cada individuo son los relacionados al sistema de producción, la disponibilidad de forrajes, el desarrollo, la edad, el número de partos, el estado nutricional, etc. (Dudhe et al., 2015).

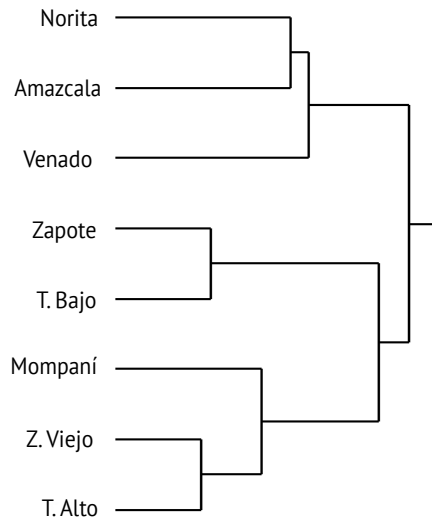
**Tabla 1** - Estadísticas descriptivas de las variables morfométricas utilizadas en Cabras Criollas Negras mayores de un año de edad (n = 226) (Datos por publicar)

Variable	Media	DS	CV	MIN	MAX
ACF	11,56	0,98	8,50	9,50	18,00
LCF	15,66	1,40	8,96	11,00	20,50
LR	12,74	1,45	11,38	9,00	19,50
ACR	70,12	4,31	6,14	57,00	88,00
PT	84,07	7,36	8,76	56,00	106,00
DL	71,20	6,11	8,59	52,00	87,00
DB	21,88	5,10	23,32	15,60	41,00
DD	30,31	2,63	8,69	24,00	38,00
DE	16,86	1,53	9,07	13,00	24,00
LG	18,81	2,04	10,85	13,00	27,00
AG	15,61	1,40	8,95	12,50	21,00
AEA	17,17	1,79	10,43	12,20	23,00
AP	70,54	3,77	5,34	61,00	86,00
PC	8,49	0,68	8,06	6,20	11,00

Nota: DS = desviación estándar; CV = coeficiente de variación; MIN = valor mínimo; MAX = valor máximo; ACF = anchura de cabeza; LCF = longitud de cabeza; LR = longitud de cara; ACR = alzada a la cruz; PT = perímetro torácico; DL = diámetro longitudinal; DB = diámetro bicostal; DD = diámetro dorso-esternal; DE = distancia entre encuentros; LG = longitud de la grupa; AG = anchura de la grupa; AEA = anchura entre ancas; AP = alzada a las palomillas; PC = perímetro de caña.



Utilizando las variables morfométricas antes mencionadas, se realizó el análisis jerárquico de conglomerados por el método de Ward utilizando los promedios de las variables por localidad para construir un dendograma y evaluar las distancias. El dendograma obtenido (Figura 1) agrupó las ocho localidades incluidas en el estudio en tres grupos principales que coinciden con el lugar de procedencia de los animales. El primer grupo incluyó las localidades de Norita, Amazcala y Venado, mientras que las localidades de Zapote y Tlacote el Bajo formaron el segundo grupo, que ha decir de los productores, son estas dos localidades las que han sido pioneras en la producción de cabra Criolla Negra, manteniendo en sus rebaños animales fundadores derivados de los primeros rebaños llegados al estado de Querétaro. El grupo tres (Mompaní, Zapote Viejo y Tlacote el Alto) se generó debido a las similitudes entre los animales de estas localidades, debido a que estos rebaños en un inicio fueron resultado de una mezcla de las poblaciones del grupo dos.



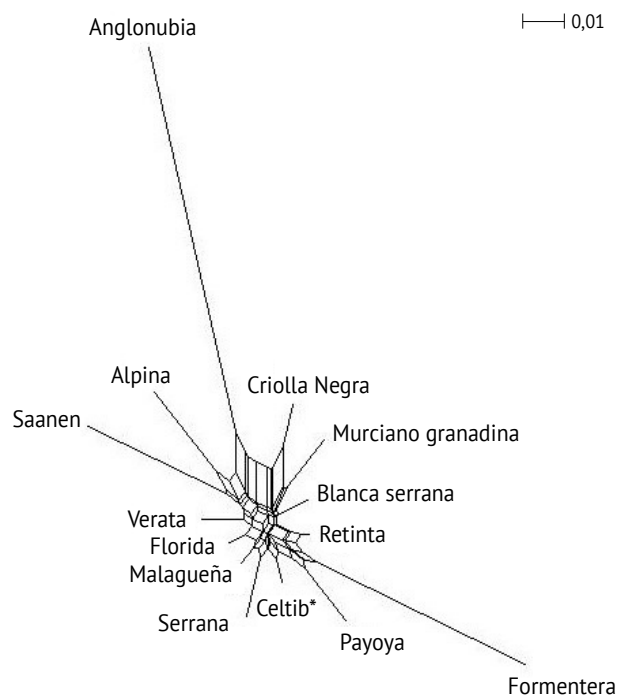
**Figura 1** - endograma por localidad (Datos por publicar).

### Caracterización genotípica de la cabra Criolla Negra

La parte de caracterización genética se ha trabajado en colaboración con el Laboratorio

de mejora y conservación de recursos genéticos animales de la Universidad de Córdoba, España. Para esto se colectaron muestras de pelo de animales adultos (mayores a un año de edad), se realizó la extracción de ADN y finalmente se llevó a cabo la caracterización utilizando un panel de 30 marcadores microsátélites (FAO, 2011).

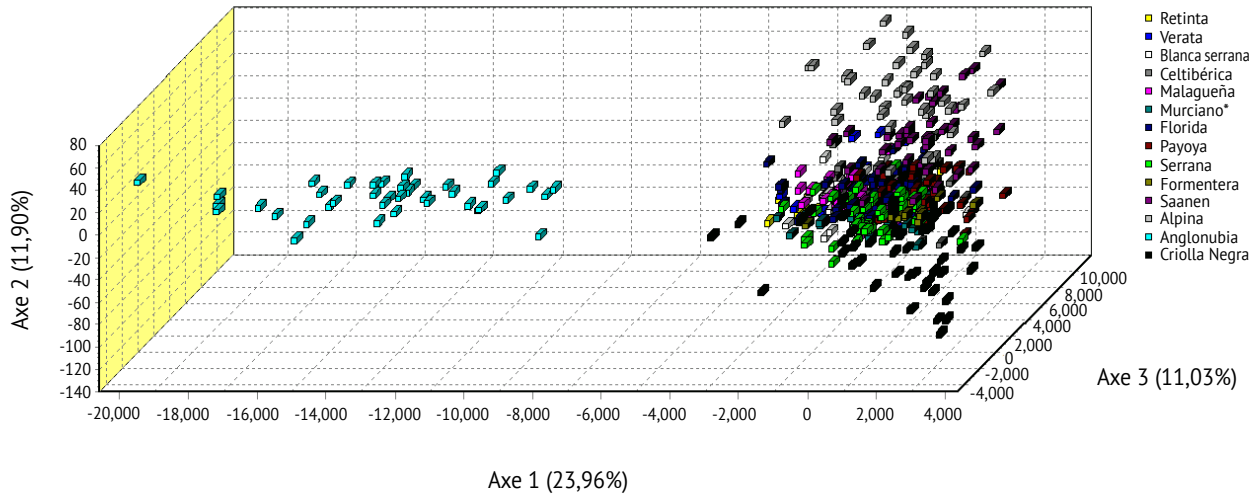
En la Figura 2 se muestra que las razas caprinas españolas incluidas en el análisis (Retinta, Verata, Blanca Serrana, Celtibérica, Malagueña, Murciano-Granadina, Florida, Payoya, Serrana, Formentera), se mantienen agrupadas debido a la estrecha relación genética y geográfica que guardan estas razas. Al igual que las razas españolas, las razas "mejoradas" (Saanen, Alpina y Anglonubia) también se visualizaron agrupadas, dicho efecto puede atribuirse a una mayor distancia genética con las razas comparadas y no precisamente a relaciones de origen o parentesco. Sin embargo, las estimaciones obtenidas también muestran que la distancia más corta para la CCN se encuentra en relación con la raza Murciano-Granadina, lo que sugiere la posible relación genética entre ambas razas.



**Figura 2** - Dendograma Neighbor-Net construido con la distancia genética de Reynolds entre 14 razas caprinas (Silva-Jarquin, 2018). \* Celtibérica.

En la Figura 3 se observa algo similar al dendrograma antes descrito. Las distancias genéticas de la CCN con respecto a las otras razas incluidas en el estudio indican que esta población se encuentra claramente diferenciada de las anteriores, motivo

por el cual la población CCN puede ser considerada como una raza mexicana única. La reducida distancia obtenida entre MG y CCN sugiere que ambas poblaciones mantienen un ancestro en común, muy seguramente la raza Granadina.



**Figura 3** - Análisis factorial de correspondencia por individuos de cada población (Silva-Jarquín, 2018). \* Murciano granadina.

### Caracterización productiva de la cabra Criolla Negra

Actualmente el campus Amazcala de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro mantiene en sus instalaciones un rebaño de cabras Criolla Negra. Este rebaño ha permitido generar condiciones más controladas para realizar algunas evaluaciones sobre los animales y su producción. En la Tabla 2 se muestra la producción de leche promedio de la cabra Criolla Negra comparada con la raza Nubia y Alpino Francés mantenidas bajo el mismo sistema de producción. Se puede observar que la cabra Criolla Negra presenta el menor volumen, sin embargo hay que recordar que estos animales han pasado por muchos años sin una selección dirigida como se ha hecho en otras razas como la Alpina y la Nubia. Sin embargo esto nos otorga una visión más amplia si se analiza desde la perspectiva que la cabra criolla pueden llegar a 2,5 Litros por día sin ningún problema.

Respecto al volumen de leche hemos observado que la CCN se mantiene debajo de la Alpina y

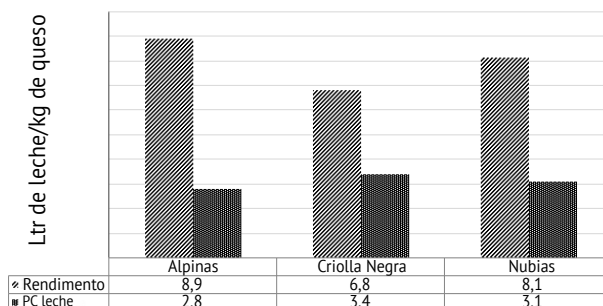
Nubia, sin embargo no todo es volumen, uno de los elementos que más interesan al productor caprino es el rendimiento de leche por kilogramo de queso, donde se ha observado que la CCN tiene ventaja sobre la Alpina y Nubia. Este rendimiento observado va de la mano con el contenido de proteína cruda que contiene la leche (Figura 4).

**Tabla 2** - Producción de leche por día, valores máximos y mínimos obtenidos en razas Alpino Francés, Nubia y Criolla (Andrade-Montemayor, 2017)

Raza	Producción de leche (ltr/d)	Mínimo	Máximo
Nubia	1,8	0,9	3
Alpino Francés	2,8	2	4,5
Criollo	1,4	0,5	2,4

En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos del análisis general de la leche de CCN, Alpina y Nubia en comparación con la leche de vaca Holstein. La leche de la CCN presenta un porcentaje

superior de grasa, lactosa y proteína respecto a la raza Alpino Francés y Nubia, además es también superior a la leche de vaca. Es importante mencionar que la composición de la leche puede variar de acuerdo al genotipo, individualidad, la etapa de lactancia, alimentación, sanidad, zona geográfica, etcétera. Los valores de grasa, proteína y lactosa obtenidos para la cabra criolla son similares a los reportados por otros autores para la raza Murciano-Granadina, siendo esta el origen de la cabra Criolla Negra; grasa de 4,5 a 6,6% y proteína de 3,5 a 3,6 (Juárez et al., 1999).



**Figura 4** - Rendimiento quesero de acuerdo al contenido de proteína en la leche por raza (ltr/kg) (Andrade-Montemayor et al., 2017).

**Tabla 3** - Análisis general de leche de cabra de las diferentes razas Criollo, Alpino Francés, Nubio, comparada con la leche de vaca Holstein (Muñoz-Salinas, 2016)

Parámetro	Criollo	Alpino Francés	Nubio	Vaca (Holstein)
<b>g/100 g de Leche</b>				
Grasa	5,09 ± 0,02	3,30 ± 0,02	4,21 ± 0,07	4,80 ± 0,03
Lactosa	5,26 ± 0,01	4,18 ± 0,01	4,86 ± 0,02	4,79 ± 0,01
Proteína	3,63 ± 0,01	2,91 ± 0,01	3,37 ± 0,02	3,20 ± 0,01
Densidad	29,27 ± 0,03	23,63 ± 0,04	27,14 ± 0,11	29,34 ± 0,07
Sólidos no grasos	9,69 ± 0,01	7,72 ± 0,02	8,96 ± 0,04	9,6 ± 0,02
Sólidos Totales	14,78 ± 0,01	11,02 ± 0,02	13,17 ± 0,06	14,4 ± 0,02

**Tabla 4** - Perfil proteínico de leche de cabra por raza comparada con leche de vaca Holstein. Los resultados se expresan en porcentaje de acuerdo a la intensidad de la banda expresada en megapíxeles (Muñoz-Salinas, 2016)

Proteína	Criollo	Alpino Francés	Nubio	Vaca (Holstein)	E.E
Lactoferrina	1,88 ± 0,97 <sup>a</sup>	2,21 ± 0,74 <sup>a</sup>	2,04 ± 0,74 <sup>a</sup>	5,72 ± 0,46 <sup>b</sup>	0,24
Albúmina	4,48 ± 0,64 <sup>ab</sup>	4,07 ± 1,24 <sup>a</sup>	5,28 ± 0,91 <sup>b</sup>	7,31 ± 1,01 <sup>d</sup>	0,31
Inmunoglobulina	2,01 ± 1,46 <sup>a</sup>	2,20 ± 0,88 <sup>a</sup>	1,87 ± 0,64 <sup>a</sup>	6,65 ± 0,43 <sup>b</sup>	0,30
α-caseína	16,28 ± 2,06 <sup>a</sup>	17,71 ± 1,81 <sup>a</sup>	16,09 ± 1,77 <sup>a</sup>	33,14 ± 1,96 <sup>b</sup>	0,60
β-caseína	34,25 ± 3,27 <sup>a</sup>	30,54 ± 2,77 <sup>b</sup>	30,87 ± 4,01 <sup>b</sup>	15,65 ± 1,76 <sup>d</sup>	0,97
κ-caseína	9,98 ± 2,81 <sup>a</sup>	11,73 ± 2,32 <sup>ab</sup>	14,46 ± 3,41 <sup>b</sup>	3,88 ± 1,18 <sup>d</sup>	0,81
β-lactoglobulina	13,44 ± 2,92 <sup>a</sup>	9,79 ± 2,49 <sup>b</sup>	13,66 ± 2,17 <sup>ab</sup>	16,42 ± 1,63 <sup>d</sup>	0,74
α-lactoalbúmina	7,72 ± 2,20 <sup>b</sup>	10,33 ± 3,48 <sup>ab</sup>	10,10 ± 2,30 <sup>ab</sup>	11,27 ± 1,13 <sup>c</sup>	0,77
Proteínas del suero	38,55%	40,02%	39,47%	47,37%	
Caseínas	61,42%	59,98%	60,51%	52,67%	

Nota: Se representa la media ± D.E n = 10 animales por raza y por especie. Donde a, b, c, d, indican que existe diferencia significativa entre raza y especie (p < 0,05). E.E es igual al error estándar de la media.

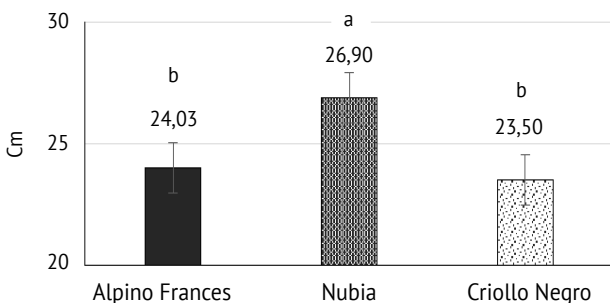
La leche de cabra tiene seis principales proteínas,  $\beta$ -lactoglobulina,  $\alpha$ -lactoalbúmina, K-caseína,  $\beta$ -caseína,  $\alpha_{s1}$ -caseína,  $\alpha_{s2}$ -caseína. En la Tabla 4 se muestra la comparación del perfil proteico de leche de diferentes razas de cabras comparadas con leche de vaca Holstein.

Con respecto a la CCN, se observa que presenta un mayor contenido de  $\beta$ -caseína. Si tomamos en cuenta la ausencia relativa de  $\alpha_{s1}$ -caseína y la proporción de  $\beta$ -caseína hace que la leche de cabra presente un parecido cercano a la leche humana. Además la  $\beta$ -caseína tiene un impacto importante en la estructura y diferencias nutricionales entre leche de cabra y vaca.

### Caracterización de la actividad reproductiva de machos caprinos de tipo Criollo Negro

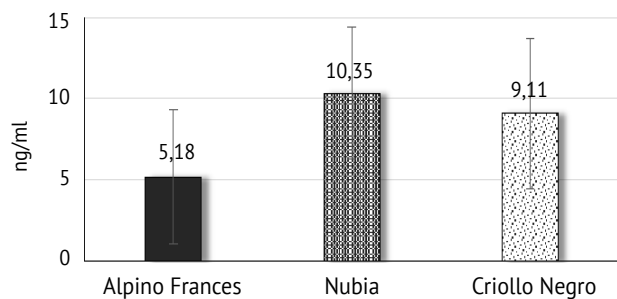
El objetivo fue comparar el patrón de actividad reproductiva estacional entre machos caprinos de raza Alpino Francés, Nubia y Criollo Negro. Las mediciones se realizaron a partir de enero del 2015 a febrero del 2016 en el campus Amazcala de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro. Se monitoreó la circunferencia escrotal, testosterona plasmática, volumen seminal y concentración espermática en machos caprinos sexualmente maduros, con edades entre 1,5 - 4 años.

La circunferencia escrotal (CE) tendió a ser influenciada por la Raza ( $p = 0,08$ ). La raza Nubia fue la que en general presentó la mayor CE mientras las razas Alpino Francés y Criollo Negro fueron similares en esta variable (Figura 5).

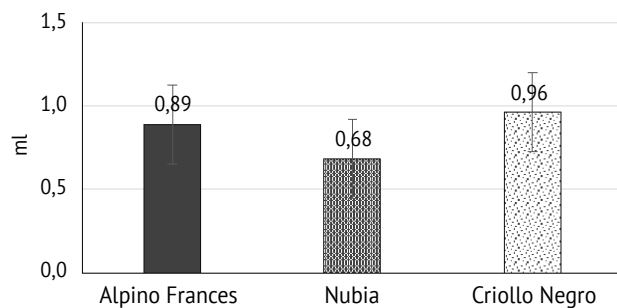


**Figura 5** - Medias de mínimos cuadrados de la circunferencia escrotal en machos caprinos de diferentes razas (Escalante-Hernández, 2016)

La testosterona plasmática fue influenciada por el tiempo ( $p = 0,05$ ) mas no por la raza (Figura 6). Las concentraciones plasmáticas de testosterona presentaron variaciones a través del periodo experimental similares a las observadas en la circunferencia escrotal. Estos resultados son de gran importancia cuando hacemos referencia a que la actividad espermatogénica está mediada por la secreción de las hormonas LH y FSH, al igual que la síntesis y secreción de testosterona, por lo tanto la calidad de los eyaculados está ligada a la curva de testosterona.



**Figura 6** - Medias de mínimos cuadrados de testosterona plasmática en machos caprinos de diferentes razas (Escalante-Hernández, 2016).

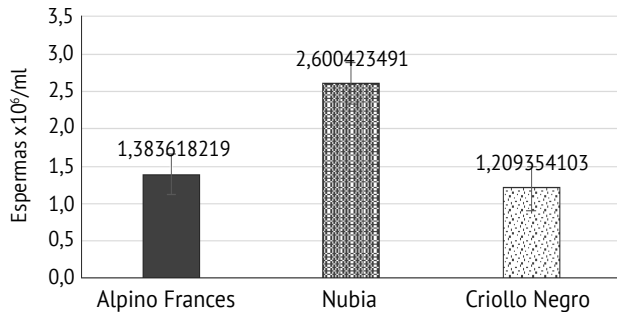


**Figura 7** - Volumen seminal en tres razas de caprinos: Alpino Francés, Nubia y Criollo Negro (Escalante-Hernández, 2016).

El efecto de raza no influyó en el volumen seminal (Figura 7), sin embargo se observa un efecto cuando se trata de la concentración, donde la raza Nubia presentó la mayor cantidad de espermatozoides por eyaculado (Figura 8).

Referente a la concentración espermática, su patrón de cambio a través del periodo experimental

no fue tan lineal como para las otras variables. Sin embargo, a partir de mayo su patrón de cambio fue en sentido ascendente hasta noviembre para luego descender hacia abril del siguiente año. Este efecto se ha observado también en machos de raza Alpino y Saanen donde la cantidad de espermatozoides por eyaculado incrementa al avanzar la estación reproductiva.



**Figura 8** - Concentración espermática en tres razas de caprinos: Alpino Francés, Nubio y Criollo Negro (Escalante-Hernández, 2016).

## Conclusión

El proyecto de valorización y recuperación de la cabra Criolla Negra muestra resultados que ponen en alto el valor de dicha población como recurso zoogenético. Sin embargo, esto representa solo el comienzo en el proceso de caracterización, por lo tanto hace falta incluir más estudios para un mejor respaldo de los estándares en este tipo de animales.

## Referencias

Andrade-Montemayor HM, Silva, JJC, Escalante I, Ávila, HRV. La cabra criolla negra, un recurso zoogenético en peligro: bases del programa de recuperación en el Bajío Mexicano. *Rev Mex Agroecosistemas*. 2017;4(2 Supl 3) 29-41.

Dudhe SD, Yadav SBS, Nagda RK, Pannu U, Gahlot GC. Genetic and non-genetic factors affecting morphometry of Sirohi goats. *Vet World*. 2015; 8(11):1356-63.

Escalante-Hernández I. Actividad reproductiva estacional en machos caprinos; comparación entre un genotipo criollo y razas puras utilizadas comúnmente en México [tesis de maestría]. México: Universidad Autónoma de Querétaro; 2016.

FAO. La situación de los recursos zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura. Roma: Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura; 2010.

FAO. Molecular genetic characterization of animal genetic resources. Rome, Italia: FAO Animal Production and Health Guidelines. no. 9; 2011.

Juarez Lagunes FI, Fox DG, Blake RW, Pell AN. Evaluation of tropical grasses for milk production by dual-purpose cows in tropical Mexico. *J Dairy Sci*. 1999;82(10):2136-45.

Luikart G, Gielly L, Excoffier L, Vigne J, Bouvet, J, Taberlet P. Multiple maternal origins and weak phylogeographic structure in domestic goats. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2001;98(10): 5927-32.

Luque M, Cardellino R. Conservación activa de los recursos Zoogenéticos. En: Federación Española Asociaciones de Ganado Selecto; 2007. p. 15-20.

Mellado M. La cabra criolla en América Latina. *Vet Mex*. 1997;28(4):333-43.

Montaldo H, Juárez A, Berruecos JM, Sánchez F. Performance of local goats and their backcrosses with several breeds in Mexico. *Small Rumin Res*. 1995;16(2): 97-105.

Montaldo H, Tapia G, Juárez A. Algunos factores genéticos y ambientales que influyen sobre la producción de leche y el intervalo entre partos en cabras. *Rev Mex Cienc Pecu*. 1981;41(2):32-44.

Montaldo HH, Meza-Herrera CA. Genetic goat resources in Mexico: Bio-economical efficiency of local and specialised genotypes. *Wool Tech Sheep Bree*. 1999;47(3):184-98.

Montaldo HH, Torres-Hernández G, Valencia-Posadas M. Goat breeding research in Mexico. *Small Rumin Res*. 2010;89(2-3):155-63.

Muñoz-Salinas F. Comparación del perfil proteínico de leche de cabra de tres razas (Alpino Francés, Nubio y criollo) con leche bovina Holstein [tesis de maestría]. México: Universidad Autónoma de Querétaro; 2016.

Naderi S, Rezaei HR, Taberlet P, Zundel S, Rafat SA, Naghash HR et al. Large-Scale Mitochondrial DNA Analysis of the Domestic Goat Reveals Six Haplogroups with High Diversity. *PLoS One*. 2007;2(10):1-12.

Silva-Jarquín JC. Diversidad genética de la cabra Criolla Negra basada en marcadores microsatélites. XI Foro de Investigación y Posgrado, Facultad de Ciencias Naturales. Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro; 2018.

Taberlet P, Coissac E, Pansu J, Pompanon F. Conservation genetics of cattle, sheep, and goats. *C R Biol*. 2011; 334(3): 247-54.

Taberlet P, Valentini A, Rezaei HR, Naderi S, Pompanon F, Negrini R et al. Are cattle, sheep, and goats endangered species? *Mol Ecol*. 2008;17(1):275-84.

PONENCIAS MAGISTRALES

# Retrovirus en pequeños rumiantes

Jorge L. Tórtora P.\*

Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Estudios Superiores, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán, México

## Resumen

Se revisan y describen las condiciones diagnósticas para los retrovirus de interés en pequeños rumiantes, lentivirus (Maedi virus) y betaretrovirus oncogénicos, que incluyen al jaagsiekte que produce el cuadro de adenocarcinoma pulmonar ovino y a los virus que producen el tumor nasal enzoótico del ovino y el caprino, ENTv-1 (línea ovina) y ENTv-2 (caprina) respectivamente. Se hace énfasis que en los sistemas productivos dominantes en Latinoamérica, estas enfermedades tienen escasa relevancia económica, excepto en aquellas situaciones en que se convierten en requisito para la movilización e introducción de animales con fines de mejoramiento genético. Se intenta realizar una síntesis de las herramientas diagnósticas disponibles y su utilidad y limitaciones como herramientas de control de estos retrovirus de probable distribución mundial.

**Palabras clave:** Lentivirus de pequeños rumiantes. Maedi. Betaretrovirus. Jaagsiekte. CAEv.

## Introducción

Desde que a finales del siglo pasado comenzó a demostrarse el origen viral de casos de

inmunodeficiencia humana VIH y que el agente correspondía a un retrovirus, la familia Retroviridae comenzó a ser atractiva, incluidos los virus de interés veterinario descubiertos desde mucho tiempo atrás. En términos generales estos virus, solo en un bajo porcentaje de los animales infectados llegan a producir cuadro clínico y lesiones aparentes y cuando lo hacen es usualmente al final de la vida productiva (Reina et al., 2009; Griffiths et al., 2010; Minguijón et al., 2015) y en forma esporádica. Aunque en condiciones especiales de manejo, como las que ocurren en rebaños de ordeña pueden incrementar su ocurrencia, tal como ocurre en rebaños ovinos de ordeña en el norte de España con el virus del Maedi (MVv), donde incluso ocurren altas mortalidades en corderos (Reina et al., 2009). Por esto la importancia económica de estas enfermedades es usualmente baja. Sin embargo, si son incluidas en los protocolos de importación, exigiendo que los animales sean seronegativos, la infección de los rebaños adquiere importancia económica, especialmente si se trata de animales de alta genética. Aunque usualmente los ejemplares importados con fines genéticos son machos y la principal forma de transmisión de estas enfermedades es vertical, es decir de la madre a su cría.

El modelo productivo es decisivo en la posibilidad de observar y diagnosticar estas enfermedades, en los modelos pastoriles, extensivos, esencialmente de producción de lana, dominantes en Oceanía y el Cono sur de América es poco probable que se revisen animales viejos que mueren esporádicamente para determinar la causa de muerte. En los modelos estabulados de producción de leche en contraparte, la observación de los animales es muy cercana y hay mayor probabilidad de detectar enfermos, como ocurre en los modelos de pastoreo diurno con encierro nocturno dominantes en los países Andinos, América central y México y en buena parte de Brasil y USA, en condiciones de estabulación por otra parte se facilita notablemente la transmisión aerógena (por aerosoles) de estas enfermedades (Griffiths et al., 2010; Minguijón et al., 2015).

En pequeños rumiantes dos géneros de retrovirus son relevantes al presente: los betaretrovirus y los lentivirus. Los betaretrovirus son oncogénicos e incluyen al virus del jaagsiekte (JSRV) que produce el cuadro de adenocarcinoma pulmonar ovino (APO) y a los virus que producen el tumor nasal enzoótico del ovino y el caprino, ENTV-1 (línea ovina) y ENTV-2 (caprina) respectivamente (Griffiths et al., 2010). Los lentivirus (SRLV) incluyen al virus del Maedi-visna (MVV), actualmente dividido en cinco tipos (de A a E) con 20 subtipos, la mayoría de los cuales se han demostrado en ovinos y caprinos indicando el tránsito de los mismos entre ambas especies, con excepción de A2 y A15 que solo se han demostrado en ovinos y de A7, A8, A10, A14, E1 y E2 que al presente solo se han demostrado en caprinos. El MVV produce fundamentalmente cuadros respiratorios en ovinos y cuadros articulares en caprinos, en la enfermedad conocida como artritis encefalitis caprina (CAE) (Minguijón et al., 2015).

## Distribución

La distribución de los virus de interés veterinario se considera universal, considerando que un alto porcentaje de los infectados resultan asintomáticos y los que desarrollan cuadro clínico lo hacen cuando ya no son productivos, son

animales viejos de deshecho, es lógico que aún en el pasado reciente y el presente, se les preste poca atención en los procesos de movilización. La mayoría de los países que no declaran la enfermedad como presente en sus territorios posiblemente no la han diagnosticado por lo anterior. Sin embargo Oceanía se declara libre de dos de los cuadros respiratorios que ocurren en ovinos el Maedi-visna y el Jaagsiekte o APO (Griffiths et al., 2010; Minguijón et al., 2015). Independientemente de la importancia económica de estas enfermedades, las restricciones a la movilización pueden determinar que resulten relevantes al cerrar mercados internacionales y convertirse en un problema serio para productores que venden animales de valor genético y deberán “limpiar” sus rebaños, para poder comercializar. Cuando no se establecen medidas de control y las condiciones de cría favorecen su transmisión, estas enfermedades pueden distribuirse rápidamente, los Países Vascos reportan, que el 95% de sus rebaños están afectados por MV (Berriatua et al., 2003; Straub, 2004).

La situación de AEC merece una consideración especial para América Latina, la enfermedad comenzó a introducirse hace cuarenta años con animales importados desde Norte América o Europa, con fines de mejoramiento genético lechero. La presencia del cuadro artrítico pudo limitar e incluso erradicar la presencia del virus, en cabras, la transmisión vertical a través del calostro y la leche se considera de mayor importancia que la horizontal por aerosoles (Hasegawa et al., 2017), un evento coherente con la menor presentación de lesiones pulmonares en la especie. En América latina las cabras se establecieron en los ecosistemas de mayor siniestralidad, áridos y semiáridos, en los que un animal con artritis difícilmente podría cosechar suficiente alimento para reproducirse y sostener la lactación, impidiendo el establecimiento de la enfermedad en los rebaños, las cabras afectadas se convierten en estas condiciones, en un “fondo de saco ciego” para la enfermedad. La presencia de las cabras en sistemas pastoriles en esos ecosistemas, determina la relevancia de CAE en América Latina, esencialmente porque los animales con cuadro clínico, deben ser eliminados precozmente, por



su menor capacidad productiva y se incrementan notoriamente los costos de reposición.

### Transmisión y patogenicia

Los retrovirus se transmiten esencialmente de dos formas por el calostro y la leche (vertical) y o por aerosoles emitidos por la madre enferma que son aspirados por el cordero en convivencia cercana con ella (horizontal) (Leroux y Mornex, 2008; Griffiths et al., 2010; Minguijón et al., 2015). La importancia de cada vía depende del modelo productivo, en sistemas pastoriles los aerosoles son de menor relevancia, en contraparte las enfermedades por retrovirus son de mayor importancia en modelos lecheros estabulados, donde el hacinamiento y la mala ventilación favorecen la aspiración de aerosoles contaminados (Berriatua et al., 2003; Blacklaws et al., 2004; Straub, 2004).

En ovinos serorreactores a MV, la cantidad de ADN viral es mucho más alta en los macrófagos alveolares que en los monocitos circulantes, que podrían pasar al calostro y la leche y es mucho más alta aún, en los casos en que el animal presenta lesiones pulmonares (Zhang et al., 2000). Solo raramente es posible identificar los virus de MV y APO, en el moco nasal o la saliva, lo que jerarquiza el origen pulmonar de las células infectantes que son expulsadas por la tos de los animales enfermos (Blacklaws et al., 2004; Griffiths et al., 2010). Se ha señalado que la presencia de parásitos pulmonares o de infecciones secundarias, favorece la diseminación de la enfermedad, presumiblemente al estimular la tos y la producción de moco contaminado por células infectadas (Blacklaws et al., 2004; Straub, 2004; Griffiths et al., 2010).

En cabras en cambio, donde dominan los cuadros de artritis y las lesiones pulmonares son menos frecuentes, la transmisión vertical es de mayor importancia. Aunque ya hace mucho tiempo se demostró la transmisión del virus desde el calostro a la cría, solo recientemente se ha demostrado el mecanismo de penetración del virus por vía digestiva, a partir de la ingestión de calostro de ovejas infectadas, la penetración viral utilizaría la mayor permeabilidad del epitelio intestinal del recién nacido, en especial en las placas de Payer,

para infectar los macrófagos de la mucosa intestinal, las marcas de presencia viral en el epitelio sugieren que el virus incluso se multiplicaría en estas células (Preziuso et al., 2004).

Aunque se ha demostrado la posibilidad de transmisión vertical en APO, todo indica que en este caso la principal forma de transmisión sería la horizontal (aerosoles), la misma situación se daría en los casos de ENT, que han sido notificados fundamentalmente en rebaños lecheros estabulados. La demostración de JRSv en animales recién nacidos sugiere la posible transmisión transplacentaria del virus (Monot et al., 2015). La transmisión horizontal mediante aerosoles, puede determinar la transmisión entre adultos e incluso desde sementales enfermos a las hembras del rebaño.

En el caso SRLv, se ha aislado el virus de fetos de 100 días de gestación, sin que indujera patologías fetales o placentarias que determinarían aborto (Blacklaws et al., 2004). La presencia de anticuerpos en fetos de 80 días de edad, evidencia igualmente el tránsito del virus a través de la placenta (Arcila, et al., 2012). Este paso transplacentario del virus hacia el feto puede explicar, junto con la transmisión horizontal, la infección de recién nacidos, aunque hayan sido alimentados con calostro y leche bovina pasteurizada (Hasegawa et al., 2017). No se ha podido demostrar la presencia del genoma viral en las células germinales y se considera que si bien la transmisión por embriones de ovejas infectadas es una posibilidad, el riesgo es mínimo y no se ha podido demostrar el virus en estos embriones (Blacklaws et al., 2004). La fertilización *in vitro* empleando semen infectado experimentalmente, tampoco implica riesgo, con el manejo de lavado de los óvulos por cuatro veces luego de la fertilización (Fieni et al., 2012). Se ha descrito la presencia de lesiones testiculares atribuidas a MVv y demostrado su presencia en el semen cuando ocurren lesiones inflamatorias en los genitales del carnero, sin embargo no se ha podido demostrar la transmisión venérea de machos a hembras a través del semen (Blacklaws et al., 2004). El virus infecta células epiteliales del tracto reproductor del macho y la presencia de macrófagos en el semen también sería un vehículo, sin embargo el manejo adecuado del semen y los embriones evitaría estas posibles formas de infección.

Existe suficiente evidencia que sugiere predisposición racial al MVv, el movimiento y la presentación de la enfermedad en los países europeos así lo sugiere, para las ovejas de raza Merino, Corriedale, Texel y las razas sintéticas derivadas de ellas, que muestran mayor susceptibilidad a presentar el cuadro clínico de la enfermedad (Dungu et al., 2000; Blacklaws et al., 2004; Straub, 2004; ). En el País Vasco, donde la prevalencia de la enfermedad es de casi el 80%, los rebaños de la raza Assaf presentan prevalencias de hasta el 98%, aunque estos rebaños están sometidos a manejo estabulado y con alto estrés productivo, que podría ser determinante en esta prevalencia (Polledo et al., 2011). Aun así se considera que es más importante la condición de cría, el sistema de producción, que la raza para la manifestación y gravedad del problema en los rebaños (Griffiths et al., 2010; Minguijón et al., 2015). Las condiciones de cría y la ocurrencia de enfermedades debilitantes aceleran la presentación de cuadros clínicos (Berriatua et al., 2003). La introducción de la enfermedad a Islandia ocurrió a partir de la importación de un rebaño Karakul desde Alemania en 1933, sin embargo los animales importados nunca mostraron cuadro clínico de MV y tampoco se comunicaron casos en Alemania en el rebaño de origen entre 1901 y 1970; lo que indica una mayor susceptibilidad en las ovejas islandesas, o una predisposición por sus condiciones de cría, o ambas (Straub, 2004). El encierro en altas condiciones de hacinamiento por hasta seis meses, en las épocas más frías de ese país, seguramente fue un factor detonante para el problema, tratándose de la forma pulmonar de la enfermedad, donde los aerosoles son críticos en la transmisión horizontal.

En SRLv la seroconversión de las crías puede ocurrir a partir de las cinco semanas, pero lo más frecuente es que comience después de los once meses, incluso más tarde (Dungu et al., 2000). Se ha señalado que la inmunidad pasiva calostrada puede proteger a los corderos durante el primer mes de vida (Straub, 2004), sin embargo esta posibilidad es poco probable para un virus que ingresa como "provirus" en el genoma de los macrófagos calostrales infectados; por otra parte, también se ha propuesto que los anticuerpos antivirales, al reaccionar con el virus podrían formar complejos que serían más fácilmente incorporados por las

células epiteliales del intestino del recién nacido (Preziuso et al., 2004).

Las células blanco de los SRLv son los monocitos-macrófagos y la infección de los macrófagos parece requerir de la presencia de linfocitos TCD4, en contraste, las células dendríticas podrían infectarse sin la participación de esta población linfocitaria (Eriksson et al., 1999). Como se señaló antes, el virus tiene mayor predilección por los macrófagos alveolares que por otras poblaciones monocitarias y se considera a la médula ósea como órgano reservorio de la infección (Zhang et al., 2000; Blacklaws et al., 2004). El virus no solo puede replicarse en macrófagos del pulmón o de la glándula mamaria, sino también en los epitelios alveolares, en células endoteliales y fibroblastos de estos órganos y de otras regiones del animal (Gelmetti et al., 2000; Capucchio et al., 2003; Carrozza et al., 2003). En SRLv no ocurren situaciones de inmunosupresión y se postula la posibilidad de fenómenos de inmunotolerancia, que podrían explicar la variación en la ocurrencia de la seroconversión luego de infecciones experimentales (Berriatua et al., 2003).

En el caso de APO, JSRv, no ocurre seroconversión en los animales infectados y en algún momento se señaló la posibilidad de que el virus suprimiera las respuestas Th2 humorales. Sin embargo actualmente el fenómeno se explica por la demostración de que JSRv comparte del 90% al 98% de su genoma con 27 retrovirus endógenos de la oveja, incorporados a su genoma por miles de años, por lo que el JSRv no es reconocido como infectante (Griffiths et al., 2010; Monot et al., 2015).

En APO y ENT 1 y 2, la capacidad oncogénica parece depender esencialmente de estructuras repetitivas en la envoltura de estos virus que interactúan con la hialuronoglucosaminidasa tipo 2, una enzima que degrada el ácido hialurónico, con diversos efectos biológicos, entre ellos la oncogénesis (Monot et al., 2015).

### **Cuadro clínico-patológico:**

El cuadro clínico patológico varía para los SRLv, donde se reconocen cuatro "síndromes" y los betaretrovirus oncogénicos, con cuadros esencialmente respiratorios.

En los SRLy, se describen cuatro síndromes principales, que pueden coexistir en un mismo animal infectado: respiratorio, artrítico, mamario y nervioso, aunque otros órganos de la economía pueden presentar lesiones en las que se puede identificar el virus (Minguijón et al., 2015). Los cuadros más comunes son el respiratorio y el articular; el primero es el característico de la enfermedad en ovinos, conocida como maedi-visna, el segundo es el característico de la enfermedad en las cabras, la artritis encefalitis caprina. Ambos nombres reconocen la presencia de cuadros nerviosos, que se presentan esporádicamente, en el caso del visna ocurre principalmente en animales viejos, mientras que por el contrario las formas de encefalitis en los caprinos se observan en cabritos de alrededor de seis meses de edad. La condición de mastitis indurativa ha sido descrita principalmente en cabras. La diferente presentación clínico-patológica de la enfermedad en ovinos y caprinos se atribuye fundamentalmente a la interacción del virus con la especie animal y los mecanismos de respuesta inmune inducidos en cada caso. En la meningo-encefalitis que induce el virus, se han establecido patrones de tipo linfocítico o histiocítico, que contrastados con pruebas de inmunohistoquímica sugieren el predominio de respuestas de tipo Th2 en el primer caso y Th1 en el segundo, sin embargo el tipo de respuesta inmune podría también explicarse por variantes del virus involucrado, que no han sido evaluadas (Polledo et al., 2011).

El cuadro respiratorio, llega a formas clínicas notorias en los casos de Maedi, la enfermedad ocurre en animales adultos y adultos viejos, en casos esporádicos, caracterizándose por insuficiencia respiratoria crónica y progresiva, disnea con tos seca sin descargas nasales. No ocurre fiebre, salvo que se presenten complicaciones bacterianas y el animal presenta emaciación, adelgazamiento progresivo, aunque el consumo de alimento es normal (Straub, 2004). A la necropsia, en forma característica, los pulmones presentan focos grises, no se colapsan al abrir la cavidad torácica y son notoriamente pesados, al intentar sacarlos de la cavidad. Histológicamente se caracteriza por una infiltración intersticial linfoproliferativa, neumonía intersticial linfocitaria, que inicia con pequeños acúmulos de linfocitos, que crecen gradualmente y comienzan a confluir

hasta organizarse en estructuras de tipo folicular, reduciendo la superficie alveolar de intercambio gaseoso. Las lesiones respiratorias también se pueden demostrar en las cabras, sin embargo son de menor magnitud que las de los ovinos y raramente llegan a determinar compromiso respiratorio en esta especie (Minguijón et al., 2015).

El cuadro artrítico, es característico de la enfermedad en las cabras y es en contraparte raro en ovinos (Straub, 2004). Se caracteriza por una artritis de evolución crónica, con agrandamiento notorio y progresivo, fibrosis sinovial y en casos graves erosión de cartílagos; histológicamente se observa infiltrado linfocitario subsinovial. Las lesiones se presentan principalmente en las articulaciones del carpo, aunque diversas articulaciones suelen estar afectadas. En ovinos, las lesiones articulares son raras y aunque no hay suficiente información, usualmente ligadas a infecciones por el genotipo B, originalmente aislado de cabras artríticas (Minguijón et al., 2015).

El cuadro mamario, ocurren con frecuencia, pero no siempre es notorio en el examen clínico de los animales y se ha asociado a la genética del rebaño y a variantes del virus. Las lesiones en la glándula mamaria corresponden a un cuadro intersticial, también de tipo linfoproliferativo, no supurativas, ocasionalmente se organizan estructuras foliculares, a la palpación se pueden notar nodulaciones e induraciones y se ha sugerido que estas lesiones podrían disminuir la producción de leche, comprometer el desarrollo de la cría y determinar la eliminación de la hembra del rebaño (Straub, 2004; Dungu et al., 2000; Minguijón et al., 2015). Sin embargo no se ha podido establecer una correlación entre la lesión de la madre y el crecimiento de la cría hasta el destete. Las lesiones en la ubre y la intensidad de la respuesta serológica en las ovejas afectadas, no correlacionan con la presencia de células somáticas en la leche. Si bien la enfermedad afecta el estado general del animal, no parece determinar modificaciones relevantes en sus indicadores reproductivos y productivos (Dungu et al., 2000). En cabras primíparas sin embargo se han demostrado diferencias en el número de células somáticas eliminadas y la concentración de grasa y proteína en la leche, aunque no se observaron diferencias en el total de leche producida entre

animales seropositivos y negativos (Turin et al., 2005; Minguijón et al., 2015). El modelo productivo en animales lecheros y la presencia de artritis, en especial en cabras, puede complicar la evaluación de estos parámetros, considerando la dificultad de pastoreo e incluso de desplazamiento y competencia en los comederos, de los animales artríticos. No se ha demostrado la transmisión de MVV a través de las prácticas de ordeña, pero se considera factible (Blacklaws et al., 2004).

El cuadro nervioso, ocurre esporádicamente, en ovinos en animales ya viejos, aunque se han reportado casos en ovejas lecheras en España, con elevada morbilidad y signos nerviosos en zonas endémicas y con severos cuadros respiratorios. En estos rebaños incluso se comunican casos en corderos, en edades semejantes a las observadas con este síndrome en cabritos. En caprinos se presenta en cabritos de menos de 5-6 meses de edad. Se caracteriza por una meningoencefalitis no purulenta que determina ataxia, incoordinación, parálisis y finalmente postración, aunque los animales estén alertas. Este cuadro explica el término de Visna que definió la enfermedad en su primera observación en Islandia en los 40's del siglo pasado (Polledo et al., 2011; Minguijón et al., 2015).

Los betaretrovirus (JSRv, ENTv-1 y 2) oncogénicos producen cuadros de carácter neoplásico en el aparato respiratorio, usualmente limitados a este aparato. En el caso de APO, antes adeno y ahora adenocarcinoma pulmonar ovino, se ha demostrado, la presencia del virus en diversos órganos linfoides (Palmarini et al., 1996) y en algunos casos metástasis notorias, principalmente en nódulos linfáticos regionales, pleura, hígado, riñón, corazón musculo esquelético y bazo, con formación de nódulos blanquecinos bien delimitados, pero no encapsulados, en los que se puede demostrar mediante inmunohistoquímica o PCR, la presencia del JSRv (Minguijón et al., 2013). Las principales células blanco del APO son los neumocitos tipo II o sus precursoras.

Los ENTv 1 y 2, son virus distintos aunque genéticamente muy cercanos, mientras el tipo 1 (ovino) restringe su presencia a las células epiteliales, el tipo 2 (caprino) determina infección linfocitaria diseminada (Monot et al., 2015). Las células blanco de estos virus son las células

epiteliales secretorias de la glándulas de la mucosa nasal (Griffiths et al., 2010).

El cuadro clínico de APO se caracteriza por la presencia de disnea, en ejercicio o en condiciones de calor, con eliminación de grandes cantidades de líquido, moco aguado, por la nariz del animal cuando este baja la cabeza al pastorear o cuando los comederos están a baja altura y que clínicamente se hace muy aparente cuando los animales afectados se someten a la llamada "prueba de la carretilla", levantando las extremidades traseras y forzando la inclinación del tórax y la cabeza. Algunos autores consideran esta condición como patognomónica de la enfermedad, sin embargo eventualmente animales enfermos no manifiestan en forma clara este signo (Griffiths et al., 2010). Usualmente los animales mueren unas pocas semanas después de iniciar el cuadro clínico y al realizar la necropsia se constata abundante cantidad de líquido que sale por la tráquea, los pulmones no colapsan al entrar en tórax, están pesados y con zonas irregulares de color blanco grisáceas, presentes en todos los lóbulos, que eventualmente sobresalen en superficie y que al corte profundizan en el parénquima pulmonar. Los nódulos linfoides regionales están agrandados. La imagen pulmonar puede sin embargo no ser tan característica cuando han ocurrido complicaciones bacterianas y se presentan adherencias pleurales (Griffiths et al., 2010).

El examen histopatológico de las lesiones características pondrá en evidencia la presencia de la neoplasia, con transformación multifocal del epitelio bronquio alveolar, el epitelio alveolar cambia a epitelio cúbico alto con hiperplasia y estratificación del epitelio bronquiolar, cambios característicos de un adenocarcinoma con formaciones papilares intraluminares en alveolos y pequeños focos aislados de necrosis. En partes afectadas y no afectadas del parénquima pulmonar se pueden observar macrófagos alveolares activados, en los que la microscopía electrónica revela la presencia de partículas virales, bacterias y micoplasmas. Pueden ocurrir focos inflamatorios sin distribución particular, no necesariamente relacionados a la neoplasia, con infiltrado de neutrófilos, que usualmente se relacionan a cuadros neumónicos bacterianos, en los lóbulos anteroventrales (Griffiths et al., 2010).

Los cuadros por los ENTv 1 y 2, se caracterizan por el abundante escurrimiento nasal, ruidos respiratorios nasales y la deformación del hocico del animal.

## Diagnóstico

Los cuadros clínico-patológicos característicos de MV y APO pueden ser fácilmente reconocidos en la necropsia y complementados con un estudio histopatológico, sin embargo si las lesiones se complican con infecciones secundarias en el mismo animal, pueden requerirse estudios más finos.

El aislamiento de MVv de muestras sospechosas es complicado, el uso de anticuerpos monoclonales marcados, en cortes histológicos de los mismos, es una buena alternativa diagnóstica en esta enfermedad (Gelmetti et al., 2000; Polledo et al., 2011). En animales vivos, infectados por SRLv, existen diversas pruebas comerciales de ELISA para demostrar su condición e incluso con buena especificidad, bajo costo, pero menor sensibilidad, puede emplearse la prueba de inmunodifusión en agar (Molina et al., 1986). La prueba de PCR en leucocitos sanguíneos es una buena alternativa en el caso de MVv y facilita con fines epidemiológicos la tipificación viral (Reina et al., 2009; Minguijón et al., 2015). Al igual que para otras enfermedades, donde el patógeno se asocia con el tejido linfoide, en biopsias de tercer párpado se puede demostrar la presencia de células infectadas por este virus; utilizando PCR, anticuerpos monoclonales o técnicas de PCR "in situ", se ha demostrado proteína o genoma viral en células epiteliales de las glándulas del párpado y en macrófagos (Capucchio et al., 2003). Se ha estudiado el posible papel del macho y el del semen, en programas de inseminación, como posible diseminador del virus. Se ha demostrado la presencia del virus en el material seminal e incluso la presencia de anticuerpos contra estos virus en el líquido seminal. Esta última demostración, permite detectar en forma rápida semen obtenido de animales infectados, que podría actuar como vehículo del MVv (Blacklaws et al., 2004; Martínez et al., 2005).

La demostración de animales infectados con JSRv es más compleja, en la medida que no ocurre

respuesta serológica y el número de células infectadas en sangre o tejidos linfoides periféricos es baja, 1 en 240.000 en sangre (Palmarini et al., 1996) y no siempre son detectadas con el uso de PCR, por lo que los resultados negativos en estos casos no resultan totalmente confiables. La prueba en sangre solo resulta útil para detectar rebaños afectados, pero no es confiable en evaluaciones individuales. En animales con cuadro clínico, la PCR puede realizarse sobre los escurrimientos nasales que se obtienen al realizar la "prueba de la carretilla". El uso de la PCR en moco nasal o saliva tampoco arroja resultados confiables (Griffiths et al., 2010). Solo el uso de PCR en lavados pulmonares da resultados razonablemente confiables (Voigt et al., 2007), la técnica es laboriosa y existe el riesgo de inducir cuadros neumónicos bacterianos, por lo que solo sería recomendable su uso en animales de alta genética a introducir en rebaños bajo control.

Tampoco en el caso de los ENTv 1 y 2 ocurre respuesta serológica, por lo que la estrategia diagnóstica también se apoya en el uso de PCR a partir de biopsias, las pruebas en moco no resultan consistentes en animales que aún no presentan cuadro clínico (Griffiths et al., 2010).

## Control y profilaxis

No existen vacunas para estas enfermedades y las medidas de control se basan fundamentalmente en la eliminación de serorreactores en el caso de MVv. Cuando la prevalencia es muy alta, se intenta reducir evitando el consumo directo de calostro o leche por las crías, que son alimentadas con sustitutos o bien con calostro y leche previamente pasteurizados, en particular en el caso de las cabras. Esta estrategia de control resulta sin embargo muy costosa, como consecuencia del mayor empleo de mano de obra y el incremento en la mortalidad de crías y se debe considerar el tránsito placentario del virus (Blacklaws et al., 2004; Arcila, et al., 2012). En la experiencia de los vascos, con solo separar a las ovejas seropositivas a MVv, se consigue abatir la enfermedad e incluso eliminarla, los seropositivos se manejen en un rebaño aparte hasta que su número se reduzca y resulte económico su sacrificio

y reemplazo por animales negativos. La experiencia vasca también demuestra que el riesgo en ovejas de transmisión a la cría por el amamantamiento es muy bajo (Straub, 2004; Berriatua et al., 2003). Se debe subrayar que mientras en las ovejas los cuadros respiratorios son los más frecuentes y graves, en las cabras la condición de artritis es la más señalada, esta condición define que la transmisión horizontal mediante aerosoles contaminados es la más relevante en los ovinos, tanto para Maedi como para APO, la transmisión vertical por calostro y leche es más importante en cabras (Hasegawa et al., 2017).

En ovejas donde la vía aerógena parece ser más importante que la vertical, se deben corregir las condiciones de alojamiento de los animales, de la misma forma que se recomienda para reducir los problemas neumónicos bacterianos, reduciendo hacinamiento y mejorando la ventilación en las instalaciones.

En todos los caso se debe considerar el modelo y los fines productivos del rebaño. En los rebaños comerciales, las estrategias de control pueden resultar más costosas que la propia enfermedad, considerando que el porcentaje de animales que enferma, aun estando infectados, es bajo y los cuadros clínicos ocurren en forma esporádica y usualmente en animales ya viejos, sin valor comercial. Un estudio en Escocia, donde la enfermedad es endémica, solo detectó 52 animales con lesiones sugestivas de APO en 280.000 ovejas sacrificadas (Griffiths et al., 2010). En modelos lecheros, estabulados, estas enfermedades pueden resultar de mayor impacto, aunque no afecten en forma relevante ni la cantidad ni la calidad de la leche producida, pero si se dan condiciones de mayor riesgo a la transmisión horizontal por aerosoles. Finalmente en rebaños de alta genética, cuyo principal negocio es la venta de “animales mejoradores” estas enfermedades merecen mayor atención en la medida que se exijan animales seronegativos o provenientes de rebaños libres.

## Referencias

Arcila LG, Martínez RHA, Tórtora PJ. Detección de anticuerpos contra Lentivirus de pequeños rumiantes en fetos ovinos y caprinos. *Vet Mex.* 2012;43(1):9-15.

Berriatua E, Alvarez V, Extramiana B, González L, Daltaubuit M, Juste R. Transmission and control implications of seroconversion to Maedi-Visna virus in Basque dairy-sheep flocks. *Prev Vet Med.* 2003;60(4):265-79.

Blacklaws BA, Berriatua E, Torsteinsdottir S, Watt NJ, Andrés D, Klein D, et al. Transmission of small ruminant lentiviruses. *Vet Microbiol.* 2004;101(3):199-208.

Capucchio MT, Sanna E, Sanna MP, Farigu S, Minelli R, Guarda F. Maedi-visna virus detection in ovine third eyelids. *J Comp Pathol.* 2003;129(1):37-43.

Carrozza ML, Mazzei M, Bandecchi P, Arispici M, Tolari F. In situ PCR-associated immunohistochemistry identifies cells types harbouring the maedi-visna virus genome in tissue sections of sheep infected naturally. *J Virol Methods.* 2003;107(2):121-7.

Dungu B, Vorster J, Bath GF, Verwoerd DW. The effect of a natural maedi-visna virus infection on the productivity of South Africa sheep. *Onderstepoort J Vet Res.* 2000; 67(2):87-96.

Eriksson K, McInnes E, Ryan S, Tonks P, McConnell I, Blacklaws B. CD4+ T-cells are required for the establishment of maedi-visna virus infection in macrophages but not dendrites cells in vivo. *Virology.* 1999;258(2):355-64.

Fieni F, Pellerin JL, Roux C, Poulin N, Baril G, Fatet A, et al. Can caprine arthritis encephalitis virus (CAEV) be transmitted by in vitro fertilization with experimentally infected sperm? *Theriogenology.* 2012;77(3):644-51.

Gelmetti D, Gibelli L, Brocchi E, Cammarata G. Using a panel of monoclonal antibodies to detect maedi-virus (MV) in chronic pulmonary distress of sheep. *J Virol Methods.* 2000;88(1):9-14.

Griffiths DJ, Martineau HM, Cousens C. Pathology and pathogenesis of ovine pulmonary adenocarcinoma. *J Comp Pathol.* 2010;142(4):260-83.

Hasegawa MY, Lara MCCSH, Villa Lobos EMC, Gaeta NC, Hayashi M, Shirayama L, et al. An experimental study on the vertical transmission of caprine arthritis-encephalitis virus from naturally infected females to their offspring. *Small Rumin Res.* 2017;149:23-7.

- Leroux C, Mornex JF. Retroviral infections in sheep and the associated diseases. *Small Rumin. Res.* 2008;76(1-2):68-76.
- Martínez RHA, Ramírez ÁH, Tórtora PJ, Aguilar SA, Garrido FGI, Montaraz CJA. Effect of the caprine arthritis encephalitis virus in the reproductive system of male goats. *Vet Mex.* 2005;36(2):159-76.
- Minguijón E, González L, De las Heras M, Gómez N, García-Goti M, Juste RA, et al. Pathological and aetiological studies in sheep exhibiting extrathoracic metastasis of ovine pulmonary adenocarcinoma (Jaagsiekte). *J Comp Pathol.* 2013;148(2-3):139-47.
- Minguijón E, Reina R, Pérez M, Polledo L, Villoria M, Ramírez H, et al. Small ruminant lentivirus infections and diseases. *Vet Microbiol.* 2015;181(1-2):75-89.
- Molina RM, Trigo FJ, Cutlip RC. Estudio serológico de la neumonía progresiva ovina en México. *Vet Mex.* 1986;17(4):269-73.
- Monot M, Archer F, Gomes M, Mornex JF, Leroux C. Advances in the study of transmissible respiratory tumours in small ruminants. *Vet Microbiol.* 2015;181(1-2):170-7.
- Palmarini M, Holland MJ, Cousens C, Dalziel RG, Sharp JM. Jaagsiekte retrovirus establishes a disseminated infection of the lymphoid tissues of sheep affected by pulmonary adenomatosis. *J Gen Virol.* 1996;77(Pt 12):2991-8.
- Polledo L, González J, Benavides J, Morales S, Martínez-Fernández B, Delgado L, et al. Patterns of lesion and local host cellular immune response in natural cases of ovine maedi-visna. *J Comp Pathol.* 2012;147(1):1-10.
- Preziuso S, Renzoni G, Allen TE, Taccini E, Rossi G, DeMartini JC, et al. Colostral transmission of maedi-visna virus: sites of virus entry in lambs born from experimentally infected ewes. *Vet Microbiol.* 2004;104(3-4):157-64.
- Reina R, Berriatua E, Luján L, Juste R, Sánchez A, Andrés D, et al. Prevention strategies against small ruminant lentiviruses: An update. *Vet J.* 2009;182(1):31-7.
- Straub OC. Maedi-Visna virus infection in sheep. History and present knowledge. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis.* 2004;27(1):1-5.
- Turin L, Pisoni G, Giannino ML, Antonini M, Rosati S, Ruffo G, et al. Correlation between milk parameters in CAEV seropositive and negative primiparous goats during an eradication program in Italian farm. *Small Rumin Res.* 2005;57(1):73-9.
- Voigt K, Brüggemann M, Huber K, Dewar P, Cousens C, Hall M, et al. PCR examination of bronchoalveolar lavage samples is a useful tool in pre-clinical diagnosis of ovine pulmonary adenocarcinoma (Jaagsiekte). *Res Vet Sci.* 2007;83(3):419-27.
- Zhang Z, Watt NJ, Hopkins J, Harkiss G, Woodall CJ. Quantitative analysis of maedi-visna virus DNA load in peripheral blood monocytes and alveolar macrophages. *J Virol Methods.* 2000;86(1):13-20.

---

PONENCIAS MAGISTRALES

# Sistemas integrales de producción en pequeños rumiantes

---

Abel Manuel Trujillo García<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup> Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Animal en Altiplano (CEIEPAA), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Tequisquiapan, México

<sup>2</sup> Granja del Carmen, Tequisquiapan, México

## Introducción

La ganadería es una actividad que genera empleo para 1,300 millones de habitantes o el 20% de la población mundial y a 987 millones de pobres. Además produce proteína de alta calidad y ayuda en el proceso de transición nutricional según datos de la FAO en 2016. De estos, las cabras al estar relacionadas con los estratos sociales más desfavorecidos, cumplen con una función preponderante en el suministro de alimentos a nivel familiar y empieza a participar de manera colateral en el ingreso económico mediante la venta de productos procesados. Por otra parte, la sociedad empieza a generar presión sobre los aspectos de deterioro ambiental, a través del agotamiento de recursos y contaminación de los gases efecto invernadero, mantos freáticos y degradación del paisaje, así como la exigencia para que los productos pecuarios sean de alta calidad e inocuos, lo que exige al productor fijar parámetros nuevos en todos los sectores de su sistema productivo.

Si bien se conoce actualmente la importancia del sector primario en la generación de alimentos,

no se aprecia económicamente en el mismo sentido por parte de la sociedad, el esfuerzo que realizan los ganaderos para cumplir con todas las expectativas que marcan las tendencias consumistas, lo que provoca un desánimo en algunos productores y en otros, una oportunidad de profesionalizarse. Aunado a esto, diversos reportes plantean que la producción de alimentos debe duplicarse para el año 2050, lo cual genera un reto por parte de todos componentes de las cadenas productivas.

Las tendencias de trazabilidad de los productos pecuarios y la seguridad alimentaria, provocan que los programas de medicina preventiva en los rebaños caprinos sean analizados y replanteados frecuentemente, donde las estrategias tradicionales de desparasitación y de vacunación o bacterinización sean cambiadas a esquemas más selectivos, acompañadas de pruebas diagnósticas y programas de manejo, que ayuden a minimizar la utilización de fármacos y químicos que puedan estar contaminando los alimentos generados en las granjas. Los programas de medicina preventiva



deben plantearse en un conocimiento claro del ambiente en el cual está situada cada una de las granjas, por lo que estos deben ser “trajes a la medida”.

Al hablar del conocimiento ambiental de cada sistema de producción, nos referimos tanto a las condiciones climáticas como lo son: precipitación pluvial, temperatura, humedad, vientos dominantes; como a la presencia de enfermedades y vectores en las diferentes épocas del año, y a los diferentes procesos productivos que se dan en cada una de las granjas, obviamente sin perder de vista el factor humano involucrado en cada uno de los procesos.

Para dejar en claro la idea de una producción saludable e inocua, (o sistemas productivos integrales) describiremos algunos ejemplos de procesos productivos que pudieran ayudar a lograr alimentos más saludables: en los sistemas tradicionales, muchos productores desparasitan a todos los animales cada determinado tiempo y si acaso, rotando los productos (no principios activos), sin haberse planteado si era necesario o no, ya que los exámenes coprológicos o la valoración de los animales no son tomados en cuenta, o bien, por falta de capacitación, o por creer que es más fácil desparasitar a todo el rebaño. En este ejemplo, no se toma en cuenta el periodo de retiro de leche o carne de cada uno de los fármacos, lo que provoca que los alimentos vayan con cargas fuertes de ellos y sean consumidos por las personas, además de la afectación que generan estos medicamentos sobre los microorganismos del suelo y de la resistencia de los diferentes parásitos a esos medicamentos. En el caso de los antibióticos se aplica un mayor control sobre todo en granjas productoras de leche, ya que la industria si tiene manera de detectar la presencia de los fármacos en los laboratorios de las plantas procesadoras, sin embargo, la utilización de los mismos se realiza al menor indicio de posible enfermedad y no damos la oportunidad a que el animal genere una respuesta biológica en contra de determinado agente, por lo que en muchas ocasiones provocamos una dependencia a los antibióticos.

Parte fundamental de cambiar los esquemas de control sanitario, son los registros de los acontecimientos médicos de las granjas, ya sea mediante historias clínicas o simplemente bitácoras donde se anote animales tratados y

productos utilizados, así como utilización de las pruebas diagnósticas y por supuesto la realización de necropsias, seguimientos a rastro y desecho responsable de cadáveres y fomites de la producción.

Tenemos que hacer mención que cualquier granja saludable debe ir acompañada de manejos, alimentación e instalaciones que fomenten el bienestar animal y del personal, ya que si se hace más hincapié en uno que en otro, a la larga termina afectando a ambos.

García Barrios (2008) menciona que el desarrollo sustentable es, en esencia, un intento por establecer un nuevo orden cooperativo. Se trata de un programa planificado y profesionalizado de gran envergadura cuyo propósito es reducir las tensiones provocadas por la crisis ambiental y del desarrollo, por medio de una asociación global entre las naciones y los grupos humanos que asegure un desarrollo económica e institucionalmente óptimo, la conservación de los recursos ambientales para uso y goce de las generaciones futuras, y la participación social y la equidad.

Con base en la situación de la ganadería caprina en México el desarrollo de un proyecto de inversión para la cría de cabras se nos hizo imperativo ante la necesidad de un mejoramiento en la producción en beneficio del aseguramiento de productos de origen animal de alto valor nutricional para el consumo humano. Se planteó que con la creación de un proyecto de producción rentable se podría lograr un efecto cascada sobre productores con tierras ejidales para imitar (bajo una asesoría) al proyecto creado y así poder integrar el producto final y cubrir mercados potenciales ya sea con la venta de leche de cabra, pie de cría, y la venta de cabrito y otros productos. Gracias al buen funcionamiento y a la rentabilidad del proyecto, éste servirá como ejemplo a escala local. Estos ejemplos son necesarios para fomentar la inversión de capital al campo.

### **Ubicación del proyecto**

El terreno donde se encuentra la Granja del Carmen está localizado el municipio de Tequisquiapan, en el estado de Querétaro. Es una parcela que cuenta con una superficie total de 4,5 hectáreas que en un inicio no contaba con ningún

tipo de infraestructura. No cuenta con ríos, arroyos ni cuerpos de agua, y su vegetación es de tipo matorral principalmente nopal.

El clima que prevalece en el estado es el semiseco templado (BS1k). El 41% de la vegetación del Estado es matorral que incluyen el garambullo, el mezquite, el nopal, el chaparro prieto y el izote; el 28% es de agricultura incluyendo los cultivos de maíz, trigo, alfalfa, sorgo y calabaza; el 24% es de bosque de pino y de encino; y el 5% restante es de pastizal y selva. El 18,17% de la superficie estatal tiene un uso potencial pecuario de la clase definida “para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino”. Para el municipio de Tequisquiapan la temperatura media anual es de 17,1 °C y la precipitación pluvial total anual es de 560,8 milímetros.

Basados en los datos anteriores y tomando en cuenta todos los recursos con los que se contaban, se inició con un estudio de mercado para los quesos de cabra, que en su momento era el producto con el que se quería iniciar la granja, sin embargo, con el transcurso del tiempo, el mercado ha marcado la pauta para producir otros productos como lo son la cajeta, el yogurt, la leche fluida al mayoreo y menudeo y los jabones a base de leche de cabra, así como el cabrito para abasto.

Un hecho fundamental desde el inicio fue el de llevar registros de todo el proceso productivo y el entorno, que aunque lógico, hemos podido comprobar que no es una práctica muy extendida en la producción animal en nuestro país.

El planteamiento de que sería un sistema productivo basado en permacultura fue acuñado recientemente debido a una reunión que se sostuvo con algunas personas provenientes de Austria, las cuáles nos capacitaron en la filosofía de que estábamos llevando a cabo de manera “empírica”; una producción pecuaria “permanente”, buscando la sostenibilidad productiva, del ecosistema y de las personas. Todo lo llevado a cabo en este proyecto es buscando la producción de alimentos de origen animal, primariamente para autoconsumo y los excedentes para la venta. Para tratar de explicar más claramente a que nos referimos como producción permanente o permacultura, haremos la descripción del sistema de producción que estamos llevando a cabo actualmente.

## Sanidad

Se continuó con el control de las enfermedades, tanto la de campaña obligatoria como la brucelosis, como las que se plantearon por interés propio como lo son la paratuberculosis y la artritis encefalitis caprina. Con respecto a la brucelosis se tiene el certificado libre de brucelosis sin vacunación y se renueva año con año. No se prestan sementales a otros productores pero si se vende el semen, tanto fresco como congelado.

Con la paratuberculosis, se ha llevado a cabo un muestreo anual a todos los animales mayores de 1 año, saliendo negativos a la prueba de elisa desde hace 6 años consecutivos; cabe mencionar que no hemos observado animales con signos clínicos que pudieran ser sospechosos de la enfermedad.

Con los lentivirus de los pequeños rumiantes, se ha monitoreado serológicamente para realizar pruebas de inmunodifusión de ensayo enzimático (Elisa), en un inicio a todo el rabaño, encontrando una seroprevalencia del 17%, con lo que separaron los animales positivos y se manejan como rebaño separado, realizando todos los manejos después de realizarlos en los negativos, así como la separación de las crías hembras al nacimiento, a las cuáles se les suministra calostro y leche de cabras negativas serológicamente a la enfermedad. Posteriormente se realiza el muestreo serológico cada año, solamente a los animales mayores de 6 meses y a los adultos que han salidos negativos a la prueba anteriormente. A pesar de estos trabajos, se han observado animales con signos clínicos sugerentes de ésta enfermedad en los 2 últimos años, por lo que se ha cambiado a “temperizar” el calostro y pasterizar la leche para las cabritas en lactancia artificial.

Se realizan exámenes coprológicos en el caso de que algún animal manifieste signos clínicos sugerentes de parasitosis con el propósito de ver cargas parasitarias y especie de los parásitos para realizar una desparasitación dirigida en caso de requerirlo. La última desparasitación de un animal adulto fue en febrero de 2012. Es decir, la desparasitación se hace sólo en los animales que lo requieran, ya sea interna o externa. En las cabritas de un día de nacidas se realiza una práctica de desparasitación contra coccidias con el producto toltatruzuril, que normalmente tiene un tiempo de

hasta 72 días dentro del animal, lo cual es mayor al tiempo de lactancia y periodo de destete que es cuando se presentan los casos de coccidiosis en cabras.

No se realiza desinfección de ombligos al nacimiento pero si se supervisan todos los nacimientos y se da el calostro con al menos 200 mililitros lo más inmediatamente posible de ocurrido el parto. Todos los cabritos son pesados e identificados antes de que mamen calostro. Las cabritas son alimentadas artificialmente con leche de cabras negativas a AEC durante dos meses. Todas las cabritas son desbotonadas a los 12 días de nacidas. Los machos se quedan con sus madres para que alcancen el peso de venta (10 kilos de peso vivo) alrededor de los 23 días de nacidos.

No se realiza ningún tipo de vacunación, pero si se registran todos los casos clínicos y se realizan las necropsias de todas las bajas. Las placentas y animales muertos son enterrados y se va iniciar con el composteo de los cadáveres.

Se lleva a cabo un control de roedores y moscas por parte de una compañía privada y se evita la entrada de animales domésticos ajenos a la granja.

Todos los días se realiza la prueba de tazón de fondo oscuro a las cabras en producción. Todos los días se registra la producción de leche del rebaño y cada mes la producción individual. El secado de las cabras se hace en base a ordeños terciados y no se administra ningún tipo de antibiótico para esa práctica. Las cabras permanecen en el periodo seco al menos de uno a dos meses antes de parir.

### **Reproducción**

Las cabras son empadradas cuando alcanzan 40 kilogramos de peso y se encuentran en alguno de los periodos determinados para este fin que son en los meses de enero, abril, agosto y octubre, utilizando para esto en los meses de baja actividad reproductiva algún progestágeno y gonadotropina coriónica equina en dosis de 50 U.I para primas y de 100 U.I en adultas. Los empadres son realizados con sementales o con semen evitando la consanguinidad. Las hembras de segundo parto en adelante son gestadas una vez al año, buscando con esto lactaciones de 10 meses y secado de dos.

Las cabritas primas son tratadas con oxitetraciclinas de larga acción a partir del día 100 de gestación, en el caso de que se presenten abortos espontáneos en esa etapa, se realiza una aplicación cada 15 días hasta el parto.

Todas las cabras deben parir con una condición corporal cercana a 4, con lo que logramos una prolificidad de 2,2 y pesos al nacimiento de las crías de 3,2 kilogramos.

### **Alimentación**

La alimentación se basa en heno de alfalfa comprada en campos cercanos a la granja y alimento balanceado comercial de vaca y pastoreos parciales durante la época de lluvia sobre las acacias, pastos nativos, pastos introducidos y cactáceas, en pastoreo rotacional con cercos eléctricos. El balanceo de la dieta se hace en base a la etapa productiva de las cabras, las cuáles son lotificadas en base a ello y peso. Todo el alimento rechazado por las cabras es colectado y suministrado a un novillo, a una vaca lechera y a borregos para la producción de carne para autoconsumo y la transformación de la leche de vaca; y con el forraje que aun queda en los comederos de estos animales, es recogido y llevado a un gallinero de aves de postura. Con esta reutilización del alimento rechazado se busca que el desperdicio de alimento sea cero, esto debido al costo de los insumos y por lo tanto, buscar el mayor aprovechamiento de los recursos disponibles. El heno de alfalfa es proporcionado varias veces al día y el alimento balanceado se suministra por las tardes en una sola ocasión. No se suministra ningún tipo de alimento en sala de ordeño.

En los dos últimos años se ha buscado incrementar la producción de vainas de las acacias para la alimentación de las cabras por lo que se buscó implementar un apiario para favorecer la polinización de estas leguminosas. Así mismo, durante la época de lluvias crecen plantas nativas como los quelites (quenopodios), que cuando están tiernos si son apetecidos por las cabras pero cuando maduran ya no, por lo que se implementó el corte de ellas para la alimentación de un conejar, el cuál es complementado con alimento comercial durante la época de secas.

Estas prácticas han llevado a un cambio de planteamiento de cómo hacer más rentable la producción de la granja, de pensar en tener más litros de leche y cabritos por cabra, a que con los mismos recursos, tratar de obtener un adecuado nivel productivo por parte de las cabras y obtener otro tipo de alimentos como lo son: la leche de vaca y sus derivados, carne de res y de cordero, huevo y carne de ave, carne de conejo, etc.

Los grupos genéticos seleccionados para esta granja fueron la Toggenburg y la Alpina, debido principalmente por su habilidad lechera.

### **Personal**

Las tres personas que laboran oficialmente en la granja, así como la familia, además de obtener un salario digno por su trabajo, participan en cursos de capacitación y de superación personal, así como en el consumo de todos los productos obtenidos en la misma, ya que para nosotros es el principal y más importante recurso con el que contamos.

### **Control de la producción**

Todos los datos productivos son capturados y analizados mediante un programa basado en Excel con macros de una tesis de licenciatura de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, específicamente para caprinos. Los datos reproductivos y de crecimiento se analizan utilizando el programa Excel.

Al analizar los datos periódicamente se toman decisiones administrativas tanto semanalmente como mensual y anual, realizando programas de trabajo con la misma frecuencia y realizando los cambios pertinentes basados en datos.

Con el trabajo llevado a cabo a lo largo de 12 años, podemos mencionar que la producción caprina es un negocio digno y rentable de producción de alimentos para el hombre, donde se han roto paradigmas de la producción de cabras.

### **Referencias**

García Barrios R. El Desarrollo Sustentable: el caos que emergió del nuevo orden “cooperativo”. En: García Barrios R, Tejera Hernández B, Appendini K. Instituciones y desarrollo. Ensayos sobre la complejidad del campo Mexicano. Cuernavaca: UNAM, CRIM; El Colegio de México; Universidad Autónoma Chapingo; 2008. p. 33-64.

## PONENCIAS MAGISTRALES

# A 13 años de investigación en alternativas de suplementación a caprinos en las regiones semiáridas de México

Hector Mario Andrade-Montemayor<sup>1\*</sup>, Juan Carlos Silva-Jarquim<sup>1,2</sup>, Liliana Rojas-Gonzales<sup>1,3</sup>, Alma Violeeta Cordova-Torres<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Cuerpo Académico de Morfofisiología Animal, Licenciatura en Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Querétaro, México

<sup>2</sup> Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Querétaro, México

<sup>3</sup> Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Querétaro, México

## Resumen

Se resumen 13 años de investigación en forrajes regionales alternativos propuestos como alternativas alimenticias o suplementos para caprinos en semiárido Mexicano, se evaluaron diferentes Nopales (*Opuntias* spp.) tanto cultivados como silvestres, vainas de mezquite (*Prosopis* spp.), además hojas de mezquite y vainas de Huizache (*Acacias* spp.), la evaluación consideró el contenido nutrimental, digestibilidad y degradabilidad, así como el contenido de factores antinutricionales, de acuerdo a esto y por su disponibilidad se consideraron como alternativas viales, la vaina de mezquite y el nopal. Posteriormente se realizó una evaluación del uso de estas alternativas en el consumo de agua, materia seca y nutrientes, conversión alimenticia, ganancia de peso, producción y composición de la leche, bajo sistemas intensivos de producción en niveles de sustitución de 40% de la MS ofrecida, y finalmente se evaluó estos suplemento pero bajo condiciones de pastoreo en un nivel del 50% de la suplementación. Los resultados indicaron

que el nopal por su composición es principalmente una excelente fuente de agua, elemento que presenta la primera deficiencia en estas regiones, por otra parte presenta un contenido de proteína similar al maíz, elevada degradabilidad, contenido de energía superior a los ensilados (1,55 Mcal EN7 kg de MS), elevada contenido de minerales en especial Ca. La vaina de mezquite, presenta también elevada degradabilidad, pero digestibilidades de 65 a 67% tanto de MS como de PC, contenidos de PC del 12%, contenidos EN de 1,7 Mcal 7kgde MS, pero variable contenido de factores antinutricionales, que en algunos casos pueden ser antiparasitarios como los taninos, la degradabilidad de su proteína elevada que puede ser reducida con el tostado o hervido, por su contenido de MS puede ser almacenado y utilizado en la época de sequía. En cuanto el comportamiento productivos con el uso de estos suplementos, observamos que el nopal pudo reducir el consumo de agua de bebida, pero debido a su elevado contenido de agua el consumo de agua fue mayor

con el uso del suplemento, no existieron diferencias en la producción y coposición, el contenido de Ácidos grasos poliinsaturados en mayor sobre todo de Ac. Linolenico con el uso del suplemento y en especial con la vaina de mezquite, no se afectaron las ganancias de peso, ni la conversión alimenticia, pero en costo de litro de leche por día fue menor, siendo similar los resultados en animales en estabulación, como en pastoreo. Por lo que se concluye que el uso de estos suplementos en las regiones semiáridas es viable y permite producciones adecuadas, siendo una buena alternativa para productores de estas regiones.

**Palabras clave:** Nopal. Vaina de Mezquite. Suplementación. Cabras. Semiárido.

## Introducción

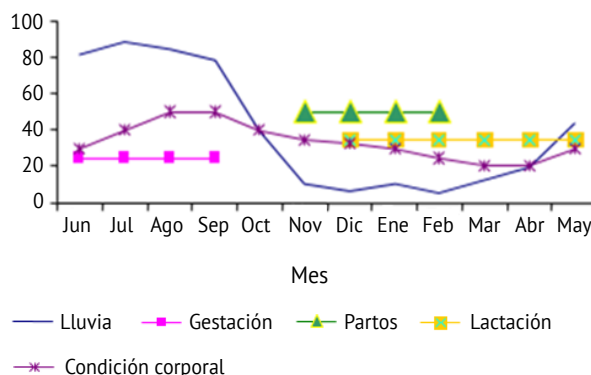
Uno de los principales objetivos de la línea de investigación que hemos desarrollado en los últimos 13 años, es el evaluar algunos de los recursos regionales como alternativas de suplementación para pequeños rumiantes en las regiones semiáridas de México, Áreas en donde el promedio de precipitación pluvial es menor que las pérdidas potenciales de humedad a través de la evaporación y la transpiración (UNEP, 1992).

En México presentan una precipitación pluvial estacional y errática, de 250 a 500 mm al año, ubicada en una época definida (invierno y primavera). La vegetación consiste en arbustivas (muchas de estas leguminosas), abundancia de cactáceas y gramíneas (Mainguet, 1999). Siendo a la ganadería el principal recurso económico de estas regiones, y la cabra un animal predominante, lo cual se debe debido a sus hábitos de consumo (oportunistas) y capacidad de adaptación a regiones con reducida precipitación pluvial, y pobre disponibilidad de agua.

El 65% del territorio mexicano (1,28 millones de km<sup>2</sup>), es árido o semiárido, ubicados principalmente en el centro y norte del país, zona donde vive cerca del 50% de la población y aproximadamente el 80% de la población caprina (8,9 millones de cabezas) (Echevarría et al., 2006; FAO, 2013).

El comportamiento reproductivo de la cabra es estacional, lo cual depende del fotoperiodo y posiblemente de algunos otros factores ambientales,

como la disponibilidad de alimentos, existiendo una estrecha relación y dependencia entre la presencia de lluvias, la disponibilidad de alimentos, el inicio de la actividad reproductiva y la producción (FIRA, 1999; Malpoux, 2005). En el hemisferio norte como es el caso de México, la actividad reproductiva se presenta en los meses de julio a diciembre, época en la que la presencia de lluvias permite una adecuada producción de forrajes y una buena respuesta reproductiva, sin embargo, los partos se presentan de noviembre a mayo, en donde la ausencia de lluvias y la reducida y estacional producción de alimentos, tiene como consecuencia una reducida productividad animal, pobres tasa de fertilidad y nacimientos, así como elevada mortalidad (Figura 1) (Andrade-Montemayor et al., 2011).



**Figura 1** - Relación entre la precipitación pluvial y la producción forrajera, con la estación reproductiva y de partos en caprinos del centro de México (Andrade-Montemayor et al., 2011).

Una forma de resolver este tipo de problemas es por medio del establecimiento de programas estratégicos de suplementación, con productos regionales alternativos, que sean disponibles en la época de deficiencia de alimentos y que presenten producciones suficientes para apoyar la alimentación con adecuadas características nutricionales.

## Suplementación estratégica

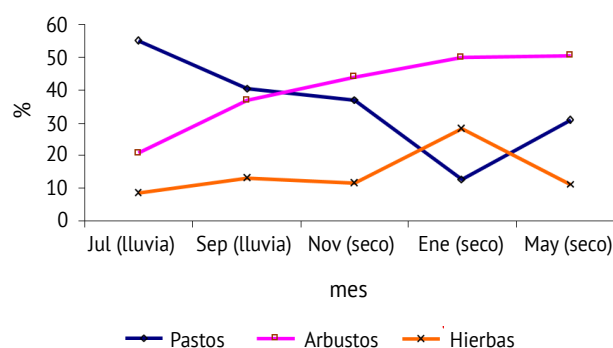
Este sistema consiste en proporcionar un suplemento alimenticio en los momentos en que el animal presenta una mayor demanda, por ejemplo,

próximas y recién paridas, inicio de actividad reproductiva y el destete, la cantidad y tipo debe ser acorde a la necesidad y producción estacional, por lo tanto, debe presentar ciertas características como: producirse durante todo el año o en los momentos de escasez, presentar buenas características de almacenamiento y conservación, ser de preferencia producido en la región, evitando de esta forma la dependencia en su compra y la modificación en los precios de venta, presentar características alimenticias adecuadas en cuanto a su composición química, como en su digestibilidad y degradabilidad ruminal. Por lo tanto, en el presente trabajo partimos del análisis de los hábitos de consumo y la composición de la dieta de caprinos en pastoreo en el semidesierto, como base para establecer un programa de suplementación estratégica y se presentan los resultados de investigación de nuestro equipo de trabajo en los últimos 13 años, en donde se ha caracterizado tanto *in vitro* como *in vivo*, diversas alternativas regionales que por sus características se pueden considerar como alternativas de suplementación estratégica en la región del centro de México, teniendo en cuenta que en cada región se debería de evaluar los recursos regionales con los que cuenten los productores de esas regiones.

### Hábitos de consumo y composición de la dieta de caprinos en el semiárido

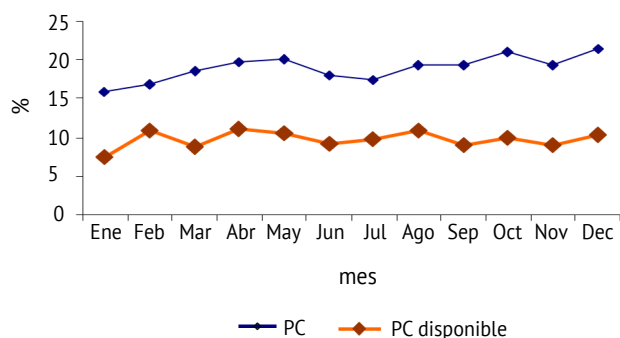
Existe suficiente información que indica que las cabras son animales forrajeros oportunistas y pueden seleccionar y mantener dietas de buena calidad en diversas condiciones (Ramírez y Ledezma-Torres, 1997; Ramírez, 1999; Ramírez et al., 2000), lo que le permite sobrevivir en regiones extremas como las semiáridas en las que otras especies difícilmente sobrevivirían. El forraje existente en estas regiones consiste en arbustivas, algunos pastizales nativos y cactáceas; la época de lluvias es de tan solo cuatro a cinco meses, por lo que es importante conocer la composición botánica y nutricional de la dieta seleccionada por los caprinos durante el año, permitiéndonos realizar programas de suplementación estratégica, que consientan un incremento en la productividad.

En las Figuras 2 a 4 se observa el comportamiento selectivo de caprinos manejados en un sistema de pastoreo extensivo en la región semiárida Jalisco, México (Figura 2), el contenido de proteína cruda (PC) y su disponibilidad durante el año en el noreste de México (Figura 3) y el consumo de materia orgánica digestible (MO) y materia seca (MS) en el noreste de México (Figura 4) (Luna et al., 1988; Ramírez, 1999); se observa la variación estacional en la selección de la dieta, al igual que en diversos estudios en diferentes partes del mundo (Huston, 1978; Devendra, 1982; Louca, 1982; Pfister y Malechek, 1986; Ramírez, 1999; Cerrillo, 2006; Ramírez-Orduña et al., 2008).

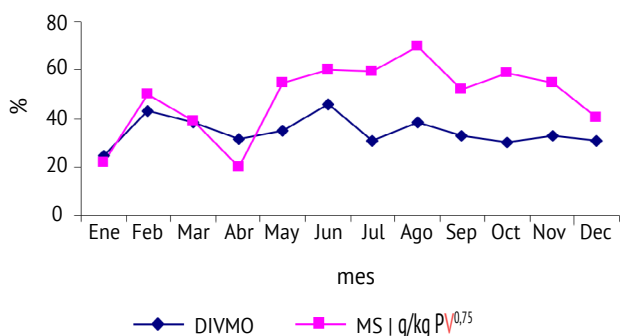


**Figura 2** - Composición botánica (%) de la dieta de cabras durante un año en Jalisco, México (Luna et al., 1988).

Por lo que se concluye que la cabra es un animal que puede llegar a preferir más del 50% de su dieta en arbustivas, sin embargo, de acuerdo a la disponibilidad y calidad del forraje presente puede variar esa preferencia en forma estacional (Luna et al., 1988), de esta forma en la época de lluvias las gramíneas pueden ser las que tienen un mayor consumo, disminuyendo en la época de sequía en donde se incrementa el consumo de arbustivas, sin embargo el contenido de PC es elevado o medio en cuanto a la disponibilidad de la proteína (PC-FDA) pero muy similar durante el año, siendo consecuencia de la selección, así como el elevado contenido de MO digestible en la ración, pero el consumo de MS es reducido (35 a 40g/ kg de peso 0,75) por lo que es necesario suplementar durante la época de partos y producción láctea (Figuras 2,3 y 4).



**Figura 3** - Constenido de proteína cruda y disponible en dietas de cabras pastoreando en noreste de México (Ramírez et al., 1991).



**Figura 4** - Consumo de materia seca (g/kg PV<sup>0,75</sup>) y digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) de cabras pastoreando en un agostadero en el noreste de México (Ramírez et al., 1991).

La variación estacional en la composición botánica de la dieta produce una variación estacional en su composición nutricional (Figura 3 y 4). Sin embargo, el consumo de arbustivas leguminosas y no leguminosas puede llegar a ser de 50 a 60% incrementándose en la época de sequía, y el consumo de pastos y herbáceas se incrementan en la época de lluvias (Schacht and Malechek, 1990; Ramírez et al., 1991; Guim et al., 2007; Ramírez-Orduña et al., 2008). El contenido de proteína cruda/kg de MS presentó una media anual de 14,2% variando en los diferentes periodos de colección y siendo menor en la primavera y el verano por la disminución en el consumo de arbustivas y arbóreas, sin embargo la asociación del apC con la FDA permite que solo se puede considerar 11% de la proteína/kg de MS como PC disponible, debido a esto y el reducido consumo es importante el establecimiento de programas

de suplementación estratégica con productos regionales, que presenten como características:

1 - Disponibilidad en la región durante la mayor parte del año, o suficiente producción para permitir su almacenamiento y disponibilidad anual, principalmente en la época de deficiencias. Lo que implica que sean forrajes que requieran poca agua y eviten las pérdidas de esta.

2 - Aportar los nutrientes deficitarios para complementar y apoyar la dieta de los caprinos de estas regiones, tales como fuentes de nitrógeno, carbohidratos no estructurales, minerales y agua.

3 - Presentarse en la época de mayor demanda productiva, al considerarse como un sistema de suplementación estratégica, siendo las épocas importantes en el momento del inicio de la actividad reproductiva, en el parto y al menos al inicio de la lactancia, siendo estas dos últimas la de mayor demanda nutricional y que coinciden con el momento de menor disponibilidad alimenticia.

## Estrategias de adaptación

De acuerdo a la disponibilidad de alimento la cabra realiza una selección del material de mayor calidad para cubrir parte de sus necesidades, sin embargo, durante una parte del año, en especial en la época de sequía no puede cubrir sus necesidades nutricionales, la época de partos y producción láctea se presentan en el momento en que la disponibilidad de alimentos es reducida. En ese sentido, las cabras presentan algunos elementos de adaptación que les permiten sobrevivir aún bajo condiciones extremas. Silanikove (2000), menciona que las cabras nativas del desierto como la Black Bedouin son más eficientes en el aprovechamiento de alimentos con elevadas cantidades de fibra de mala calidad, además de mencionar que el metabolismo energético de estas es menor que el que se predice por su masa corporal. Por otra parte, estos animales son capaces de mantener su peso corporal estable aún con una reducción en el consumo del 50%, disminuyendo la producción de calor en ayuno en un 53% y adaptarse a un bajo consumo de energía disminuyendo el metabolismo energético, lo cual puede ser común en animales expuestos a grandes periodos de sequía (Silanikove, 2000).



Por otro lado, las cabras nativas de las regiones semiáridas son capaces de consumir arbustos ricos en taninos y lignina (compuestos fenólicos) por lo que, bajo condiciones del semiárido la cabra presenta una mayor capacidad de adaptación que otros rumiantes.

### **Nopal, Palma Forrageira o Chumbera (*Opuntias* spp.) como suplemento estratégico**

Desde tiempos pre-hispánicos las *Opuntias* jugaron un papel importante en la cultura mexicana, siendo una parte importante en la economía agrícola y en la dieta de los antiguos mexicanos, y jugaron un rol importante en el imperio azteca, siendo junto con el maíz (*Zea mays*), el amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) y el agave (*Agave* spp.) los principales cultivos de ese imperio (Betancourt-Dominguez et al., 2006). Las *Opuntias* se encuentran distribuidas en diversos países y en todos los continentes; existen más de 300 especies del género *Opuntia* y cerca de 104 especies y variedades en México. Las *Opuntias* se consideran como una buena alternativa forrajera, pueden llegar a producir más de 10 ton de materia seca/ha, ya que son muy eficientes en la conversión de agua a materia seca, y a energía digestible, los cactus son resistentes a las sequías, su generación de biomasa por unidad de agua es tres veces mayor que las plantas C4 y cinco veces más que las C3, en condiciones óptimas, los diferentes tipos de plantas pueden producir cantidades similares de materia seca por superficie, pero bajo condiciones áridas o semiáridas, las plantas CAM son superiores a las C3 y C4. Las *Opuntias* se han utilizado como fuente de energía y agua para el ganado en época de sequía, en general se combina con otros alimentos ya que el contenido de materia seca (MS) (10 - 15%) y proteína es reducido (6 - 9%), sin embargo, presenta un buen contenido de carbohidratos (30 - 40%) y minerales (25% en donde el calcio supera el 3%). Se estima que en el mundo existen 900 mil ha de *Opuntias* como productoras de forraje, y se han utilizado para prevenir la erosión y para el combate de la desertificación, debido a su crecimiento en suelos degradados y adaptación, presentando gran capacidad de sobrevivencia y producción en

regiones con escasa y errática precipitación pluvial y elevada temperatura. Los cactus contribuyen en el mejoramiento del nivel de vida de las poblaciones de las regiones semiáridas o áridas del mundo. En el norte de África se utiliza como alimento para ganado, o como su fruto para el consumo humano, al igual en el Asia Oriental (Jordania, Pakistán and Siria) se planta para uso animal, de la misma forma en países tales como Brasil, Marruecos, México, Sudáfrica y Túnez entre otros se proporciona como suplemento de emergencia en periodos de Sequía; en México son una excelente fuente de alimento para la población, usando los Cladodios de muy variadas formas y su fruto.

En general los cladodeos de *Opuntias* presentan un elevado contenido de agua (85 a 94% de agua), bajo contenido de proteína (6 a 8%), elevado contenido de minerales (15 a 25%) (Ben Salem y Smith, 2008; Cordova-Torres et al., 2009; Costa et al., 2009). En la Tabla 1 se presentan los resultados de nuestro laboratorio sobre el efecto del tamaño de la penca de *Opuntia ficus indica* var. Copena en su composición nutricional, esta evaluación se realizó con la finalidad de caracterizar los cladodeos no utilizados para consumo humano, sean usados como suplemento en animales. En algunos países los granjeros los consideran a las *Opuntias* como una buena fuente de agua (Ben Salem y Smith, 2008; Costa et al., 2009). La gran variabilidad que presentan las *Opuntias* en su composición, aun siendo la misma especie, es importante, siendo común el elevado contenido de humedad, y minerales, y el reducido contenido de proteína. Sin embargo, el contenido de carbohidratos no fibrosos es de 25 al 30%, lo cual lo convierte en una adecuada fuente de fibra. En esos términos, toman relevancia el contenido de agua y minerales, además de la posibilidad contar con este alimento en cualquier época del año, y en especial en la época de menor producción forrajera.

Así mismo, existen 300 especies del genero *Opuntia*, y 104 de estas se encuentran en México (Reynolds et al., 2001). Algunas de estas pueden ser consideradas como alternativa al uso de *Opuntia ficus indica*, al no presentar un valor comercial y presentar mejores características de adaptación a su región de origen, por lo que se realizó un estudio con la finalidad de caracterizarlo nutricionalmente.

**Tabla 1** - Composición nutricional de la *Opuntia ficus indica* de diferentes tamaños y edades (resultados de nuestro equipo de trabajo)

Autor	Variiedad	MS	MO	PC	FDN	FDA	PC-FDA	Cenizas
Cordova-Torres et al. (2009)	<i>O. ficus-indica</i> var. <i>Copena (small)</i>	16,5	86,6	4,55	35,85	20,23	1,36	13,39
Cordova-Torres et al. (2009)	<i>O. ficus-indica</i> var. <i>Copena (medium)</i>	15,47	83,54	5,22	39,63	21,33	1,76	16,45
Villegas-Díaz et al. (2007)	<i>O. ficus-indica (small)</i>	8,33	76,3	7,7	36,8	11,8	0,23	23,7
Villegas-Díaz et al. (2007)	<i>O. ficus-indica (medium)</i>	9,70	75,2	5,8	44,9	17,8	0,43	24,8
Villegas-Díaz et al. (2007)	<i>O. ficus-indica (big)</i>	10,28	74,4	5,9	43,5	16,0	0,30	25,5

**Tabla 2** - Composición química de cinco variedades de Opuntias Mexicanas resultados de nuestro equipo (Cordova-Torres et al.,2015)

	<i>O. megacantha</i>	<i>O. hyptiacantha</i>	<i>O. robusta</i>	<i>O. streptacantha</i>	<i>O. ficus indica</i>	EE $\pm$ <sup>1</sup>	Sig. <sup>2</sup>
MS	12,15 <sup>b</sup>	13,76 <sup>b</sup>	12,61 <sup>b</sup>	10,93 <sup>ab</sup>	7,81 <sup>a</sup>	1,630	*
M,Organica	83,51 <sup>a</sup>	80,26 <sup>b</sup>	82,22 <sup>c</sup>	83,26 <sup>d</sup>	74,90 <sup>e</sup>	0,110	***
FDN	47,75 <sup>ab</sup>	51,06 <sup>bc</sup>	54,25 <sup>c</sup>	48,29 <sup>a</sup>	45,98 <sup>a</sup>	1,590	**
FDA	18,39 <sup>a</sup>	23,00 <sup>b</sup>	20,27 <sup>abc</sup>	18,78 <sup>ac</sup>	28,74 <sup>d</sup>	1,550	***
PC	4,49 <sup>a</sup>	5,97 <sup>b</sup>	7,23 <sup>c</sup>	4,85 <sup>d</sup>	6,89 <sup>e</sup>	0,110	***
Lignina	1,25	2,01	2,12	1,47	2,54	0,550	NS
PC-FDN (%PC)	4,21	4,26	5,26	4,17	3,94	1,270	NS
PC-FDA (%CP)	1,83	1,63	1,58	0,06	3,00	0,970	NS
Cenizas	16,48 <sup>a</sup>	19,73 <sup>b</sup>	17,77 <sup>c</sup>	16,73 <sup>d</sup>	25,09 <sup>e</sup>	0,110	***
Ca(%)	2,92 <sup>a</sup>	4,78 <sup>b</sup>	2,77 <sup>a</sup>	3,45 <sup>c</sup>	5,26 <sup>d</sup>	0,100	***
P(%)	0,22 <sup>a</sup>	0,30 <sup>b</sup>	0,26 <sup>ab</sup>	0,23 <sup>a</sup>	0,21 <sup>a</sup>	0,010	*
Mg(%)	1,43 <sup>a</sup>	1,65 <sup>b</sup>	1,71 <sup>b</sup>	1,52 <sup>abd</sup>	1,27 <sup>c</sup>	0,050	**
Na(%)	0,05 <sup>a</sup>	0,04 <sup>b</sup>	0,04 <sup>bc</sup>	0,04 <sup>bc</sup>	0,05 <sup>a</sup>	0,003	**
K(%)	1,87 <sup>a</sup>	1,63 <sup>a</sup>	2,51 <sup>ab</sup>	1,20 <sup>ac</sup>	1,90 <sup>a</sup>	0,250	*
Fe (ppm)	70,14 <sup>a</sup>	62,81 <sup>b</sup>	47,62 <sup>c</sup>	62,52 <sup>b</sup>	43,37 <sup>c</sup>	1,470	***
Mn (ppm)	470,91 <sup>a</sup>	103,13 <sup>b</sup>	131,13 <sup>b</sup>	469,06 <sup>a</sup>	294,58 <sup>c</sup>	11,750	***
Zn (ppm)	16,16 <sup>a</sup>	9,70 <sup>b</sup>	15,16 <sup>a</sup>	18,91 <sup>a</sup>	25,66 <sup>c</sup>	1,240	***
Cu (ppm)	5,09 <sup>a</sup>	4,30 <sup>a</sup>	4,34 <sup>a</sup>	5,01 <sup>a</sup>	8,29 <sup>b</sup>	0,250	***
Mo (ppm)	15,56 <sup>a</sup>	14,88 <sup>b</sup>	14,90 <sup>b</sup>	15,29 <sup>ab</sup>	15,50 <sup>a</sup>	0,150	*
Se (ppb)	86,49 <sup>a</sup>		40,95 <sup>b</sup>	51,54 <sup>c</sup>	107,84 <sup>d</sup>	1,790	***
Co (ppb)	102,97 <sup>a</sup>		42,55 <sup>b</sup>	95,21 <sup>c</sup>	55,02 <sup>d</sup>	2,210	***

Nota: <sup>1</sup> Error estándar de la media. <sup>2</sup> NS: no significativo ( $p > 0,05$ ), diferencias a \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

En la Tabla 2 se presentan algunos de los resultados en los que se compara la composición química nutricional de la *Opuntia ficus indica* vs cuatro variedades de *Opuntias silvestres* con potencial de uso. Existe una importante variación en el contenido nutricional entre especies, sin embargo, los elementos generales y comunes

son: un bajo contenido de materia seca (MS) (7,8 a 13,7%), elevado contenido de cenizas (16,48 a 25,09% de la MS) y fibra en detergente neutro (FDN) (45 a 54% de la MS), bajo contenido de proteína cruda (PC)(4,43 a 7,2% de la MS), de la cual un porcentaje elevado se encuentra unida al de FDN y fibra en detergente ácido (FDA) lo que

podría limitar su degradación. Por otra parte, presenta un elevado contenido de Ca (2,9 a 5,2% of the DM) y bajo contenido de fósforo (Villegas et al., 2008; Cordova-Torres et al., 2009), lo que coincide con lo observado por Kawas et al. (2010).

Ahora bien, es importante el reducido contenido de Se (40 a 107 ppb) y de Co (42 a 102 ppb), lo cual puede deberse a deficiencias de estos minerales en la región en donde fue cosechado (Colon, Querétaro, México). Sin embargo, al parecer la disponibilidad del calcio en la *Opuntia ficus indica* es reducida, debido al elevado contenido de oxalatos (Rekik et al., 2010).

### Efecto de la suplementación de *Opuntias* en el consumo de agua y material seca, digestibilidad *in vivo* y degradabilidad *in situ* e *in vitro* de la MS y FDN

Se han realizado diversos estudios evaluando el consumo y digestibilidad de las raciones con la suplementación de *Opuntias*, tanto en ovinos como en caprinos, en los que se observa que la suplementación con *Opuntias* incrementa el consumo de alimento pero se disminuye el consumo de agua de bebida al incrementarse la cantidad de agua consumida por medio de la *Opuntia* (Tegenge et al., 2007; Costa et al., 2009). Debido a lo anterior, en algunos países las *Opuntias* se consideran principalmente como fuente de agua; en ese sentido, Ben Salem y Smith (2008) mostraron que borregos adultos pueden cubrir sus requerimientos de agua consumiendo 300 g de materia seca de caldodeos de *Opuntias* frescos (4 a 4,5 kg caldodeos frescos). En cuanto a materia orgánica, fracciones fibrosa (FDN), PC y carbohidratos no fibrosos el contenido y la digestibilidad es muy variable.

En nuestro laboratorio hemos evaluado la composición de la penca diversas *Opuntias* de acuerdo a su grado de madurez y especie (Tablas 1 y 2) así como su digestibilidad (Tabla 3). La degradabilidad ruminal de la MS, PC de la *Opuntia ficus indica* de acuerdo a su madurez se pueden observar en las tablas 7 respectivamente.

La evaluación de la digestibilidad *in vivo* de la MS, MO, PC, y NDF (Tabla 4) se realizó con raciones en las que se substituyó el 20% de la materia seca por cladodeos de *O.ficus-indica* grandes o pequeños en

comparación con la ración control (sin cladodeos), las raciones fueron isoenergéticas e isoproteicas y se observó un incremento en la digestibilidad de la PC y de la MO en las que contenían 20% de cladodeos, siendo superior en las que contenían cladodeos grandes (Cordova-Torres et al., 2009).

**Tabla 3** - Efecto del tamaño del cladodeo de *Opuntia ficus indica* var. *Copena* en la digestibilidad *In situ* en caprinos (Cordova-Torres et al., 2009)

	Control <sup>1</sup>	Cladodeo pequeño <sup>2</sup>	Cladodeo grande <sup>3</sup>	EE ± <sup>4</sup>	Sig. <sup>5</sup>
MS <sup>6</sup>	57,20	59,26	61,77	1,20	NS
MO	63,23 <sup>a</sup>	64,32 <sup>a</sup>	67,67 <sup>b</sup>	1,20	***
PC	56,67 <sup>a</sup>	49,28 <sup>b</sup>	57,51 <sup>a</sup>	1,99	*
FDN	45,27	44,65	47,89	1,68	NS
FDA	43,22	41,62	45,24	1,94	NS

Nota: MS = materia seca; MO = materia orgánica; PC = proteína cruda; FDN = fibra en detergente neutro. <sup>1</sup>Dieta control (88,97 MS, 7,56 PC; 53% FDN); <sup>2,3</sup>Dieta con 20% de Cladodeo pequeño o grande y 80% de la dieta control, dietas isoproteicas e isoenergéticas; <sup>4</sup>Erro estandar; <sup>5</sup>Sig = NS: p > 0,05; \* p < 0,05; \*\*\* p < 0,001).

En otro trabajo de nuestro equipo (Villegas et al., 2008), se observó que la degradación efectiva de la MS fue mayor (p < 0,05) con la penca chica y fue similar entre la penca mediana y la grande (Tabla 4). La penca chica presentó un mayor contenido de elementos solubles (a) y que la penca mediana presentaba un mayor contenido de material de baja degradación, sin embargo, la tasa de degradación (c) fue similar (p > 0,05). Es importante observar que al ajustar la degradación a diversas tasas de paso (kp) la degradación efectiva disminuía en forma similar con valores cercanos al 60%, presentando la penca chica una mayor degradación.

La degradación ruminal de la PC (Tabla 4) presentó resultados similares a la degradación de la MS, el chico presenta una fracción de proteína soluble (a) y potencialmente degradable mayor, siendo similar la degradación potencial de la PC entre la penca mediana y penca grande (p > 0,05). Sin embargo, en este caso, al ajustar la degradación

a diferentes tasas de paso ( $k_p$ : 0,04; 0,06; 0,08), la degradación efectiva de la PC de la penca chica, es probable que la degradación de la PC se reduzca de esta forma por ser importante el contenido de PC unido a la FDN.

La degradabilidad *in vitro* de la MS de los cactus silvestres evaluados fue similar en todos los casos

valores de degradación efectiva (*in vitro*) de la MS similares a los obtenidos con *O. ficus indica* (45 a 49%), y en todos los casos, la tasa de degradación fue elevada (0,21 a 0,67), teniendo como consecuencia una degradación potencial similar a la degradación efectiva, siendo en los dos casos similar y cercana al 50%.

**Tabla 4** - Parámetros de cinética de la degradación de la materia seca (MS) y proteína cruda (PC) de penca de nopal con diferentes tamaños o madurez

Degradabilidad de la MS		Deg, Potencial <sup>1</sup>			Deg, Efectiva <sup>2</sup>			R <sup>2</sup>	EM
Tamaño de penca	a	b	c	a + b	Kp = 0,04	Kp = 0,06	Kp = 0,08		
P. chica	42,16 <sup>a</sup>	55,27 <sup>a</sup>	0,027 <sup>a</sup>	97,43 <sup>a</sup>	64,43 <sup>a</sup>	59,31 <sup>a</sup>	56,10 <sup>a</sup>	79,80	6,55
P. mediana	35,1 <sup>b</sup>	64,70 <sup>b</sup>	0,019 <sup>a</sup>	99,8 <sup>a</sup>	55,93 <sup>b</sup>	50,66 <sup>b</sup>	47,51 <sup>b</sup>	89,23	4,15
P. grande	35,16 <sup>b</sup>	53,02 <sup>a</sup>	0,033 <sup>a</sup>	88,18 <sup>b</sup>	59,12 <sup>b</sup>	53,97 <sup>b</sup>	50,64 <sup>b</sup>	72,06	6,48
Sig	**	**	NS	***	***	**	**		

Degradabilidad de la PC		Deg, Potencial <sup>1</sup>			Deg, Efectiva <sup>2</sup>			R <sup>2</sup>	EM
Tamaño de penca	a	b	c	a + b	Kp = 0,04	Kp = 0,06	Kp = 0,08		
Nopal Chico	20,89a	85,03a	0,02a	105,92 a	49,23 <sup>a</sup>	42,14 <sup>a</sup>	37,89 <sup>a</sup>	82,6	11,86
Nopal Mediano	12,96b	51,61b	0,29b	64,57 b	58,31b	55,72b	53,41b	72,7	15,93
Nopal Grande	11,12b	54,45c	0,21c	65,57 b	56,85b	53,47b	50,54b	73,8	11,03
Sig	**	***	***	**	**	**	**		

Nota: a = fracción soluble y de rápida degradación (%); b = fracción potencialmente degradable; c = tasa fraccional de degradación. <sup>1</sup> Deg, Potencial = a + b; <sup>2</sup> Deg, Efectiva = a + b (c/c+kp), Kp = tasa fraccional de paso (0,06/h); Sig = significancia; NS = no significativa (p > 0,05). \*\*\* = p < 0,001.

**Tabla 5** - Efecto de la suplementación con *Opuntia ficus indica* var. *Copena* en el consume de agua (de bebida y del alimento y producción de orina en cabras Nubias (Cordova-Torres et al., 2009)

	Control	Pch	Pgr	EE ± <sup>1</sup>	Sig. <sup>2</sup>
Consumo de agua fresca (ml)/	1907,2a	1644,3 <sup>a</sup>	1420,7 <sup>b</sup>	107,5	***
Consumo de H <sub>2</sub> O <sup>1</sup> total (ml/d)	2030,19 <sup>a</sup>	2946,31 <sup>b</sup>	2696,68 <sup>c</sup>	107,5	***
Orina ml/d	743,07 <sup>a</sup>	1161,64 <sup>b</sup>	1228,03 <sup>b</sup>	56,1	***
Consumo de agua fresca (ml)/kg PV <sup>0,75</sup>	113,48 <sup>a</sup>	97,41 <sup>a</sup>	80,44 <sup>b</sup>	6,2	**
Consumo de H <sub>2</sub> O total (ml/kg de PV <sup>0,75</sup> )	120,66 <sup>a</sup>	174,24 <sup>b</sup>	152,57 <sup>c</sup>	6,5	***
Orina (ml/kg de PV <sup>0,75</sup> )	44,34 <sup>a</sup>	71,87 <sup>b</sup>	69,71 <sup>c</sup>	3,8	***

Nota: <sup>1</sup> Agua de bebida y consumida en el alimento.

En la Tabla 5 se observa el efecto de la suplementación con *Opuntias* en el consumo de agua de bebida y el consumo total que considera el agua de bebida y el agua contenida en el alimento, así como la producción de orina. Los

resultados indicaron que la suplementación con *Opuntias* reduce el consumo de agua de bebida al incrementar el consumo de agua total, por el elevado contenido de agua en esta cactácea; por otra parte se incrementa la producción de orina en

forma significativa. Esta información coincide con la que presenta Costa et al. (2009), en donde los animales llegaron a reducir su consumo de agua de bebida en forma importante, por lo que esta cactácea puede ser considerada como una fuente de agua, en especial en regiones en que la escasez de este líquido es importante.

En la Tabla 6 se puede observar el efecto del consumo de *Opuntias* en el balance de nitrógeno, en donde no presentó ningún efecto en el nitrógeno excretado en heces y orina, pero sí en lo consumido al tener un reducido contenido de proteína, lo cual se reflejó en una breve reducción en el balance de nitrógeno.

**Tabla 6** - Efecto del consumo de Cladodeos de *Opuntia ficus indica* var. *Copena* (Cordova-Torres et al., 2009)

	Control	Pch	Pgr.	EE $\pm$ 1	Sig <sup>2</sup>
N consumido	12,73 <sup>a</sup>	11,40 <sup>b</sup>	12,100 <sup>c</sup>	0,100	***
N en Heces	4,81	5,72	4,980	0,300	NS
N en orina	3,13	3,23	3,340	0,200	NS
Balance de nitrógeno	4,78 <sup>a</sup>	2,44 <sup>b</sup>	3,770 <sup>a</sup>	0,300	***
N consumido (g/kg de pv <sup>0,75</sup> por día),	0,74 <sup>a</sup>	0,67 <sup>b</sup>	0,680 <sup>c</sup>	0,060	***
N en orina (g/kg de pv <sup>0,75</sup> por día),	0,18	0,19	0,190	0,008	NS

### Mezquite, Algarrobo (*Prosopis laevigata*) como suplemento

Esta leguminosa arbórea se encuentra presente en la mayor parte de las regiones semiáridas del mundo, existiendo más de 50 géneros; en América al menos se encuentran 42 y presenta una distribución que va desde Estados Unidos hasta la Patagonia, siendo importantes el *P. laevigata* en México, *P. glandulosa* en USA y México, *P. juliflora* en norte de Sudamérica, Antillas, Centro América y México, *P. flexuosa* en Bolivia, Chile y Argentina, *P. rubiflora* en Brasil y Paraguay, además de existir una variedad importante en África (*P. africana*) y las regiones mediterráneas, tales como Grecia, Israel, Chipre, Argelia y Túnez, o en países como Afganistán (Palacios et al., 2000). Sin embargo, en América se consideran dos grandes centros de desarrollo el norteamericano (México y Texas) y el sudamericano (Argentina, Paraguay y Chile) (INE, 2008). En México existen *P. articulata*, *P. tamaulipana*, *P. palmeri*, *P. reptans*, *P. vetulina*, *P. juliflora*, *P. laevigata*, *P. glandulosa* (CNZA, 1994). El *P. laevigata* es el de mayor difusión, encontrándose en las regiones centro y sur del país, en ambientes muy diversos que van desde los subhúmedos hasta áreas con precipitaciones de 300 mm anuales o menos.

En México, existen cerca de 4 millones de hectáreas de Mezquite (*Prosopis* spp.) distribuidos principalmente en las regiones semiáridas y áridas del país, la producción estimada es de 4,5 ton/ha (Rodríguez-Franco y Maldonado, 1996), el periodo de cosecha de la vaina en México es en los meses de julio hasta septiembre.

La producción de vaina es muy variable (2 a 10,5 kg/árbol), siendo posible producciones superiores a los 6000/kg/ha/año. La vaina presenta un contenido de CP variable que va de 10 a 18% (Valencia et al., 2007).

Las semillas de leguminosas presentan un contenido elevado de proteínas solubles y degradables, lo que puede resultar en una pérdida innecesaria de nitrógeno en rumen (Yu et al., 2002). Esto, aunado a un elevado contenido de factores antinutricios que presentan las semillas de leguminosas, pueden reducir la disponibilidad y digestibilidad de nutrientes en la ración (Alegría-Ríos et al., 2007; Andrade-Montemayor et al., 2008a, b). Los tratamientos térmicos sobre las semillas de leguminosas, han demostrado ser eficientes en la reducción de la degradación de la PC, traduciéndose en una mayor eficiencia en la utilización del N en ovinos y bovinos (Goelma et al., 1999; Yu et al., 2002a), además de reducir el contenido de productos antinutritivos.

En este trabajo se presentará el efecto del uso de la vaina de mezquite cruda o tostada en la digestibilidad y degradabilidad ruminal en caprinos, y se describirá su composición para considerarlo como una alternativa de alimentación para caprinos en el semidesierto.

### Efecto del tratamiento térmico sobre la composición de la vaina de mezquite

En la Tabla 7, se presenta el efecto del tostado de la vaina de mezquite en su composición química,

observándose que este tratamiento disminuyó ( $p < 0,01$ ) el contenido de OM y NDF, y presentó un incremento en el contenido PC-NDF ( $p < 0,01$ ), lo que puede deberse a la formación de complejos entre carbohidratos de la pared celular y proteínas, esta respuesta se ha observado en diferentes semillas de leguminosas (Yu et al., 2002; Andrade-Montemayor, 2005).

Es interesante observar un contenido de proteína de 11 a 12%, aun cuando se encuentra unida a fracciones fibrosas (27 a 36% de la CP está unida a ADF) lo cual puede limitar su aprovechamiento. Por otra parte, el contenido de Se y Co son reducidos (50 a 60 partes por billón).

**Tabla 7** - Composición química de la vaina de mezquite cruda y tostada (Andrade-Montemayor et al., 2011).

	Vaina cruda	Vaina tostada	Sig <sup>1</sup>	EEM $\pm$ <sup>2</sup>
MS	91,71	95,45	**	2,64
MO	94,10	93,72	***	0,95
PC	11,74	12,25	**	0,36
FDN	26,45	25,93	***	0,36
FDA	16,91	18,21	*	0,91
Hemicelulosa	9,54	7,72	NS	1,28
PC-FDN (%MS) <sup>3</sup>	4,77	4,96	**	0,13
PC-FDA (%MS)	3,26	4,51	NS	0,88
PC-FDN (%PC) <sup>4</sup>	40,63	40,48	***	0,10
PC-FDA (%PC)	27,76	36,81	NS	6,39
Cenizas minerales % MS	5,90	6,23	**	0,20
Ca%	0,32	0,38	NS	0,02
P%	0,16	0,17	NS	0,006
Mg%	0,12	0,12	NS	0,002
Na%	0,02	0,01	NS	0,002
K%	0,96	1,23	NS	0,07
Fe (ppm) <sup>5</sup>	92,13	162,17	***	1,66
Mn (ppm)	10,89	12,33	NS	20,26
Zn (ppm)	25,41	25,39	NS	0,83
Cu (ppm)	3,97	4,28	NS	0,13
Mo (ppm)	0,16	0,21	NS	0,02
Se (ppb) <sup>6</sup>	62,27	53,49	*	2,80
Co (ppb)	50,58	65,44	*	4,35

Nota: <sup>1</sup> Sig = NS:  $p > 0,05$ ; \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ . <sup>2</sup> Erro estándar de la media. <sup>3</sup> PC-FDN o FDA (MS%) = proteína cruda unida a las fracciones fibrosas como % de la MS o % de la PC %.

### **Coefficiente de digestibilidad aparente contenido de nutrientes digestibles y balance de nitrógeno en la vaina de mezquite cruda y tostada**

El tostado de las semillas de leguminosas tiene como finalidad el reducir la degradabilidad de la PC para evitar pérdidas de nitrógeno en el rumen, así como el disminuir el contenido de factores antinutricionales termolábiles o modificar su estructura y actividad (Yu et al., 2002). Empero, es importante que este tratamiento no modifique la composición química ni disminuya la digestibilidad del alimento. Existen diversos tratamientos en los que se combina el incremento de la temperatura con modificaciones en la humedad, presión y tiempo de aplicación (Yu et al., 2002), en ese sentido, Yu et al. (2002) aplicando diversos tratamientos térmicos, observaron que el que mejor resultados presentó, en cuanto a la disminución en la degradabilidad

de la CP, sin presentar efectos en la digestibilidad de nutrientes del alimento, fue el tostado en seco a 150 °C/45 minutos (Yu et al., 2002; Andrade-Montemayor, 2005). En la Tabla 8 se observa, el efecto de este tratamiento a la vaina de mezquite (*Prosopis laevigata*), sobre la digestibilidad de los diferentes nutrientes. La vaina fue utilizada en ración que contenían el 20% de esta y 80% de una ración control, observándose que el uso de mezquite crudo o tostado no modifica la digestibilidad aparente de la ración ni su contenido de nutrientes, con excepción de la digestibilidad de la ADF y el contenido de FDA digestible (Tabla 8) los cuales se incrementaron en raciones que contenían vaina de mezquite. Es interesante observar que la digestibilidad de la PC va de 61 a 65% en raciones con 20% de vaina de mezquite, así como el contenido de nutrientes digestibles que es de 72 a 80% de MO digestible, indicador de un adecuado contenido de energía (3,2 Mcal de ED/kg de MS).

**Tabla 8** - Digestibilidad aparente y coeficiente de digestibilidad aparente y contenido de nutrientes digestibles en vaina de mezquite tostado y sin tostar, la ración control es sin mezquite (Alegria-Ríos et al., 2009)

Nutriente	Control	Vaina cruda	Vaina tostada	EEM <sup>±2</sup>	Sig <sup>1</sup>
<b>Coefficiente de digestibilidad</b>					
MS	68,0 ± 2,6	64,9 ± 3,5	67,1 ± 2,9	1,6	NS
MO	67,5 ± 2,5	64,7 ± 3,3	66,6 ± 2,9	1,6	NS
PC	61,3 ± 3,3	62,1 ± 4,5	65,3 ± 3,3	2,0	NS
FDN	40,5 ± 2,8	25,0 ± 3,1	31,3 ± 3,1	4,1	NS
FDA	22,6 ± 2,3 <sup>a</sup>	65,8 ± 2,5 <sup>b</sup>	67,1 ± 2,5 <sup>b</sup>	3,4	***
<b>Nutrientes digestibles (% MS)</b>					
MOdig	79,8 ± 6,8	72,1 ± 7,1	82,9 ± 3,7	3,8	NS
PC dig	12,4 ± 1,2	11,0 ± 1,2	13,2 ± 0,5	0,7	NS
FDN dig	7,4 ± 0,5	5,0 ± 0,6	6,2 ± 0,6	0,8	NS
FDA dig	2,1 ± 0,2 <sup>a</sup>	7,4 ± 0,3 <sup>b</sup>	7,6 ± 0,3 <sup>b</sup>	0,4	***

Nota: <sup>1</sup> Sig = NS: p > 0,05; \* p < 0,05; \*\* p < 0,01; \*\*\* p < 0,001. <sup>2</sup> Error estándar de la media.

### **Efecto del tostado y hervido de la vaina de mezquite en el contenido y modificación en la actividad de algunos factores antinutricionales de la vaina de mezquite**

En la Tabla 9 se aprecia el efecto del tostado de la vaina de mezquite en el contenido de diversos

factores antinutricionales, observándose que este tratamiento disminuyó (p < 0,05) el contenido de fenoles totales (mg de ácido gálico/g de MS) y la actividad inhibitoria de proteasas (UI/g de MS), sin embargo, provocó un incremento (p < 0,05) en el contenido de taninos condensados (mg equivalentes catequina/g de MS) y en la actividad aglutinante de

lectinas (UA/g de MS). Los compuestos fenólicos totales, son potencialmente tóxicos para los rumiantes, pudiendo ocasionar lesiones en el tracto digestivo como: hemorragias intestinales, gastroenteritis, necrosis hepática y pancreática, e inhibir la producción de enzimas digestivas (Reed et al., 2000) además de deprimir la digestión de glúcidos solubles y hemicelulosa (Ramos et al., 1998). El incremento en la concentración de taninos condensados o proantocianidinas debido al tostado pudo ocurrir por la formación de nuevos enlaces entre estos compuestos, provocando la condensación (Hervás et al., 2004). Los taninos condensados pueden tener efectos positivos en el animal debido a su actividad antihelmíntica, además que los taninos pueden proteger a las proteínas vegetales de la degradación microbiana, por la formación de complejos entre taninos y proteínas evitando su degradación ruminal y permitiendo un mayor paso de proteína al intestino delgado, en donde se puede disociar el complejo tanino-proteína debido al pH de este sitio (Ramos et al., 1998; Reed et al., 2000; Makkar, 2003; García, 2004; Alegría et al., 2007).

La mayor parte de las semillas de leguminosas presentan algunos factores que inhiben la actividad de proteasas, en general, estos factores son proteínas, por lo que el tratamiento térmico puede disminuir su actividad o destruirlos (Liener, 1989). Brenes y Brenes (1993) mencionan que el tostado en seco puede disminuir la actividad de los inhibidores de tripsina en rangos de 54 al 82%, lo cual es dependiente de la temperatura, tiempo de exposición, humedad y tamaño de partícula. En cuanto a la actividad aglutinante de las lectinas, estas son glicoproteínas con la capacidad de aglutinar eritrocitos y causar daños en las células epiteliales de las vellosidades intestinales, en el lumen y afectando la secreción enzimática y la producción de hormonas gastrointestinales como la colecistoquinina, disminución en el crecimiento del animal, modificación en la flora intestinal permitiendo el desarrollo de coliformes (Liener, 1989; Brenes y Brenes, 1993). Aun cuando se mencionan algunos efectos positivos como su actividad antihelmíntica (Putzstai et al., 2004). El incremento en la actividad aglutinante de las lectinas se pudo deber a que la temperatura

pudo provocar el rompimiento de enlaces de dichas lectinas con carbohidratos dejando libres espacios activos y permitiendo el incremento en su actividad aglutinante (Alegría-Ríos et al., 2007). Es importante mencionar que el efecto nocivo de las lectinas está relacionado a su concentración, en estudios en ratas alimentadas con frijol negro con elevado contenido de lectinas, se observó que con un consumo de 0,5% de lectinas en relación a la dieta, los animales presentaban ganancias de peso, pero al incrementarse la concentración a 1,2%, las ratas perdieron peso y murieron en un lapso de 15 días (Valle y Florentino, 2000).

**Tabla 9** - Contenido y actividad de algunos factores antinutricios en la vaina de mezquite (*Prosopis laevigata*) y efecto del tostado sobre su contenido y actividad (Alegría-Ríos et al., 2007)

	Total Fenoles Ac.Galico/g/ MS)	Taninos condensados (mgequiv/ catequina/g/ DM)	Actividad inhibitoria de proteasas (UI/gMS) <sup>1</sup>	Actividad Aglutinante de lectinas (UA/g MS) <sup>2</sup>
RP	5,92	0,39	17,49	1720,43
RTP	4,87	2,45	12,28	7619,04
Sig <sup>3</sup>	*	*	*	*
EEM ± <sup>4</sup>	0,06	0,04	0,01	70,00

Nota: <sup>1</sup> UI = unidades inhibitorias; <sup>2</sup> UA = unidades aglutinantes. <sup>3</sup> Sig = NS: p > 0,05. \* p < 0,05; \*\* p < 0,01; \*\*\* p < 0,001. <sup>4</sup> Error estandar de le media.

### Cinética de degradación de la MS, PC, FDN y FDA

En la Tabla 10 se observa la cinética de degradación de la vaina de mezquite sin tostar y tostada. Como se ha mencionado con anterioridad, el Mezquite (*Prosopis laevigata*) es una leguminosa, y como tal se puede esperar que la fracción de rápida degradabilidad (a) se encuentre en niveles elevados (Yu et al., 2002; Andrade-Montemayor, 2005), en especial lo que correspondería a la fracción proteica, lo cual podría provocar grandes pérdidas de Nitrógeno en el rumen (Yu et al., 2002; Andrade-Montemayor et al., 2007, 2008a, b; Aguilar-Borjas, 2009).



**Tabla 10** - Efecto del tostado (150o C/45 min) de la vaina del mezquite (*Prosopis laevigata*) en la cinética de degradación de la materia seca, proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (Andrade-Montemayor et al., 2011)

	A	B	c	Degradación potencial <sup>1</sup>	Degradación efectiva (kp = 0,08)	R <sup>2</sup>	EEM ±
<b>Materia seca</b>							
VMC	46,54	18,19	0,11	64,73	57,07	76,00	3,00
VMT	36,48	26,37	0,09	62,00	50,44	73,97	4,01
Sig	***	***	ns	***	***		
<b>Proteína cruda</b>							
VMC	57,58	25,26	0,12	82,84	72,73	71,96	5,59
VMT	40,71	39,10	0,08	79,81	60,26	70,10	9,34
Sig	**	***	ns	ns	*		

Nota: a = fracción soluble y de rápida degradación (%); b = fracción potencialmente degradable; c = tasa fracción de degradación. <sup>1</sup> Deg. potencial = a + b; <sup>2</sup> NS = no diferentes; \*\* Diferencias (p < 0,01) dentro de columnas. <sup>1</sup> Deg. efectiva = a+b(c/c+kp), en donde kp = tasa fraccional de paso (kp = 0,08).

En ese sentido, el contenido de la fracción soluble (a) en la MS, PC y FDN, fue superior al 40% y duplicó el contenido de la fracción potencialmente degradable (b), por lo que la degradación potencial de la MS, PC y FDN de la vaina de mezquite cruda fue mayor (p < 0,05) que la de vaina de mezquite tostada. El tostado de la vaina provocó una disminución (p < 0,05) en el contenido de la fracción (a) de la MS, PC y FDN, sin afectar el contenido de esta fracción en la FDA. Sin embargo, el contenido de la fracción (b) se incrementó (p < 0,05) en todos los casos, por otra parte, el efecto más importante del tostado es la disminución en la tasa fraccional de degradación de la MS, PC y FDA con excepción la tasa fraccional de degradación de la FDN la cual se incrementó en 0,4/h al compararla la tasa de degradación de la FDN de la vaina sin tostar. Debido a lo anterior, la degradación efectiva ajustada a una tasa fraccional de paso de 0,08/hr, disminuyó por efecto del tostado en la MS, PC y FDA, pero se incrementó en la FDN debido al incremento en la tasa fraccional de degradación.

Entre los elementos que se buscaban con el tostado era la disminución de la degradación de la CP, debido a la elevada degradación y solubilidad de esta, lo que puede permitir la pérdida de nitrógeno y por otro lado, mejora la calidad nutricional y su aprovechamiento debido a la disminución de algunos factores nutricionales, esto dos elementos se han observado en otra semillas de leguminosa (Goelma et al., 1999; Yu et al., 2002; Andrade-Montemayor

et al., 2005) y en la vaina de mezquite, de donde se ha obtenido esta información (Alegría-Ríos et al., 2007; Andrade-Montemayor 2008a, b; Aguilar-Borjas et al., 2009).

#### **Efecto del uso de nopal (*Opuntia spp.*) y/o vaina de mezquite como suplemento en caprinos, sobre la producción y calidad de la leche**

En este trabajo (Rojas et al., 2015), se evaluó el efecto del uso nopal y/o vaina de mezquite en porcentajes de 20 a 40% de la MS de la ración, la ración base o control consistió en 1 kg de concentrado con 19% de PC y 1,9 Mcal de ENI/kg MS, Alfalfa henificada (18% PC y 1,35 Mcal de ENI/kg de MS) y ensilaje de maíz (7% de PC y 1,4 de ENI/kg), y en la primer ración experimental (N) sustituyó 20% de la MS (400 gr de MS de la ración control por Nopal (*Opuntia ficus indica*) (3,5 kg en verde), en la siguiente ración (VM) se sustituyó el 20% de la MS de la ración control por 20% de Vaina de mezquite, y en la última (VM + N) se sustituyó el 40% de la MS de la ración por 20% nopal y 20% Vaina de mezquite. Las cabras fueron alojadas en corraletas de piso individuales, se ordeño una vez al día por la mañana, y se pesó y analizó la leche diariamente teniendo cuatro periodos de 21 días (15 de adaptación y siete de muestreo) analizado bajo un diseño cuadrado latino, en donde en cada periodo

los animales recibieron diferente ración. Al inicio del experimento las cabras (Alpino Francés) tenían  $60 \pm 5$  días postparto, una producción de  $2,9 \pm 4$  litros por día, y eran cabras de según a tercer parto; el experimento tuvo una duración de 140 días. En la Tabla 11 se presenta la composición nutrimental de las raciones consumidas, observando un mayor

consumo de MS en las raciones experimentales vs ración control, un mayor consumo de MO en las raciones N y VM siendo menor el consumo de FDN en la ración con nopal, y mayor consumo de proteína en las raciones N y VM, aun cuando las raciones fueron formuladas para ser isoenergéticas e isoprotéicas.

**Tabla 11** - Composición nutrimental de las dietas experimentales consumidas (kg/d).

Variables	Control	Nopal (N)	Vaina de mezquite (VM)	VM + N	EEM $\pm^1$	p <sup>2</sup>
<b>MS consumida total</b>	2,210 <sup>a</sup>	2,346 <sup>c</sup>	2,285 <sup>b</sup>	2,299 <sup>b</sup>	0,015	0,001
<b>Contenido de nutrientes kg</b>						
MO	1,992 <sup>a</sup>	2,049 <sup>b</sup>	2,032 <sup>b</sup>	1,981 <sup>a</sup>	0,012	0,001
CENIZAS	0,229 <sup>a</sup>	0,307 <sup>c</sup>	0,263 <sup>b</sup>	0,306 <sup>c</sup>	0,012	0,001
EE	0,046 <sup>d</sup>	0,045 <sup>c</sup>	0,042 <sup>b</sup>	0,038 <sup>a</sup>	0,001	0,001
FDN	0,817 <sup>b</sup>	0,783 <sup>a</sup>	0,989 <sup>d</sup>	0,930 <sup>c</sup>	0,005	0,001
FDA	0,419 <sup>b</sup>	0,410 <sup>a</sup>	0,542 <sup>d</sup>	0,520 <sup>c</sup>	0,003	0,001
PC	0,384 <sup>b</sup>	0,388 <sup>b</sup>	0,389 <sup>b</sup>	0,368 <sup>a</sup>	0,003	0,001

Nota: <sup>1</sup> Error estándar de la media; <sup>2</sup> p > 0,05. <sup>a,b,c,y,d</sup> Letras en la misma línea son diferentes estadísticamente.

### Uso de Nopal y consumo de agua

En la Tabla 12, se puede observar el efecto que presenta el consumo de Nopal en el consumo de agua, el nopal como todas la cactáceas presenta un elevado contenido de agua (85 a 90%), lo cual representa un aporte muy importante de este líquido en el alimento y puede llegar a cubrir gran parte de sus necesidades, en este experimento las raciones que tenían como base nopal (N) presentaron un consumo de agua en el alimento

de 2,58 a 2,75 litros por día mientras que la dieta control y la VM el consumo de agua en el alimento fue de solo 0,567 y 0,47 litros respectivamente. En cuanto al consumo de agua de bebida es 0,7 litros menos en las raciones que tenían nopal, al sumar el consumo de agua del alimento y la de bebida la diferencia fue de tan solo 0,4 a 0,5 litros en favor a las raciones que llevaban nopal, y permitieron el ahorro de agua, lo cual es uno de los principales beneficios para el productor de la región del semidesierto.

**Tabla 12** - Efecto del uso de Nopal y/o Vaina de mezquite en el consumo de agua litros por día por animal

Variables	Control	Nopal (N)	Vaina de mezquite (VM)	VM + N	EEM $\pm^1$	P <sup>2</sup>
Agua ofrecida en alimento	0,636 <sup>a</sup>	3,036 <sup>c</sup>	0,511 <sup>a</sup>	2,807 <sup>b</sup>	0,064	0,001
Agua consumida en alimento	0,562 <sup>a</sup>	2,751 <sup>c</sup>	0,469 <sup>a</sup>	2,587 <sup>b</sup>	0,059	0,001
Agua de bebida ofrecida	10,043	10,087	10,002	9,810	0,296	0,917
Agua de bebida consumida	5,397 <sup>b</sup>	3,707 <sup>a</sup>	5,295 <sup>b</sup>	3,704 <sup>a</sup>	0,151	0,001
Agua total consumida	5,959 <sup>ab</sup>	6,458 <sup>b</sup>	5,764 <sup>a</sup>	6,290 <sup>b</sup>	0,167	0,014

Nota: <sup>1</sup> Error estándar de la media; <sup>2</sup> p > 0,05. <sup>a,b,c,y,d</sup> Letras en la misma línea son diferentes estadísticamente.

### Efecto del uso de Vaina de mezquite y Nopal en la ganancia de peso de caprinos en producción

En la Tabla 13 se presenta el efecto del uso de Nopal y Vaina de mezquite como suplemento el peso final y ganancia diaria de peso (140 días de experimento) sin encontrar diferencias ( $p < 0,05$ ) y solo se presentó una pérdida de 3 gramos/día en las cabras que recibieron nopal.

**Tabla 13** - Efecto del uso de nopal y/o mezquite en el peso y ganancia de peso

Variables	Control	N <sup>1</sup>	VM <sup>2</sup>	VM + N <sup>3</sup>	EEM ± <sup>4</sup>	P <sup>5</sup>
Peso inicial	45,432	46,099	45,692	45,666	0,284	0,403
Peso final	46,478	46,054	46,801	46,005	0,253	0,084
Diferencia de peso	1,046 <sup>c</sup>	-0,057 <sup>a</sup>	1,108 <sup>c</sup>	0,351 <sup>b</sup>	0,100	0,001
GDP	0,062 <sup>c</sup>	-0,003 <sup>a</sup>	0,065 <sup>c</sup>	0,021 <sup>b</sup>	0,006	0,001
Promedio de peso	45,955	46,070	46,247	45,842	0,267	0,168

Nota: <sup>1</sup> Nopal; <sup>2</sup> Vaina mezquite; <sup>3</sup> Vaina de mezquite + Nopal; <sup>4</sup> Error estándar de la media; <sup>5</sup>  $p > 0,05$ . <sup>a, b, c, y d</sup> Letras en la misma línea son diferentes estadísticamente.

### Efecto de la utilización de vaina de mezquite y nopal en la suplementación de caprinos lecheros sobre la producción y composición de la leche

En la Tabla 14 se presenta el efecto de la suplementación con vaina de mezquite y nopal en la producción composición de la leche, no se presentaron diferencias ( $p < 0,05$ ) en la producción de leche litros/día, el contenido de proteína y lactosa, sin embargo, fue ligeramente menor el contenido de grasa, sólidos no grasos y sólidos totales en la leche de animales que recibieron raciones que contenían vaina de Mezquite.

#### Conversión alimenticia

En la Tabla 15 se presenta la conversión alimenticia [kilos de leche producidos por cada

kilo de alimento (MS)], observándose que tanto la ración control como la ración con Nopal presenta una menor conversión alimenticia siendo de 1,22 a 1,178 en la ración control y con nopal respectivamente. Sin embargo, las raciones con Vaina de Mezquite y su combinación con nopal presentaron una mayor producción por cada kg de alimento (1,43 y 1,34 litros/kg de alimentos), que significa que requerimos menos alimento por litro de leche en animales que se suplemento con vaina de mezquite o su combinación con Nopal.

**Tabla 14** - Efecto del uso de nopal y/o vaina de mezquite en la producción y composición de la leche de cabra

Variables	Control	N <sup>1</sup>	VM <sup>2</sup>	VM + N <sup>3</sup>	EEM ± <sup>4</sup>	P <sup>5</sup>
Leche producida*	2,788	2,814	2,692	2,698	0,050	0,189
Grasa	0,090 <sup>b</sup>	0,090 <sup>b</sup>	0,084 <sup>a</sup>	0,084 <sup>a</sup>	0,002	0,033
Lactosa	0,126	0,121	0,117	0,116	0,003	0,090
Proteína	0,084	0,084	0,081	0,080	0,001	0,067
Sólidos no grasos	0,224 <sup>bc</sup>	0,224 <sup>c</sup>	0,214 <sup>ab</sup>	0,213 <sup>a</sup>	0,004	0,040
Sólidos totales	0,314 <sup>b</sup>	0,315 <sup>b</sup>	0,298 <sup>a</sup>	0,298 <sup>a</sup>	0,005	0,025

Nota: \* Lt. <sup>1</sup> Nopal; <sup>2</sup> Vaina mezquite; <sup>3</sup> Vaina de mezquite + Nopal; <sup>4</sup> Error estándar de la media; <sup>5</sup>  $p > 0,05$ . <sup>a, b, c, y d</sup> Letras en la misma línea son diferentes estadísticamente.

**Tabla 15** - Efecto del uso de nopal y/o mezquite en la conversión alimenticia (kg de leche / kg de alimentos), en la producción de leche por kg de peso

Variables	Control	N <sup>1</sup>	VM <sup>2</sup>	VM + N <sup>3</sup>	EEM ± <sup>4</sup>	P <sup>5</sup>
Peso ^ 0,75	17,642	17,676	17,726	17,604	0,070	0,651
Kg Leche por Kg MS	1,221 <sup>a</sup>	1,178 <sup>a</sup>	1,423 <sup>c</sup>	1,344 <sup>b</sup>	0,022	0,001
Kg Leche por Kg peso	0,061	0,061	0,060	0,059	0,001	0,265
Kg Leche ^0,75	0,158	0,159	0,154	0,152	0,003	0,271

Nota: <sup>1</sup> Nopal; <sup>2</sup> Vaina mezquite; <sup>3</sup> Vaina de mezquite + Nopal; <sup>4</sup> Error estándar de la media; <sup>5</sup>  $p > 0,05$ . <sup>a, b, c, y d</sup> Letras en la misma línea son diferentes estadísticamente.

### Perfil de Ácidos grasos en la leche por efecto del uso de Nopal y/o Vaina de mezquite

En la Tabla 16, se presenta la composición que el uso de Nopal y/o su combinación disminuyeron el contenido de grasas saturadas pero incrementaron el contenido de ácidos grasos moninsaturados, al igual que polinsaturados con excepción en estos últimos del nopal que en donde el contenido de polinsaturados fue similar a los observados en la ración control.

### Perfil individual de ácidos grasos en leche con el uso de Nopal y/o mezquite

En la Tabla 17, se puede observar el efecto de la suplementación con Nopal y Vaina de Mezquite en el contenido de *A.grasos* individuales, presentando en todos los casos diferencias entre tratamientos, algunas veces a favor y otras en contra. Sin embargo, es importante destacar el efecto que presenta en el contenido de *Ac. Grasos* esenciales como el Oleico, Linoleico y Linoleico, observándose que la vaina de mezquite incremento el contenido de *Ac. linolenico*

pero disminuyó el linoleico y oleico. Estos ácidos grasos están asociados a la salud. Por otra parte, en el tratamiento tratamiento VM + N se incrementó los ácidos caprico, caprilico, y caproico; con esta misma ración los Caproleico y Miristoleico se reducen ( $p < 0,05$ ).

### Efecto sobre el uso de estos suplementos en el costo del litro de leche

Un elemento importante es la reducción en el costo de producción, a todos los ingredientes se le dio un precio comercial, aun cuando el nopal y la vaina de mezquite son elementos que solo requieren el uso horas de trabajo, se observó una reducción en el costo de acuerdo al uso de productos regiones siendo de 0,561DII (control), 0,538DII con nopal (N), 0,461DII con vaina de mezquite (VM) y de 0,438 DII para la ración VM + N. Con los datos anteriores y con la producción de leche observada se determinó el costo de producción por litro de leche en cada tratamiento considerando solo costos de alimentación y fue de 0,20DII (Control), 0,188DII (N), 0,172DII (VM) y 0,147DII (VM + N).

**Tabla 16** - Efecto del uso de nopal y/o mezquite en relación en la cantidad de grasa totales en porcentaje de los perfiles de ácidos grasos

Variables	Control	Nopal (N)	Vaina mezquite (VM)	VM + N	EEM $\pm^1$	p <sup>2</sup>
Grasa saturada (%)	74,401 <sup>c</sup>	73,371 <sup>a</sup>	73,336 <sup>a</sup>	73,789 <sup>b</sup>	0,079	0,000
Grasa monoinsaturada (%)	19,906 <sup>a</sup>	21,020 <sup>b</sup>	20,855 <sup>d</sup>	20,449 <sup>c</sup>	0,072	0,000
Grasa poliinsaturada (%)	5,692 <sup>ab</sup>	5,607 <sup>a</sup>	5,808 <sup>b</sup>	5,761 <sup>b</sup>	0,042	0,005

Nota: <sup>1</sup> Error estándar de la media; <sup>2</sup>  $p > 0,05$ . <sup>a,b,c,yd</sup> Letras en la misma línea son diferentes estadísticamente.

### Suplementación con vaina de mezquite y nopal a caprinos de raza Nubia en Pastoreo

El trabajo se realizó en los meses de abril a junio del 2018 en las instalaciones de la unidad pecuaria del campus Amazcala (UAQ- México), con un clima templado-semiseco BSI k(W), la temperatura media anual de 20 °C. El tipo de vegetación es Bek, 444, bosque caducifolio espinoso en el valle, con predominio de *Prosopis*, *Celtis* spp., *Acacia* spp., *Opuntia* spp., *bouteloas*, *fabáceas* y *solanáceas* entre

otros (COTECOCA, 1980). Se utilizaron 20 cabras de raza Nubia con promedio de  $2,2 \pm 0,8$  partos y un peso de  $53,28 \pm 1,13$  kg, se inició el experimento a partir de los  $70 \pm 10$  días posparto y finalizó a los  $163 \pm 30$  días de lactación. Las cabras se distribuyeron al azar en dos tratamientos, siendo: 1) control y 2) Nopal- Mezquite. Los suplementos fueron preparados en forma isoenergética e isoproteica. El pastoreo se realizó posterior a la ordeña durante 6 horas al día a partir de las 9:00 am y al regreso el animal permanecía en corraletas individuales de

6 m<sup>2</sup>, con bebedero y comedero, en donde recibían agua a libre acceso, en el alimento se determinó el contenido de MS, PC, MO, extracto etéreo (EE) y cenizas, para determinar el consumo de agua esta fue pesada diariamente durante la mañana y se obtuvo la diferencia con lo ofrecido diariamente. El diseño utilizado fue un diseño cruzado de 2 x 2

(Steel y Torrie, 1989), teniendo dos tratamientos (control vs Nopal-Mezquite) en dos periodos de 15 días de adaptación y siete de muestreo. En la Tabla 18 se muestra la composición de los suplementos experimentales. Durante los primeros 45 días se ajustó el consumo de suplemento al que solo dejaran el 5% de rechazo.

**Tabla 17** - Efecto del uso de nopal y/o mezquite en el perfil de ácidos grasos saturados de leche en caprinos por litro

Variable	Nom	Control	N1	VM <sup>2</sup>	VM + N <sup>3</sup>	EEM ± <sup>4</sup>	p <sup>5</sup>
Butírico	4:0	0,330 <sup>d</sup>	0,240 <sup>b</sup>	0,211 <sup>a</sup>	0,317 <sup>c</sup>	0,002	0,001
Caproico	6:0	0,601 <sup>b</sup>	0,481 <sup>ab</sup>	0,439 <sup>a</sup>	1,124 <sup>c</sup>	0,039	0,001
Caprílico	8:0	0,889 <sup>c</sup>	0,792 <sup>b</sup>	0,700 <sup>a</sup>	0,900 <sup>c</sup>	0,004	0,001
Cáprico	10:0	3,510 <sup>c</sup>	3,322 <sup>b</sup>	2,922 <sup>a</sup>	3,675 <sup>d</sup>	0,016	0,001
Láurico	12:0	1,688 <sup>c</sup>	1,637 <sup>b</sup>	1,442 <sup>a</sup>	1,841 <sup>d</sup>	0,011	0,001
Tridecanoico	13:0	0,037 <sup>c</sup>	0,032 <sup>b</sup>	0,031 <sup>a</sup>	0,041 <sup>d</sup>	0,000	0,001
Mirístico	14:0	3,939 <sup>b</sup>	4,001 <sup>bc</sup>	3,613 <sup>a</sup>	4,037 <sup>c</sup>	0,022	0,001
Miristolenico	-	0,387 <sup>b</sup>	0,429 <sup>c</sup>	0,351 <sup>a</sup>	0,412 <sup>c</sup>	0,006	0,001
Pentadecanoico	15:0	0,079 <sup>b</sup>	0,073 <sup>a</sup>	0,071 <sup>a</sup>	0,079 <sup>b</sup>	0,001	0,001
Palmitico	16:0	10,413 <sup>b</sup>	10,787 <sup>c</sup>	9,983 <sup>a</sup>	10,816 <sup>c</sup>	0,071	0,001
Margárico	17:0	0,196 <sup>a</sup>	0,239 <sup>b</sup>	0,227 <sup>b</sup>	0,259 <sup>c</sup>	0,005	0,001
Estereáico	18:0	2,024 <sup>b</sup>	2,568 <sup>c</sup>	1,694 <sup>a</sup>	2,881 <sup>d</sup>	0,068	0,001
<b>Perfil de ácidos grasos monoinsaturados de leche en caprinos por litros</b>							
Variable	Nom	Control	N1	VM <sup>2</sup>	VM + N <sup>3</sup>	EEM ± <sup>4</sup>	p <sup>5</sup>
Caproleico	10:1 n-1	0,045 <sup>c</sup>	0,036 <sup>b</sup>	0,033 <sup>a</sup>	0,052 <sup>d</sup>	0,000	0,000
Miristoleico	14:1n-5	0,115 <sup>c</sup>	0,113 <sup>c</sup>	0,105 <sup>b</sup>	0,043 <sup>a</sup>	0,001	0,000
Palmitoleico	16:1 n-6	0,156 <sup>a</sup>	0,199 <sup>a</sup>	0,325 <sup>b</sup>	0,160 <sup>a</sup>	0,015	0,000
Oléico	18:1 n-9	6,262 <sup>b</sup>	6,606 <sup>c</sup>	5,967 <sup>a</sup>	6,808 <sup>d</sup>	0,037	0,000
<b>Perfil ácidos grasos poliinsaturados de leche en caprinos en litros</b>							
Variable	Nom	Control	N1	VM <sup>2</sup>	VM + N <sup>3</sup>	EEM ± <sup>4</sup>	p <sup>5</sup>
Linoleico	18:2 n-9,12	1,177 <sup>b</sup>	1,164 <sup>b</sup>	1,069 <sup>a</sup>	1,277 <sup>c</sup>	0,011	0,000
Linolénico	18:3 n-12,15	0,224 <sup>ab</sup>	0,219 <sup>a</sup>	0,232 <sup>b</sup>	0,216 <sup>a</sup>	0,003	0,001
Araquidónico	20:4 n-8,11,14	0,066 <sup>ab</sup>	0,067 <sup>b</sup>	0,064 <sup>a</sup>	0,065 <sup>ab</sup>	0,001	0,004

Nota: <sup>1</sup> Nopal; <sup>2</sup> Vaina mezquite; <sup>3</sup> Vaina de mezquite + Nopal; <sup>4</sup> Error estándar de la media; <sup>5</sup> p > 0,05. <sup>a, b, c y d</sup> Letras en la misma línea son diferentes estadísticamente.

**Tabla 18** - Composición de las raciones experimentales ofrecidas

Ingrediente	Control (Kg BH/animal día)	Nopal-Mezquite (Kg BH/animal día)
Ensilado ( <i>avena sativa- vicia sativa</i> )	0,914	-----
Alfalfa ( <i>Medicagos Sativa</i> )	0,455	0,455
Nopal ( <i>Opuntia ficus indica</i> )		3,200
Vaina de Mezquite ( <i>Prosopis laevigata</i> )		0,294
Pasta de Soya ( <i>Glicyne Max</i> )	0,230	0,21
Maíz ( <i>Zea Mais</i> )	0,462	0,193
Ajonjolí ( <i>Sesamun indicó</i> )	0,115	0,1
Sales Minerales®	0,173	0,170
Secuestrante®	0,034	0,034
Composición de la ración ofrecida		
Materia Seca (kg/d)	1,68	1,76
Proteína Cruda (kg/d)	0,29	0,29
EN (Mcal/kg MS)	2,65	2,78
Costo por animal/d (USCY\$) <sup>1</sup>	0,43	0,36

Nota: <sup>1</sup> El precio del nopal/kg se asignó a l = 0,054 y el de vaina de Mezquite/kg a USCY\$ = 0,108 US Dollars.

## Resultados y discusión

En la Tabla 19 se observa el consumo de alimento fresco (BH/kg/d), en base seca (MS/kg/d), y de agua en el alimento (kg/d) (BH-MS), agua fresca de bebida (kg/d) y agua total (Agua en el alimento + agua de bebida). Observándose que con la adición de Nopal la cantidad de agua fresca consumida disminuye y se incrementa la cantidad total consumida (consumida en alimento + agua fresca consumida), teniendo menor consumo de MS/d en los animales con la dieta Nopal + Mezquite ( $p < 0,05$ ). El consumo de MS (kg/d) y de agua en el alimento presentó diferencias ( $p < 0,05$ ) no solo por efecto del suplemento también por periodo y al igual que la interacción suplemento x periodo. El consumo de suplemento representó el 2,6% del peso de los animales, y de este el Nopal y mezquite representaron del 40 al 50% de lo aportado, lo que representa del 45 a 50% de lo que podrían llegar a consumir por día. El Nopal es muy importante en estas regiones por el aporte de agua y la reducción

del consumo de esta en regiones con deficiencia como es el caso de la región semiárida y al igual que la Vaina de mezquite han demostrado poder sustituir los concentrados y granos como el maíz, sin efectos en el consumo, producción y peso del animal (Ben Salem et al., 1996; Pinto et al., 2010; Andrade-Montemayor et al., 2011; Rojas et al., 2016).

En la Tabla 20 se puede observar que el tipo de suplemento no afectó ( $p > 0,05$ ) en el peso final y promedio, así como en las ganancias de peso en el periodo y por día, por efecto del tipo de suplemento. Sin embargo, tanto en la ganancia de peso en el periodo GPP kg, como la ganancia diaria de peso (GDP g/d) fueron diferentes entre periodos, siendo mayor en el primero, posiblemente se deba a la reducción en la producción de leche después del pico de lactancia permitiera una mayor ganancia de peso hasta estabilizarse e incremento en el consumo hasta regularse y mantener el peso en el segundo periodo, este mismo efecto lo encontramos en cabras Alpinas en estabulación suplementadas con Nopal y Mezquite (Rojas, 2016).

**Tabla 19** - Efecto de la suplementación con Nopal y Mezquite en el consumo de alimento y agua , en cabras Nubia en pastoreo en agostadero semiárido en época de secas (abril - junio).

	Control	Nopal mezquite	EEM ±	Sig Suplemento	Sig Periodo	Sig SuplxPer
Consumo alimento BH (kg/día)	1,97	3,74	0,119	0,0001	0,023	0,016
Consumo MS (kg/d)	1,40	1,27	0,49	0,08	0,065	0,037
Agua alimento (kg/d)	0,57	2,46	0,074	0,000	0,015	0,013
Agua fresca (kg/d)	2,94	2,34	0,239	0,098	0,001	0,867
Agua total (kg/d)	3,51	4,81	0,244	0,002	0,004	0,325

**Tabla 20** - Efecto de la suplementación con Nopal y Mezquite en el peso y ganancias de peso en cabras de raza Nubia en pastoreo en la época de sequía (abril-junio)

	Dieta Control	Nopal mezquite	EEM ±	Sig Tratamiento	Sig Periodo
Peso Inicial (kg)	53,12	53,45	1,13	0,83	0,462
Peso final (kg)	53,94	53,84	1,12	0,95	0,875
Peso Promedio (Kg)	53,53	53,65	1,12	0,94	0,652
Ganancia de peso en el periodo (kg)	0,812	0,387	0,21	0,16	0,003
Ganancia diaria de peso (kg)	0,012	0,005	0,003	0,16	0,003

### Efecto del uso de Nopal y Mezquite como suplementos en cabras en pastoreo en la producción y calidad de la leche

La producción y características de la leche producida se presentan en la Tabla 21 en donde observamos que el consumo de un suplemento a base de Nopal y Mezquite en un 50% de la MS

proporcionada, no presentó efectos negativos en la cantidad de leche producida ni en su composición ( $p > 0,05$ ) similar a lo observado por Costa et al. (2010) y Rojas et al. (2016). Sin embargo, tanto el contenido de lactosa como de sólidos no grasos (SNG) fueron diferentes entre periodos ( $p > 0,05$ ), lo cual es debido a los cambios en la curva de lactancia.

**Tabla 21-** Efecto de la suplementación con Nopal y Mezquite sobre la producción, composición de la leche y contenido de células somáticas (CS x 10<sup>3</sup>).

	Dieta Control	Nopal mezquite	EEM ±	Sig Tratamiento	Sig Periodo
Producción leche (Kg/d)	1,74	1,69	0,07	0,56	0,75
Grasa (%)	5,12	4,90	0,13	0,25	0,59
Proteína (%)	3,22	3,21	0,03	0,96	0,09
Lactosa (%)	4,63	4,64	0,04	0,83	0,001
Sólidos no grasos (%)	8,65	8,69	0,07	0,66	0,025
Sólidos totales (%)	13,77	13,60	0,19	0,53	0,20
CS x 1000 inicial	760,5	752,3	104,8	0,95	0,64
CS x 1000 final	530,2	526,4	69,8	0,97	0,62

### Efecto de la suplementación a cabras en pastoreo en agostadero semiárido con nopal y mezquite en la composición de la leche

En la Tabla 22 se puede observar la composición en ácidos grasos del nopal y de la vaina de mezquite, observando que el Nopal presenta un mayor contenido de AG saturados, tales como el Mirístico, Palmítico, Margárico y Esteárico. Sin embargo, en AG monosaturados existe un mayor contenido de Palmitoleico en la vaina de mezquite, pero mayor de Miristoléico y Oleico en el Nopal, de forma contraria

el mezquite presenta un mayor contenido de AG Linoleico y Linolénico. Por su parte al analizar el contenido de AG en el suplemento control contra el suplemento con nopal y mezquite este presentó un mayor contenido de Esteárico y margárico, pero menor en laurico, y Mirístico. En cuanto a la composición en Monosaturados, la ración con mezquite presentó un menor contenido de AG oleico, y mayor en Miristoléico y la composición en poliinsaturados el contenido de Linoleico es similar al suplemento control, pero el contenido de Linolénico es inferior en el suplemento nopal-mezquite.

**Tabla 22** - Composición de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados del Mezquite y Nopal

<b>Composición de ácidos grasos saturados</b>				
	<b>Mirístico</b>	<b>Palmitico</b>	<b>Margárico</b>	<b>Esteárico</b>
Nopal	4,39	38,13	1,91	9,00
Mezquite	0,301	20,42	0,35	4,91
<b>Composición en ácidos grasos monoinsaturados</b>				
	<b>Miristoleico</b>	<b>Palmitoleico</b>	<b>Oleico</b>	
Nopal	0,949	---	20,71	
Mezquite	-----	0,438	17,56	
<b>Composición en ácidos grasos poliinsaturados</b>				
	<b>Linoleico</b>		<b>Linolenico</b>	
Nopal	21,06		3,83	
Mezquite	49,72		6,27	

**Tabla 23** - Composición de ácidos grasos saturados de los suplementos proporcionados en cabras en pastoreo en agostadero semiárido con ración control o con Mezquite y Nopal

	<b>Caproico</b>	<b>Caprilico</b>	<b>Laurico</b>	<b>Palmitico</b>	<b>Mirística</b>	<b>Margárico</b>	<b>Esteárico</b>
Control	0,79	0,048	0,336	17,74	0,44	0,17	3,99
Nopal - Mezquite	-----	-----	0,172	18,11	0,19	0,25	9,00
<b>Composición en ácidos grasos monoinsaturados</b>							
	<b>Miristoleico</b>		<b>Palmitoleico</b>		<b>Oleico</b>		
Control	0,10		0,46		33,63		
Nopal - Mezquite	0,17		0,45		13,75		
<b>Composición en ácidos grasos poliinsaturados</b>							
	<b>Linoleico</b>			<b>Linolenico</b>			
Control	36,04			6,23			
Nopal - Mezquite	38,10			4,18			



La composición de Ac. Grasos en la leche se presenta en las Tablas 23 y 24, en donde se observaron diferencias ( $p < 0,05$ ) en la mayor parte de los AG, con excepción del AG linolénico que fue mayor en la ración NM, la relación linoleico/

linolénico fue menor en la ración NM (6,91 vs 5,75), pero el contenido de monoinsaturados fue similar y ligeramente mayor la concentración de poliinsaturados en la leche de cabras que consumieron NM.

**Tabela 24** - Relación de Ácidos grasos en la leche de cabras en pastoreo en agostaderos semiáridos suplementadas con ración control o con Mezquite y Nopal

AGV%	Nom	Control	MN	EEM±	Sig
Butírico 4:0	4:0	0,32	0,30	0,43	0,81
Caproico 6:0	6:0	1,63	1,61	0,08	0,91
Caprílico	8:0	2,85	2,91	0,16	0,79
Capríco	10:0	11,50	11,49	0,64	0,98
Laurico	12:0	5,59	5,62	4,84	0,93
Mirístico	14:0	12,69	12,17	0,29	0,25
Miristoleico	14:1n-1	0,50	0,46	0,02	0,23
Miristolenico		1,06	1,00	0,03	0,24
Palmitico	16:0	27,69	26,97	0,58	0,40
Palmitoleico	16:1 n-6	0,57	0,62	0,06	0,60
Margárico	17:0	0,71	0,63	0,07	0,46
Esteárico	18:0	10,40	11,17	0,41	0,22
Oleico	18:1 n-9	20,66	21,11	0,81	0,71
Linoleico	18:2 n9,12	3,30	3,41	0,26	0,77
Linolenico	18:3 n-12,15	0,48	0,59	0,02	0,02
$\omega 6/\omega 3$	-	6,91	5,75	0,33	0,04
Mono insaturados	-	21,17	22,19	-	-
Poliinsaturados	-	3,29	4,00	-	-

## Conclusiones e implicaciones

Uno de los problemas importantes que resolver en cuanto a la producción de caprinos en las regiones del semiárido, es la no coordinación entre la época de mayor producción de forrajes o alimentos y la época en la que se presentan los partos y la producción de leche, ya que al ser animales poliéstricos estacionales, su actividad sexual se inicia en los meses de mayo a junio y finaliza en el mes de diciembre, época con adecuada producción forrajera, sin embargo, el último tercio de gestación, los partos y la producción de leche se presentan en los meses de octubre a mayo, temporadas en las que predomina la escases de

alimentos, esto tiene como resultado pérdidas reproductivas, abortos, elevada mortalidad de crías, hembras y reducida producción, por lo que el recomendar el uso de forrajes regionales al alcance del productor y en periodos de mayor demanda eso como suplementación estratégica, podría mejorar la productividad y reducir la mortalidad. En Querétaro en la región semiárida hemos evaluado diversas alternativas como suplementos estratégicos, tales como el nopal, tanto verdulero, como silvestre, la vaina y hoja de Mezquite (*Prosopis laevigata*), Vaina y hoja de huizache (*Acacia farneciana*), forraje verde hidropónico, etc, siendo los de mayor viabilidad la penca de nopal (*Opuntia ficus indica*) y la vaina de Mezquite. Se han evaluado nopales de diversos

tipo siendo cualquiera de ellos una alternativa adecuada, al presentar una digestibilidad superior al 60%, un contenido de agua del 85 al 90% siendo esta una de sus mayores propiedades, ya que el consumo de nopal puede proporcionar un aporte importante del agua necesaria y reducir el consumo de agua de bebida, líquido que es el de mayor déficit en estas regiones, la producción es de hasta 10 ton de MS/ha, el contenido de minerales y en especial de calcio puede ser importantes como fuente de estos, el valor energético es elevado, y se puede producir durante todo el año. Por su parte la vaina de Mezquite, aun cuando se produce una vez al año, puede conservarse en buen estado varios meses y ser utilizado durante la época de secas, su valor energético es adecuado, el de proteína puede proporcionar niveles de 12%, pero presenta algunos metabolitos secundarios que pueden ser nocivos en consumos elevados, dichos tratamientos como el tostado reducen la mayor parte de estos metabolitos, pero pueden incrementar el contenido de lectinas. Al evaluar estos forrajes en cabras bajo un sistema de alimentación estabulada y con un control del consumo, la sustitución de un 40% de la MS tanto del forraje como del concentrado proporcionado en las raciones control, por mezquite y nopal, no presentó efectos en la producción de leche, la ganancia diaria de peso, ni en las características de la leche, pero permitió una reducción en el consumo de agua y en el costo de las raciones. Se realizó un trabajo para evaluar a la respuesta de la cabra en lactancias avanzadas mantenidas en sistema de pastoreo en la época de secas en la región del semiárido, calidad de la leche, ni en el peso del animal al y no se observaron diferencias en la producción y la ganancia diaria de peso, cuando se sustituyó la suplementación control (concentrado, alfalfa y ensilado, por 50% de esta a base de nopal y vaina de mezquite por un periodo de 80 días, siendo importante en los dos casos que el uso de Vaina de Mezquite pudo incrementar el contenido de ácido linoleico, reducir en forma importante el consumo de agua de bebida, pero incremento en el consumo de agua total (agua del alimento + agua de bebida), evito pérdidas de peso y mantuvo la producción a un menor costo y con el uso de suplementos que el productor puede

tener a la mano, por lo que es importante realizar evaluaciones de los recursos forrajeros locales para poder utilizarlos de una mejor forma y evitar la mortalidad y pérdida de producción durante los meses de partos y meses de sequía.

## Referencias

- Aguilar-Borjas JH. Efecto del tostado de la vaina de mezquite (*Prosopis laevigata*) en la composición, degradabilidad *In situ* y cinética de degradación de la materia seca, proteína cruda, fibra detergente neutro y fibra detergente ácido en caprinos [tesis de grado]. Querétaro: Universidad Autónoma de México; 2009.
- Alegría-Ríos F, López P. Efecto del tostado de la vaina de Mezquite (*Prosopis laevigata*) en la digestibilidad *in vivo* de la Materia seca, proteína cruda, fibra detergente neutro y fibra detergente ácido, así como en el balance de nitrógeno: Pruebas en caprinos [tesis de grado]. Querétaro: Universidad Autónoma de México; 2009.
- Alegría-Ríos FS, Garcia-Gasca T, Andrade-Montemayor H. Roasted of Mesquite Pods (*Prosopis laevigata*) can modify protein content and antinutritive factors. XXII Reunión Nacional sobre caprinocultura; Zacatecas, México: 2007.
- Andrade-Montemayor H, Alegría-Ríos F, Pacheco-López M, Aguilar-Borjas H, Villegas-Díaz FLO, Basurto-Gutierrez R et al. Composition, digestibility and degradability of dry roasted mesquite pods as a feed supplement in goats. 9th International Conference on Goats; 31 ago - 4 sep 2008; Querétaro, Mexico: IGA, UNAM; 2008 (b).
- Andrade-Montemayor H, Alegría-Ríos F, Pacheco-López M, Vera-Avila HR, Jimenez-Severiano H. Changes in nutrient degradation by roasting mesquite pods (*Prosopis laevigata*) can be associated to changes in blood glucose and insulin concentration in goats. 9th International Conference on Goats; 31 ago - 4 sep 2008; Querétaro, Mexico: IGA, UNAM; 2008 (a).
- Andrade-Montemayor HM. Valoración nutritiva de dos sistemas de alimentación y evaluación del uso de fuentes alternativas de proteína vegetal en la alimentación de caprinos. [tesis de doctorado]. España: Universidad de Murcia, 2005.

- Ben Salem H, Nefzaoui A, Abdouli H, Ørskov ER. Effect of increasing level of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* var. *Inermis*) on intake and digestion by sheep given straw-based diets. *Anim Sci.* 1996; 62(2):293-9.
- Ben Salem H, Smith T. Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. *Small Rumin Res.* 2008;77(2-3):174-94.
- Betancourt-Domínguez MA, Hernández-Pérez T, García-Saucedo P, Cruz-Hernández A, Paredes-López O. Physico-chemical changes in cladodes (*Nopalitos*) from cultivated and wild cacti (*Opuntia* spp.) *Plant Foods Hum Nutr.* 2006;61(3):115-9.
- Brenes A, Brenes J. Tratamiento tecnológico de los granos de leguminosas: Influencias sobre su valor nutritivo. IX Curso de Especialización FEDNA; 8 nov – 9 nov 1993; Barcelona: FEDNA; 1993.
- Cerrillo MA, López OO, Nervárez GC, Ramírez RG, Juárez RAS. Nutrient content, intake and in Vitro gas production of diets by Spanish goats browsing a thorn shrubland in North México. *Small Rumin Res.* 2006;66(1-3):76-84.
- CNZA - Comisión nacional de zonas áridas. Instituto Nacional de Ecología. Mezquite (*Prosopis* Spp.). Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México. 1 ed. México, D.F.; 1994. 31 p.
- Cordova-Torres A, Gutierrez-Berroeta L, Kawas RJ, García-Gasca T, Aguilera-Barreiro A, Malda G, et al. El Nopal (*Opuntia ficus indica*) puede ser una alternativa de suplementación para caprinos en regiones semiáridas: Efecto Del tamaño o madurez de la penca en la digestibilidad in vivo y composición. VI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos; 9-11 sep 2009; Querétaro, México: ALEPRyCS; 2009.
- Cordova-Torres AV, Mendoza-Mendoza JC, Bernal-Santos G, García-Gasca T, Kawas JR, Costa RG, et al. Nutritional Composition, in vitro Degradability and Gas Production of *Opuntia ficus indica* and Four Other Wild Cacti Species. *Life Sci.* 2015;12(2s):42-53.
- Costa RG, Beltrão Filho EM, Egypto RDCR, Madruga MS, Medeiros AN, Oliveira CJB. Chemical composition of milk from goats fed with cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) in substitution to corn meal. *Small Rumin Res.* 2010; 94(1-3), 214-7.
- Costa RG, Beltrão Filho EM, Medeiros AN, Givisiez PEN, Egypto RDCR, Melo AAS. Effects of increasing levels of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) in the diet of dairy goats its contribution as a source of water. *Small Rumin Res.* 2009; 82(1): 62-5.
- COTECOCA - Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. Coeficientes de Agostadero de la República Mexicana, estados Aguascalientes y Zacatecas. México D.F: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos; 1980. 267 p.
- Devendra C. The utilization of fiber by goats. Third International Conference on Goat Production and Disease; 10 - 15 jan 1982; Tucson, Arizona: Dairy Goat Journal Pub; 1982.
- Echavarría Chairez, FG, Gutiérrez Luna R, Ledesma Rivera RI, Bañuelos Valenzuela R, Aguilera Soto JI, Serna Pérez A. Influence of small ruminant grazing systems in a semiarid range in the state of Zacatecas México. I Native vegetation. *Tec Pecu Mex.* 2006; 44(2): 203-17.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2013.
- FIRA. Oportunidades de desarrollo en la industria de la leche y carne de cabra en México. Banco de México. 1999; 313(32): 15-62.
- García DE. Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y sus formas de cuantificación. *Pastos y Forrajes.* 2004; 27(2): 101-13.
- Goelema JO, Smits A, Vaessen LM, Wemmers A. Effects of pressure toasting, expander treatment and pelleting on in vitro and in situ parameters of protein and starch in a mixture of broken peas, lupins and faba beans. *Anim Feed Sci Technol.* 1999; 78(1-2): 109-26.
- Hervás G, Frutos P, Mantecón AR. Effect of the administration of quebracho extract on rumen fermentation and diet digestibility in sheep. *Spanish J Agric Res.* 2004;2(1):63-70.

- Huston JE. Forage utilization and nutrient requirements of goat. *J Dairy Sci.* 1978; 61(7): 983-93.
- INE - Instituto Nacional de Ecología. Mapas del medio ambiente de México. 2008 <acceso 8 mar 2019>. Disponible en: <https://www.inecc.gob.mx/emapas/>
- Kawas RJ, Andrade-Montemayor H, Lu CD. Strategic nutrient supplementation of free-ranging goats. *Small Rumin Res.* 2010; 89(2-3): 234-43.
- Liener IE. Antinutritional factors in legume seeds: state of the art. En: Huisman J, Poel AFB, Liener IE. Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds. Proceedings of the first international workshop on Antinutritional Factors (ANF) in legume seeds. 1 ed. Países Bajos: Pudoc; 1989. p. 6-13.
- Louca A, Antoniou T, Hatzimpanayiotou M. Comparative digestibility of feedstuffs by various ruminants, especially goats. Third International Conference on Goat Production and Disease; 10 - 15 jan 1982; Tucson, Arizona: Dairy Goat Journal Pub; 1982.
- Luna LM, Chavez MG, Aguado GA, Barreto R. Composición botánica de la dieta de caprinos en pastoreo en un matorral microfilo del noreste de Jalisco. Congreso Interamericano de Producción Caprina; 11 - 14 out 1988; Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; 1988.
- Mainguet M. Aridity. Droughts and human development. 1 ed. Nueva York: Springer; 1999. 295 p.
- Makkar HPS. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Rumin Res.* 2003; 49(3): 241-56.
- Malpoux B. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction in sheep and goats. XX Reunión Nacional sobre Caprinocultura Culiacán: AMPCA-FMVZ; 2005.
- Middleton NJ, Thomas DSG. World Atlas of Desertification. 1 ed. London: Edward Arnold, UNEP; 1992. 66 p.
- Palacios AR, Hoc SP, Burghardt DA, Vilela EA. Prosopis l.: Biodiversidad y clasificación, estrategias adaptativa, reproductivas e importancia económica. En Hernández FJ, Olalde PV, Vernon CJ. El mezquite, árbol de usos multiples. Estado actual del conocimiento en México. México: Universidad de Guanajuato; 2000. p. 37-50.
- Pfister AJ, Malechek J. The Voluntary forage intake and nutrition of goats and sheep in the semi-arid tropics of northeastern Brazil. *J Anim Sci.* 1986; 63(4): 1078-86.
- Pusztai A, Bardocz S, Martín-Cabrejas MA. The mode of action of ANFs on the gastrointestinal tract and its microflora. En: Muzquiz M, Hill GD, Cuadrado C, Pedrosa MM, Burbano C. Recent Advances of Research in Antinutritional Factors in Legume Seeds and Oilseeds. Wageningen: Wageningen Academic Publishers; 2004. p. 87-94.
- Ramírez R G, Ledezma-Torres R A. Forage utilization from native shrubs *Acacia rigidula* and *Acacia farnesiana* by goats and sheep. *Small Rumin Res.* 1997; 21(1):43-50.
- Ramírez R G, Loyo A, Mora R, Sanchez ME, Chaire A. Forage intake and nutrition of range goats in a shrubland in northeastern Mexico. *J Anim Sci.* 1991; 69(3):879-85.
- Ramírez R G, Neira-Morales RR, Ledezma-Torres RA, Garibaldi-González, CA. Ruminal digestion characteristics and effective degradability of cell wall of browse species from northeastern Mexico. *Small Rumin Res.* 2000; 36(1): 49-55.
- Ramírez R G. Feed resource and feeding techniques of small ruminants under extensive Management conditions. *Small Rumin Res.* 1999; 34(3):215-30.
- Ramírez-Orduña R, Ramírez RG, Romero-Vadillo H, González-Rodríguez H, Armenta- Quintana JA, Avalos-Castro R. Diet and nutrition of range goats on a sarcocaulous shrubland from Baja California Sur, Mexico. *Small Rumin Res.* 2008; 76(3): 166-76.
- Ramos G, Frutos P, Giráldez FJ, Mantecón AR. Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros. *Arch Zootec.* 1998; 47(180):597-620.
- Reed JD, Krueger C, Rodriguez G, Hanson J. Secondary plant compounds and forage evaluation. En: Givens DI, Owen E, Axford RFE, Omed HM. Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. Wallingford, UK: CAB Publishing; 2000. p. 433-45.

- Rekik M, Ben Salem H, Lassoued N, Chalouati H, Ben Salem I. Supplementation of Barbarine ewes with spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) cladodes during late gestation-early suckling: Effects on mammary secretions, blood metabolites, lamb growth and postpartum ovarian activity. *Small Rumin Res.* 2010; 90(1-3): 53-7.
- Reynolds GS, Arias E. 2001. Background on *Opuntia*. En: Mondragón-Jacobo C, Pérez-González S. *Cactus (Opuntia spp) as forage*. Rome: FAO-Plant Production and Protection Paper; 2001. 169 p.
- Ribeiro MN, Carvalho FFR, Gomes Urviola N, Revidatti MA, Paridatti, AF, Mendoza B, et al. Pequeños ruminantes na América do Sul: situação atual e perspectivas. Recife: UFRPE, 2007. 178 p.
- Rodríguez-Franco C, Maldonado LJ. Overview of past, current and potential uses of Mesquite in México. *Prosopis: Semiarid Fuelwood and Forage Tree Building Consensus for the Disenfranchised*; 13-15 mar 1996; Washington, D.C: U.S. National Academy of Sciences Building; 1996.
- Rojas-González L. Evaluación del comportamiento Productivo y Calidad de leche de Caprinos alimentados con Vaina de Mezquite (*Prosopis Laevigata*) y/o Nopal (*Opuntia ficus indica*) [tesis de maestría]. Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro; 2016.
- Schacht W, Maleche CJ. Botanical composition of goat diets in thinned and cleared deciduous woodland in northeastern Brazil. *J Range Man.* 1990; 43(6): 523-29.
- Silanikove N. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Rumin Res.* 2000; 35(3): 181-93.
- Steel RGD, Torrie JH. *Bioestadística: principios y procedimientos*. Mexico: McGraw Hill, 1989. 622p.
- Tegegne F, Kijora C, Peters K. Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) supplementation to sheep and its contribution as source of water. *Small Rumin Res.* 2007; 72(2-3):157-64.
- Valencia CCM, Ponce H, Castellanos PJ, Quiñones V, Soriano R. Árboles natíos y producción de forraje en la zona semiárida de la comarca lagunera. XXII Reunión Nacional sobre caprinocultura ; Zacatecas, México: 2007.
- Vega PV, Florentino BL. *Toxicología de alimentos*. México, DF: Universidad Nacional Autónoma de México; 2000. 261 p.
- Villegas-Díaz JLO, Aguilar-Borjas JH, Andrade-Montemayor HM, Basurto-Gutierrez R, Jimenez-Severino H, Vera-Avila HR. Efecto del tamaño de la penca de nopal (*Opuntia ficus-indica*) sobre La degradabilidad in situ y cinética de degradación de la proteína cruda en caprinos. . XXII Reunión Nacional sobre caprinocultura ; Zacatecas, México: 2007.
- Yu P, Goelema JO, Leury BJ, Tamminga S, Egan AR. An analysis of the nutritive value of heat processed legume seeds for animal production using the DVE/OEB model: a review. *Anim Feed Sci Technol.* 2002; 99(1-4):141-76.

PONENCIAS MAGISTRALES

# "Tratamento inteligente" para o controle de parasitos gastrintestinais de ovinos: o Tratamento Seletivo na era da Revolução 4.0

Cristina Santos Sotomaior\*

Programação de Pós-Graduação em Ciência Animal, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, PR, Brasil

## Resumo

O tratamento seletivo (TST) para o controle das parasitoses gastrintestinais de ovinos é a única alternativa sustentável para controle das parasitoses em longo prazo. O TST preserva a população Refugia, permitindo que os anti-helmínticos (AH) mantenham sua eficácia. Os critérios para definir o momento correto de aplicação dos AH, assim como quais animais precisam ou mais se beneficiariam do tratamento, pode variar dependendo de vários fatores como: idade e categoria dos animais, sistema de produção, clima, intervalo entre avaliações. Na era da Revolução 4.0, esta tomada de decisão pode ser auxiliada por tecnologias como a inteligência artificial, internet das coisas, armazenamento em nuvem e aprendizagem automática, constituindo as chamadas fazendas inteligentes ("Smart Farms").

**Palavras-chave:** *Haemonchus contortus*. Pequenos ruminantes. *Smart farms*. Tomada de decisão. Tratamento seletivo.

## Introducción

Al No controle de parasitos de pequenos ruminantes, existe um consenso de que o uso excessivo de anti-helmínticos (AH) resulta em resistência anti-helmíntica (RAH) e de que a frequência de tratamento é uma das variáveis mais significativamente associadas à RAH (Falzon et al., 2014). Relatos de diferentes partes do mundo mostram que a RAH está disseminada (Torres-Acosta et al., 2012; Rose et al., 2015), até mesmo ao monepantel, o mais novo AH lançado no mercado (Scott et al., 2013; Van den Brom et al., 2015; Cintra et al., 2016). O Brasil é um dos líderes mundiais em publicações sobre RAH (Salgado e Santos, 2016).

Tão importante quanto a frequência de tratamento no desenvolvimento da RAH é o tratamento massal, ou seja, fato de se tratar com AH todos os animais do lote ou rebanho. Segundo Van Wyk et al. (2001) a proporção da população de parasitos em Refugia pode ser o fator que determina a taxa de desenvolvimento da RAH e deve ser

considerada, acima de tudo, no desenvolvimento e implementação de quaisquer estratégias de controle. O conceito de Refugia refere-se à proporção de parasitos suscetíveis que não são expostos ao tratamento anti-helmíntico, seja porque estão no ambiente (estágios de vida livre no pasto), ou porque se encontram no trato gastrintestinal dos hospedeiros que não foram tratados (Kenyon et al., 2009). Esses parasitos constituem um reservatório de genes suscetíveis, diluindo assim os parasitos resistentes presentes.

Este "tratar menos" é a base do Tratamento Seletivo (TST, do termo em inglês Targeted Selective Treatment), no qual apenas uma parte do rebanho ou do lote (e não o lote inteiro) é tratada num determinado momento (Kenyon e Jackson, 2012). O TST aumenta significativamente a porcentagem da população Refugia, exatamente porque apenas uma pequena proporção do rebanho será tratada a cada vez, deixando a grande maioria dos animais sem tratamento. Isso é possível porque os parasitos não estão igualmente distribuídos nos animais. Alguns indivíduos e algumas categorias são mais resistentes aos parasitos que outros. A capacidade de direcionar eficazmente o uso anti-helmíntico depende da identificação destes animais que mais se beneficiarão do tratamento. Portanto, o desafio de implementar o TST é identificar, no momento certo, apenas os animais que realmente precisam de tratamento. Portanto, os critérios utilizados para esta identificação devem de fácil execução, práticos e "pen side", ou seja, no momento da avaliação do animal, define-se se o mesmo necessita ou não de tratamento (Kenyon et al., 2009).

Neste sentido, as novas tecnologias podem auxiliar os técnicos e criadores nesta tomada de decisão. Vivemos hoje a chamada 4ª Revolução Industrial marcada pela convergência de tecnologias digitais, físicas e biológicas, e que, segundo Schwab (2016), significa dizer que: "Estamos a bordo de uma revolução tecnológica que transformará fundamentalmente a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos. Em sua escala, alcance e complexidade, a transformação será diferente de qualquer coisa que o ser humano tenha experimentado antes".

A quarta Revolução Industrial, também chamada de 4.0, está relacionada à automatização completa

das fábricas, Internet das Coisas e Inteligência Artificial. É caracterizada por uma internet mais ubíqua e móvel, por sensores menores, e mais poderosos que se tornam mais baratos e pela inteligência artificial e aprendizagem automática (ou aprendizagem de máquina).

Dentro do contexto da produção animal, os efeitos da 4ª Revolução Industrial se mostram sob várias tendências. Entre elas, as fazendas inteligentes ("Smart Farms"), equipadas com sensores por todos os lados e máquinas dotadas de inteligência artificial. No contexto da agropecuária digital, a Internet das Coisas, os algoritmos e o Big Data entram no mundo rural para elevar ao máximo a produtividade em cada hectare, ao mesmo tempo em que contribuem para reduzir a pressão exercida sobre os recursos naturais e o meio ambiente.

Dentro deste contexto, o controle das parasitoses dos pequenos ruminantes, também deve ser analisado sob outro enfoque. A tomada de decisão de quando e quais animais devem ser tratados, pode ser facilitada se forem utilizados, por exemplo, programas que tenham definidos os critérios de tratamento seletivo para uma determinada categoria e armazenem o histórico do animal.

No Setor de Ovinocultura da Fazenda Experimental (FEGA) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), adota-se um protocolo padrão para tratamento de animais adultos e cordeiros em crescimento. Para animais adultos, utiliza-se o método FAMACHA® (F) (Van Wyk e Bath, 2002) e a avaliação do escore de condição corporal (ECC, que varia de 1 a 5). Animais classificados como F3, F4, F5 são sempre tratados e animais F1 nunca são tratados, exceto se apresentarem edema submandibular. Os animais classificados como F2 serão tratados caso seu ECC seja  $\leq 2$  para ovelhas secas ou  $\leq 1,5$  para ovelhas em lactação (Sotomaior e Cintra, 2018). Portanto, ao utilizar o programa, quando entra-se com a informação de uma ovelha é, por exemplo, F2, está em lactação e apresenta ECC 1,5, o programa automaticamente avisará que este animal deve ser tratado.

No caso de cordeiros em crescimento, os critérios de tratamento seletivo são distintos. Cintra et al. (2019) avaliaram diferentes critérios para a determinação do momento ideal de tratamento de cordeiros na fase pós-desmame e verificaram que o

ganho médio diário (GMD) de peso foi o critério mais eficiente, associado ou não com o a classificação do FAMACHA®. Sabe-se que o desenvolvimento dos cordeiros é representado pelo seu crescimento corporal em função do tempo e pode ser avaliado pela taxa de crescimento ou pelos incrementos em peso e tamanho nos diferentes estágios de vida (Behzadi et al., 2014). Embora a taxa de ganho seja determinada geneticamente, o ganho é influenciado por vários fatores ambientais, como a ingestão de nutrientes e a presença de parasitos (Abegaz et al., 2010). Como as mudanças no peso vivo em um determinado período de tempo podem ser explicadas pelas curvas de crescimento (Keskin et al., 2010), estudos sobre modelos de curvas de crescimento, bem como a variação populacional dos parâmetros estruturais (Behzadi, 2014) têm várias aplicações para os animais de produção, como a avaliação da resposta a diferentes tratamentos ao longo do tempo, a identificação de animais mais precoces, ou seja, mais pesados em menor idade (Hojjati e Hossein-Zadeh, 2018) e auxilia a estabelecer estratégias de alimentação adequadas e a melhor idade de abate (Malhado et al., 2009). Além disso, podem ser utilizadas como critério para identificar se um determinado cordeiro estaria abaixo do ganho de peso estimado para aquela idade e, assim, necessitando de tratamento.

Portanto, faz-se necessário trabalhar no desenvolvimento de programa e aplicativos que possam ser utilizados como facilitadores da tomada de decisão no TST. Se, por um lado, segundo Pivoto et al. (2018), em sua avaliação sobre o desenvolvimento científico de tecnologias agrícolas inteligentes e sua aplicação no Brasil, um dos principais problemas identificados é capacidade dos agricultores para entender e lidar com ferramentas das chamadas "Smart Farms", por outro lado, essas limitações revelam uma oportunidade de mercado para as empresas explorarem e ajudarem a resolver esses problemas, e a ciência tem papel importantíssimo para contribuir para esse processo. Cabe aos pesquisadores da área, em conjunto com especialistas destas novas tecnologias, desenvolverem e validarem estas novas ferramentas, transformando o TST num verdadeiro "tratamento inteligente".

## Referências

- Abegaz S, Van Wyk JB, Olivier JJ. Estimation of genetic and phenotypic parameters of growth curve and their relationship with early growth and productivity in Horro sheep. *Archiv Tierzucht* 2010;53(1):85-94.
- Behzadi MRB, Aslaminejad AA, Sharifi AR, Simianer H. Comparison of mathematical models for describing the growth of Baluchi sheep. *J Agric Sci Technol.* 2014;16:57-68.
- Cintra MCR, Ollhoff RD, Weber SH, Sotomaior CS. Is the Famacha® system always the best criterion for targeted selective treatment for the control of haemonchosis in growing lambs? *Vet Parasitol.* 2019; 266:67-72.
- Cintra MCR, Teixeira VN, Nascimento LV, Sotomaior CS. Lack of efficacy of monepantel against *Trichostrongylus colubriformis* in sheep in Brazil. *Vet. Parasitol.* 2016;216:4-6.
- Falzon LC, O'Neill TJ, Menzies PI, Peregrine AS, Jones-Bitton A, van Leeuwen J, et al. A systematic review and meta-analysis of factors associated with anthelmintic resistance in sheep. *Prev Vet Med.* 2014;117:388-402.
- Hojjati F, Hossein-Zadeh NG. Comparison of non-linear growth models to describe the growth curve of Mehraban sheep. *J Appl Anim Res.* 2018;46:499-504.
- Kenyon F, Greer AW, Coles GC, Cringoli G, Papadopoulos E, Cabaret J, et al. The role of targeted selective treatments in the development of refugia-based approaches to the control of gastrointestinal nematodes of small ruminants. *Vet Parasitol.* 2009;164:3-11.
- Kenyon F, Jackson F. Targeted flock/herd and individual ruminant treatment approaches. *Vet Parasitol.* 2012;186(1/2):10-7.
- Keskin I, Dag B, Sariyel V, Gokmen M. Estimation of growth curve parameters in Konya Merino sheep. *S Afr J Anim Sci.* 2009;39:163-8.
- Malhado CHM, Carneiro PLS, Affonso PRAM, Souza Jr AAO and Sarmiento JLR. Growth curves in Dorper sheep crossed with the local Brazilian breeds, Morada Nova, Rabo Largo, and Santa Inês. *Small Rumin. Res.* 2009;84:16-21.



- Pivoto D, Waquil PD, Talamini E, Finocchio CPS, Corte VFD, Mores GV. Scientific development of smart farming technologies and their application in Brazil. *Inf Process Agric.* 2018;5:21-32.
- Rose H, Rinaldi L, Bosco A, Mavrot F, de Waal T, Skuce P, et al. Widespread anthelmintic resistance in European farmed ruminants: a systematic review. *Vet Rec.* 2015;176(21):546.
- Salgado JA, Santos CP. Overview of anthelmintic resistance of gastrointestinal nematodes of small ruminants in Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet.* 2016;25:3-17.
- Schwab KA. Quarta Revolução Industrial. 1 ed. São Paulo: Edipro; 2016. 159 p.
- Scott I, Pomroy WE, Kenyon PR, Smith G, Adlington B, Moss A. Lack of efficacy of monepantel against *Teladorsagia circumcincta* and *Trichostrongylus columbriformis*. *Vet Parasitol.* 2013;198:166-71.
- Sotomaíor CS, Cintra MCR. Ten years of FAMACHA® system used as criteria for a targeted selective treatment (TST) in a sheep flock: a Brazilian experience. In: Molento MB, Miller J. (Eds.). *Novel Approaches to the Control of Helminth Parasites of Livestock: Facing the Challenge of Helminth Infections in Tropical and Subtropical Areas.* Curitiba: Appris; 2018. p. 43-52.
- Torres-Acosta JFJ, Mendoza-de-Gives P, Aguilar-Caballero AJ, Cuéllar-Ordaz JA. Anthelmintic resistance in sheep farms: update of the situation in the American continent. *Vet Parasitol.* 2012;189(1):89-96.
- Van den Brom R, Moll L, Kappert C, Vellema P. *Haemonchus contortus* resistance to monepantel in sheep. *Vet Parasitol.* 2015; 209:278-80.
- Van Wyk JA, Bath GF. The FAMACHA system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. *Vet. Res.* 2002;33:509-29.
- Van Wyk JA. Refugia – overlooked as perhaps the most important factor concerning the development of anthelmintic resistance. Onderstepoort J. *Vet. Res.* 2001;68:55-7.

## PONENCIAS MAGISTRALES

# Uso de extractos de plantas en el control de parasitosis

Rosa Isabel Higuera-Piedrahita

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

## Resumen

Las parasitosis son en la actualidad uno de los problemas más importantes en la salud del rebaño. Las opciones actuales de control se limitan al uso de fármacos disponibles en el mercado, los cuales son de uso cotidiano sin cronograma sanitario en su mayoría, por lo cual, la población refugio susceptible parasitaria se hace cada vez menor. Es entonces importante incluir herramientas eficaces para el control integrado de parásitos que permitan la subsistencia de cepas susceptibles y que además tengan un plus, disminuyendo el impacto al ambiente e inclusive un mecanismo de acción que permita cero residuos y en este campo es donde la herbolaria toma importancia en su estudio.

**Palabras clave:** Extractos vegetales. *Haemonchus contortus*. Control integrado de parásitos.

## Introducción

La medicina tradicional, herbolaria ha sido utilizada desde épocas ancestrales utilizando extractos acuosos o hidroalcohólicos productos de fermentación, conociendo de tal forma actividad en determinadas plantas, pero al mismo tiempo

desconociendo moléculas eficaces, dosis efectivas y en muchos casos efectos secundarios (Saunders et al., 2013).

En este sentido el estudio de las plantas comienza de acuerdo a la clasificación del uso de la planta en cuatro puntos importantes:

1. Nivel mínimo: no existe información de la planta a estudiar.

2. Bajo nivel: no existe información de la planta como tal, si no de plantas de la misma familia, puede validarla el hecho de que se use en otros ramos.

3. De nivel medio: además de los datos etnobotánicos, información fitoquímicos o farmacológico disponible hay información de su eficacia.

4. De alto nivel: si la etnobotánica y datos farmacológicos son consistentes con el uso popular de la planta, su uso se clasifica en el nivel más alto de validez y es considerado eficaz.

Una vez elegida la planta, se realiza una búsqueda bibliográfica, no sólo de la misma sino de la familia, ya que muchos metabolitos se comparten y cambia su concentración dependiendo su estado fenológico, además, muchas veces en otros géneros se encuentran isómeros de las plantas que pueden potenciar o disminuir la eficacia sobre el objetivo.

El género Asteraceae se ha estudiado ampliamente como una de las familias por excelencia antiparasitarias tanto intracelulares como extracelulares, es además

muy rica en flavonoides, terpenos que en general se les atribuyen funciones antihelmínticas, antioxidantes, anticancerosas e inclusive anticonceptivas.

Lans et al. (2007) mostraron una serie de plantas con actividad antihelmíntica como es el caso de *Artemisia cina*, *A. vulgaris*, *A. annua*, *Echinacea purpurea* y la *Mentha piperita*. En 2011, Lans (2011) demostró el efecto antihelmíntico en pequeños rumiantes de extractos acuosos como el ajo, la cebolla, menta, nueces, eneldo, y perejil todo utilizado para parasitismo gastrointestinal. Van Agtmael et al. (1999) y Lans (2011) muestran que *Artemisia* spp. se utiliza para el tratamiento de los animales infectados con parásitos en sangre, tales como *Plasmodium* sp. y *Trypanosoma* sp.

El género *Artemisia* sp. ha sido objeto de estudio en los últimos años ya que se han encontrado compuestos con alta capacidad antihemíntica como sesquiterpenos, flavonoides, cumarinas, triterpenoides, compuestos esteroides, fenoles, purinas, lípidos y alifáticos los cuales además poseen alta actividad antioxidante (Bhakuni et al., 2011; Ferreira y Janick, 2009).

Artemisinina o llamado quinghaosu en la medicina china es una lactona sesquiterpena considerada como el principal componente de *Artemisia annua* y en la actualidad se conoce que de *A. cina* (Klayman, 1985).

El nivel de concentración de artemisinina en *A. cina* puede variar dependiendo de las condiciones de cultivo, variación estacional y geográfica. En general artemisinina está presente entre el 0,01 y 0,4% en hojas y flores de la planta seca (Van Agtmael et al., 1999). La artemisinina es considerada un potente antimalárico contra *Plasmodium falciparum* resistentes a cloroquina y quinina (Heppner y Ballou, 1998; Cala, 2010). Según Golenser et al. (2006), los mecanismos de acción atribuidos a la artemisinina incluyen interferencia en las proteínas de transporte en la función mitocondrial del parásito, modulación de la función inmune del hospedador e inhibición de la angiogénesis.

El estudio farmacocinético de la artemisinina en caprinos realizado por Cala (2010) muestra que la dihidroartemisinina es el principal metabolito activo de la artemisinina, ésta apareció en el plasma cuatro horas después de la administración

oral de la dosis de 23 mg de artemisinina/kg PV y consiguió su pico 12 horas después. En las heces, la concentración no absorbida de artemisinina en las primeras 24 horas fue de 2,4 µg/g y disminuyó rápidamente 30 horas después. Se observó que la mayor parte de la artemisinina fue eliminada en las heces: este hecho probablemente impidió que la artemisinina administrada por vía oral tomara niveles sanguíneos deseados.

La administración de dihidroartemisinina vía oral en las dosis de 10, 20 y 30 mg/kg PV en conejos y 20 mg/kg de peso vivo en perros, no presentó toxicidad en ninguno de los experimentos (Zhao y Song, 1990). Boareto et al. (2008) mostraron el efecto de artemisinina en dosis crecientes de 7,3 y 70 mg/kg PV/día sobre diferentes periodos de la gestación en ratas Wistar (7 a 13 y de 14 a 20 días): se observó la toxicidad para todos los periodos de tratamiento, con menos sensibilidad en estadios más avanzados de gestación. A dosis de 35 e 75 mg/kg causaban elevados porcentajes de pérdidas después de la implantación: se concluyó que la administración oral de la artemisinina puede afectar estos estadios y el propio desarrollo gestacional en ratas. Así muestra que la toxicidad y la eficacia de la artemisinina y de dihidroartemisinina dependen del tiempo de exposición y de su concentración en sangre (Zhao y Song, 1990; Boareto y col, 2008).

Iqbal et al. (2004) observaron que en ovinos con infección mixta de nematodos gastroentéricos se encuentra una reducción de 67,2% de huevos por gramo a los 14 días después de haber recibido un extracto acuoso de *A. brevifolia* en dosis de 3,0 g/kg de peso vivo (pv). Además, en evaluaciones in vitro sobre adultos de *H. contortus* se verificó una parálisis completa y mortalidad seis horas después de la exposición de los extractos acuosos y metanólicos de *A. brevifolia* a adultos de *Haemonchus contortus*.

Tariq et al. (2009) mostraron eficacia antihelmíntica del extracto acuoso (73,6%) y extracto etanólico (94,7%) de las partes aéreas de *A. absinthium*, contra nematodos gastrointestinales en ovinos en pruebas de inhibición de la motilidad de adultos. El extracto etanólico es tan eficaz como el albendazol. En desafíos in vivo mostró una reducción de huevos por gramo en heces de 90,5% utilizando una dosis de 2 g/Kg PV.

Estudios hechos por Higuera-Piedrahita et al. (2016) mostraron el desafío del extracto etanólico de *A. cina* en animales naturalmente infectados por nemátodos gastroentéricos mostrando que al grupo al que se administró extracto etanólico y albendazol mostraron una reducción significativa en la cantidad de hpg ( $p < 0,05$ ).

En conclusión, el estudio de extractos de plantas no se limita al extracto sino a la evaluación de moléculas activas presentes tanto in vivo como in vitro para permitir incluirlas dentro del control integrado de parásitos. Además, muchas de las moléculas encontradas no sólo poseen actividad nematicida, sino otros usos que deben ser evaluados para una adecuada administración.

## Desarrollo temático

### Extracto etanólico de *A. cina*

El extracto etanólico de *A. cina*, se obtuvo realizando extracción en solvente por 48 horas y posteriormente se liofilizó.

### Fraccionamiento de *A. cina*

La metodología para el fraccionamiento de la planta se realizó siguiendo la descripción de Giang et al. (2013) para extractos etanólicos de *A. japónica*. Se realizó una partición líquido-líquido (combinación de dos moléculas inmiscibles, metanol y hexano, de forma que las moléculas polares se mezclan con el metanol y las no polares con el hexano) y se obtuvieron dos fracciones: una hexánica y una metanólica.

#### *Fracción hexánica*

De la fracción hexánica se obtuvieron cuatro fracciones (Ac2a, Ac2b, Ac3b y Ac4b) por columna de cromatografía al vacío (VLC) con tonsil. Posteriormente, se realizó una columna de gravedad, obteniéndose así catorce fracciones, identificadas como Ac3a hasta Ac3n. Las fracciones obtenidas se evaluaron por medio de cromatografía en capa fina para determinar cuál era artemisinina; y se evaluaron, además, por espectroscopia de

masas. A las fracciones que se determinaron como artemisininas se les realizó una placa preparativa.

Placa preparativa: de la placa preparativa se obtuvieron cuatro fracciones, que fueron evaluadas para determinar artemisininas: Ac4a, Ac4b, Ac4c y Ac4d; la fracción Ac4b fue evaluada por cromatografía en capa fina y espectrometría de masas (resultados no mostrados en este estudio); se determinaron como artemisininas y se eligieron para el ensayo *in vitro*.

#### *Fracción metanólica*

De la fracción metanólica (de la partición líquido - líquido) se aislaron cinco fracciones. Se realizó cromatografía en capa fina para determinar artemisininas. Todas las fracciones obtenidas se liofilizaron, se mantuvieron 12 horas en desecador y se pesaron.

### Larvas de *H. contortus*

Los huevos de *H. contortus* se obtuvieron de las heces de un cordero donador, infectado experimentalmente con 5000 larvas de tercer estadio (L3). La cepa es de origen ovino aislada, mantenida y caracterizada en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Se colectaron larvas infectantes por medio de la técnica de Corticelli-Lai.

### Ensayo de eclosión de huevos (EHA)

Ésta técnica se realizó siguiendo la metodología citada por Coles et al. (1992). Se aplicaron los tratamientos: las fracciones: Ac3a, Ac3b, Ac3e, Ac3h, Ac3k, Ac4b, artemisinina (éstas a 1 mg/ml), agua (20 uL), albendazol a 300 mg/ml (20 uL), alcohol etílico (20 uL), testigo 20 uL, en placas de 96 pozos con tres repeticiones cada una.

### Ensayo de inhibición de migración larvaria (LMIA)

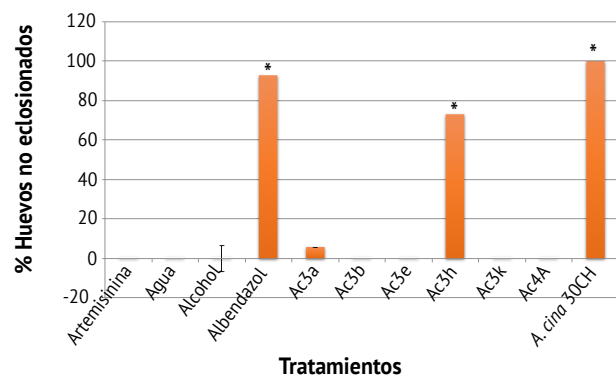
Según la técnica descrita por Lloyd et al. (2000), se aplican los tratamientos: las fracciones Ac3a, Ac3b, Ac3c, Ac3d, Ac3e, Ac3f, Ac3g, Ac3h, Ac3i, Ac3j, Ac3k, Ac3l, Ac3m, Ac4a, Ac4b, Ac4c y Ac4d, artemisinina (éstas a 1 mg/ml y a 0,1 mg/ml), agua

(20 uL), albendazol a 300 mg/ml (20 uL), alcohol etílico (20 uL), con tres repeticiones cada una. Se incuban por tres horas a 28 °C.

### Análisis estadístico

Se realizó un ANOVA multifactorial por medio del programa Statgraphics® para cada experimento.

## Resultados

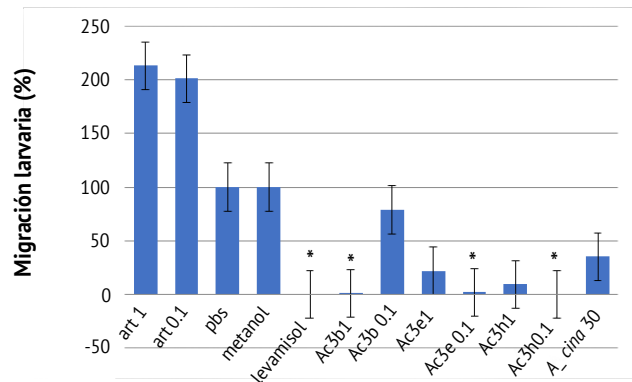


**Figura 1** - Ensayo de inhibición de la eclosión de huevos de *H. contortus* tratados con artemisinina (1 mg/ml), agua (1 ml), alcohol (1 ml), albendazol (300 mg/ml) y con las fracciones (1 mg/ml): Ac3a, Ac3b, Ac3e, Ac3h, Ac4a. ME + EE. \* Diferencias significativas entre grupos ( $p < 0,05$ ).

### Ensayo de migración larvaria

Se encontró que 0% de L3 de *H. contortus* migran después de tres horas de tratamiento con levamisol, se observó un efecto letal evidente y se encontraron diferencias significativas entre los grupos ( $p < 0,05$ ). En cuanto a *A. cina* se encontró que el 35,5% de las larvas migraron ( $p < 0,05$ ). Los controles como el agua mostraron una migración de 92% y con PBS una migración de 94,1%, no se encontraron diferencias significativas entre ellos ( $p > 0,05$ ).

Las fracciones Ac3h (0,1 mg/mL), Ac3b (1 mg/mL), Ac3e (0,1 mg/mL) y Ac3a (1 mg/mL) mostraron inhibición de la migración ( $p > 0,05$ ) y no se obtuvieron diferencias entre estas y el control de levamisol. No se encontraron diferencias entre los controles de agua, alcohol y PBS ( $p > 0,05$ ) (Figura 2).



**Figura 2** - Ensayo de migración larvaria: L<sub>3</sub> de *H. contortus* tratados con artemisinina (1 mg/ml y 0,1 mg/ml), PBS (1 ml), alcohol (1 ml), levamisol (7,5 mg/ml), Ac3b (1 mg/ml), Ac3e (1 mg/ml), Ac3h (1 mg/ml). ME + EE. \* Existe diferencia significativa entre grupos ( $p < 0,05$ ).

El albendazol mostró inhibición de la eclosión de huevos en un rango de 90 a 100%. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Akkari et al. (2014) utilizando *A. campestris* en el ensayo de eclosión de huevos, donde se encontró que la dosis letal 50 para el extracto etanólico fue de 0,8 mg/mL en este estudio se demostró que la dosis letal es 1 mg/mL. La fracción Ac3h obtenida del extracto etanólico: mostró inhibición de la eclosión de huevos en un 70%, éstos resultados son pioneros en mostrar el efecto *in vitro* de *A. cina* en fracciones obtenidas del extracto etanólico. Trabajos como el de Bashtar et al. (2011) mostraron el efecto directo de *A. cina* en extracto etanólico sobre el parásito adulto (*Moniezia* spp). Hallazgos complementarios a éste estudio: mostraron por microscopía electrónica daños estructurales al parásito: los cuales realizó el mismo daño a nivel de huevos y larvas como se observó en éste estudio. Esto plantea que *A. cina* puede ser un antihelmíntico de alta eficacia comprobada *in vitro* para el control de hemonchosis en ovinos.

Las fracciones obtenidas del extracto etanólico Ac3h, Ac3b, Ac3e, Ac3a y levamisol mostraron inhibición de la migración ( $p > 0,05$ ), éstas fracciones se determinaron como artemisininas según resultados mostrados anteriormente. Estos resultados son comparables con los hallados por Bashtar et al. (2011) donde encontró una eficacia entre 70 y 80% de *A. cina* como antihelmíntica, estos hallazgos permiten considerar la planta como un potencial antihelmíntico.

Los resultados obtenidos en el ensayo de inhibición de la eclosión de huevos son comparables con los encontrados por Costa et al. (2008) utilizando *Azaridachta indica* mostraron que es necesario 1,8 mg/ml de extracto etanólico de la planta para inhibir el 95% de la eclosión de huevos; en éste estudio fue necesario 1 mg/ml para inhibir la eclosión de huevos en la fracción Ac3h. Esta concentración al compararla con un estándar como el albendazol que inhibe el 100% de eclosión, muestra que puede ser una alternativa eficaz. El albendazol es una sustancia pura, mientras que las fracciones tienen muchos compuestos químicos que contienen el componente activo con acción ovicida. Además, a diferencia del ABZ: *A. cina* es un producto natural que puede crecer localmente y se obtiene a bajo costo. En general, el extracto de una planta tiene pocas concentraciones de componentes activos y un gran número de componentes promisorios (Rates, 1994).

En éste estudio no se evidenció la eficacia de artemisinina en larvas 3, tampoco se evidenció con fracciones que se asumen como artemisininas por cromatografía, el daño se evidenció en fracciones como la Ac3e, Ac3a, Ac3b y Ac3h que por su espectrometría de masas tienen concentración de artemisininas pero con otra molécula de mas bajo peso molecular. En este estudio no se dilucidaron las moléculas, solamente se determinó su peso molecular para compararlas con el control de artemisininas de Sigma®. Se puede asumir que la falta de actividad de las artemisininas es por su presentación, ya que dependiendo la conformación de su molécula es más eficaz como lo cita Yuan et al. (2014).

El efecto que se encontró en ensayos in vitro con el extracto etanólico de *A. cina* y con las fracciones permite demostrar que la extracción de los metabolitos eficaces puede hacer cambiar la conformación de las moléculas y disminuir su eficacia. Resultados comparables los reporta Domínguez (1979) donde la actividad de las plantas ha sido atribuida a metabolitos secundarios que pueden ser extraídos de la planta sin tratamiento alguno: así como se obtiene *A. cina* de las hojas de la planta en prefloración y éste extracto utilizado sobre L3 es uno de los ensayos por excelencia que muestran la eficacia de la misma (Avello, 2009). En éste estudio con *A. cina* y sus fracciones se consiguió

una inhibición de la migración larvaria del 79 % al 100% con las fracciones Ac3b y Ac3e.

La planta *A. cina* mostró poseer en su composición algunos terpenoides: Kim et al. (2014) reportó actividad insecticida de éstos, además se ven envueltos en la inhibición o retraso del crecimiento, daño en la maduración y reducción de la capacidad reproductiva o el apetito, hallazgos que coinciden con lo reportado por nosotros sobre inhibición de la eclosión de huevos e inhibición de la migración larvaria.

## Conclusión

Las fracciones Ac3a, Ac3b, Ac3h, Ac3i, Ac4a mostraron picos congruentes con artemisininas Sigma®: se encontró que éstas fracciones poseen dos picos, a 244.89 m/z y a 261m/z. Se determinó que la presencia de este último permite que la fracción sea activa *in vitro*; es decir, que posea efecto letal.

El extracto etanólico de *A. cina* tiene pequeñas cantidades de artemisininas, las cuales son fácilmente separables por el método de cromatografía en capa fina. El sistema más apropiado para su separación es hexano: acetona a una concentración de 80:20.

Las fracciones Ac3e, Ac3h y el levamisol mostraron inhibición de la migración larvaria (L3).

## Agradecimientos

Proyecto PAPIIT: Efecto antihelmíntico del extracto etanólico de *Artemisia cina*, semilla de papaya (*Carica papaya*) y taninos condensados sobre *Haemonchus contortus*.

## Referencias

Akkari H, Rtibi K, B'chir F, Rekik M, Darghouth MA, Gharbi M. In vitro evidence that the pastoral *Artemisia campestris* species exerts an anthelmintic effect on *Haemonchus contortus* from sheep. Vet Res Commun. 2014;38(3):249-55.

Avello M, Avendaño CS, Mennickent S. Aspectos generales de la homeopatía. Rev Méd Chile. 2009;137(1):115-20.

- Bashtar A, Hassanein M, Abdel-Ghaffar F, Al-Rasheid K, Hassan S, Mehlhorn H, et al. Studies on monieziaasis of sheep I. Prevalence an antihelminthic effects of some plant extracts, a light and electron microscopic study. *Parasitol Res.* 2011;108(1):177-86.
- Bhakuni RS, Jain DC, Sharma RP, Kumar S. Secondary metabolites of *Artemisia annua* and their biological activity. *Curr Sci India.* 2011;80(11):35-48.
- Boareto AC, Muller JC, Bufalo AC, Botelho GG, Araujo SL, Foglio MA, et al. Toxicity of artemisinin *Artemisia annua* L. in two different periods of pregnancy in Wistar rats. *Reprod Toxicol.* 2008;25(2):239-46.
- Cala AC. Avaliação da atividade de *Artemisia annua* L., *Melia azedarach* L. e *Trichilia clausenii* C. sobre nematódeos gastrintestinais de ovinos [tesis de maestría]. Jaboticabal, Brasil: Universidade Estadual Paulista ; 2010. 64 p.
- Coles GC, Bauer C, Borgsteede FH, Geerts S, Klei TR, Taylor MA, et al. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet Parasitol.* 1992;44(1-2):35-44.
- Costa CTC, Bevilaqua CML, Camurça-Vasconcelos ALF, Maciel MV, Morais SM, Castro CMS, et al. In vitro ovicidal and larvicidal activity of *Azadirachta indica* extracts on *Haemonchus contortus*. *Small Rumin Res.* 2008;74(1-3):284-7.
- Ferreira J, Janick J. Annual wormwood (*Artemisia annua* L.). 2009 [14 feb 2019]. Disponible en: <https://tinyurl.com/yyev5gnf>.
- Giang PM, Binh NT, Matsunami K, Son PT. Three new eudesmanes from *Artemisia japonica*. *Nat Prod Res.* 2014;28(9):631-5.
- Golenser J, Waknine JH, Krugliak M, Hunt NH, Grau GE. Current perspectives on the mechanism of action of artemisinins. *Int J Parasitol.* 2006;36(14):1427-41.
- Heppner DG, Ballou WR. Malaria in 1998: advances in diagnosis, drugs and vaccine development. *Curr Opin Infect Dis.* 1998;11(5):519-30.
- Higuera-Piedrahita R, López-Arellano M, López-Arellano R, Cuenca-Verde C, Cuéllar-Ordaz JA. Evaluación del efecto de las artemisininas provenientes del extracto etanólico de *Artemisia cina* sobre L3 de *Haemonchus contortus* en una técnica de explantes abomasales. *Rev Cien Agri.* 2016;13(1):107-16.
- Iqbal Z, Lateef M, Ashraf M, Jabbar A. Antihelmintic activity of *Artemisia brevifolia* in sheep. *J Ethnopharmacol.* 2004;93(2-3):265-8.
- Kim MH, Seo JY, Liu KH, Kim JS. Protective effect of *Artemisia annua* L. extract against galactose induce oxidatice stress in mice. *PLoS One.* 2014;9(7):e101486.
- Klayman DL. Qinghaosu (Artemisinin): An antimalarial drug from China. *Science.* 1985;228(4703):1049-55.
- Lans C. Validation of ethnoveterinary medicinal treatments. *Vet Parasitol.* 2011;178(3-4):389-90.
- Lans C, Turner N, Khan T, Brauer G. Ethnoveterinary medicines used to treat endoparasites and stomach problems in pigs and pets in British Columbia, Canada. *Vet Parasitol.* 2007;148(3-4):325-40.
- Lloyd JB, Fitzgibbon CC, Barchia I. Evaluation of a laboratory test to detect resistance to closantel in *Haemonchus contortus*. *Aust Vet J.* 2000;78(10):710-4.
- Saunders GI, Wasmuth JD, Beech R, Laing R, Hunt M, Naghra H, et al. Characterization and comparative analysis of the complete *Haemonchus contortus* b-tubulin gene family and implications for benzimidazole resistance in strongylid nematodes. *Int J Parasitol.* 2013;43(6):465-75.
- Van Agtmael MA, Eggelte TA, van Boxtel CJ. Artemisinin drugs in the treatment of malaria: from medicinal harb to registered medication. *Trends Pharmacol Sci.* 1999;20(5):199-205.
- Yuan Y, Liu W, Zhang Q, Xiang L, Liu X, Chen M, et al. Overexpression of artemisinic aldehyde  $\Delta 11$  (13) reductasa gene enhanced artemisinin and its relative metabolite biosynthesis in transgenic *Artemisia annua* L. *Biotechnol Appl Biochem.* 2015;62(1):17-23.
- Zhao KC, Song ZY. The pharmacokinetics of dihydroqinghaosu given orally to rabbits and dogs. *Yao Xue Xue Bao.* 1990;25(2):147-9.

BIENESTAR ANIMAL

# Adaptation of the Welfare Quality® assessment protocol for sheep in an extensive production unity system

María Concepción Barrón Rivas<sup>1\*</sup>, Arturo Luna Blasio<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Especialidad en Producción Ovina, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Toluca, México

<sup>2</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Toluca, México

## Abstract

Up until very recently, there was no assessment protocols of animal welfare (AW) in sheep, except the quite recent created by the Animal Welfare Indicators (AWIN). Hence, we decided to replicate previous work on animal welfare assessment with an adaptation of the Welfare Quality® protocol applied in different livestock species. The present study took place in a sheep production unity under an extensive production system in the municipality of Singuilucan, Hidalgo, Mexico. Information of indicators based on 20 individuals, their environment (production unity) and management type were collected, along with the application of surveys to farmers. A measurement scale of a 0 - 2 interval was used, where 0 = negative, null or low, 1 = intermediate, and 2 = positive, high or optimum. The following results were found: mean of animal welfare indicators = 1.89, mean of environment indicators = 1.64, mean of animal management = 1.06 and a general mean of 1.53. On the subject of the survey, the farmers do acknowledge emotions in animals; however, they are not familiar with the 'animal welfare' term and sustain not to receive any kind of training on that matter. These last results highlighted the need for animal welfare courses addressed to farmers in order to

generate a positive and greater impact in these types of production unities.

**Keywords:** Animal welfare. Welfare indicators. Ovine. Extensive system.

## Introduction

The term animal welfare emerges from the scientific knowledge and awareness of sentience in animals, who can feel pain, stress and other negative feelings. In addition, it emerged with the conviction that it is morally unacceptable to cause pain to any animal (Fernández, 2013). The welfare animal farm council incorporates multidimensional approaches based on the founding of the Five Freedoms (Fraser et al., 1997). The different welfare indicators, based on the animal or their environment, permit an objective evaluation of the animal, its environment, and of the animal productivity since they are grounded in a very definite methodology. The evaluation of the



animals themselves can give us relevant information regarding their welfare and how do they respond to their environment (Main et al., 2007).

The objective of the Welfare Quality® protocol, initially applicable in the European Union, was to establish an assessment system of animal welfare focussed on six livestock species, and that this protocol remained as the foundation of the certification systems (Welfare Quality, 2009). Since 2015, the AWIN protocols for sheep exist; however, in the present work we carried out an adaptation of the Welfare Quality as a preliminary project for its potential application to the Mexican production systems (AWIN, 2015).

## Material and methods

The present study was carried out in a production unity of 206 sheep, localised in 'La Virgen' in the municipality of Singuilucan, in the southeast of the Hidalgo State, Mexico (19° 56' 05.5" N, 98° 27' 14.5" W, 2,640 m). An adaptation of the Welfare Quality® protocol for sheep was done, and we additionally took as reference Fernández's work (2013) in dairy

sheep. The data of 20 sheep was collected through direct observation, along with the information of the management and environment type. In addition, a survey was applied to farmers. A measurement scale of 0 - 2 was used, where 0 = negative, null or low, 1 = intermediate, and 2 = positive, high or optimum. A mean for every indicator and a general mean was calculated. The number of animals was determined by the minimum of a representative sample and 10% aleatory. Moreover, we had to contemplate the farmers' accessibility to evaluate the animals.

## Results

The indicators based on the environment were calculated as indicated in literature in terms of the essential indicators within the facilities (Figure 1). For indicators based on the animal, the general mean and the mean of each indicator of 20 animals was calculated (Table1). Indicators based on the animal management were calculated as indicated in the literature in terms of the essential indicators in management. The measurement scale 0 - 2 was used (Table 2).

Indicators	Observed	Minimum requirement	Assessment
<i>Night pen</i>	437 m <sup>2</sup>	2.5 m <sup>2</sup> /animal x 206 animals = 309 m <sup>2</sup>	2
1. Hygiene	Deficient	-	1
<i>Water drinker</i>	600 l available within the den, plus animals can reach drinking dams during grazing	7.5 l/day/animal x 206 animals = 1,545 l	2
2. Hygiene		-	2
3. Availability		-	2
<i>Feeder</i>	Not applicable (grazing)	Not applicable	2
4. Hygiene	-	-	2
5. Availability	-	-	2
6. Ventilation	E and W orientation with dominant winds in the same direction	Wind shelters	2
7. Smell	No perceptible		2
8. Instalations	Sharp objects present, no maintenance and very irregular floor		0
9. Bed	Not present		0
10. Floor	Earth floor		2
11. Shades	Not present		0
<b>Environment indicators mean</b>			<b>1.64</b>

**Figure 1** - Indicators based on the animal environment of an extensive production system of sheep. Source: personal.

**Table 1** - Indicators based on the animal, on each individual

Indicators	Mean (n = 20)
1. Body condition	1.6
1. Cleanliness	1.8
Tegumentary alterations	
2. Alopecia	2.0
3. Injuries	1.8
4. Inflammation	2.0
5. Nasal discharge	1.6
6. Ocular discharge	2.0
7. Hyperventilation/dyspnoea	2.0
8. Hoof overgrow	2.0
9. Cough (flock)	2.0
10. Claudication (flock)	2.0
<b>Animal indicators mean</b>	<b>1.89</b>

Source: personal.

**Table 2** - Indicators based on the animal management and obtained through the applied survey to farmers

Criteria	Assessment
1. Grazing hours (8 hours)	2
2. Predators attacks in the last year (Yes)	0
3. Predators protection (No)	0
4. Weaning age (90 days)	2
5. Feeding change method (gradual)	2
6. Cleaning of corral (daily)	2
7. Tail docking age (7 days)	2
8. Tail docking method (elastration)	2
9. Sheep shearing supervision and care (No)	0
10. Professional sheep shearing (No)	0
11. Lotification by physiological stage (No)	0
12. Sheep herding tools (stick)	2
13. Preventive medicine: deworming, bacterinization and vitamintion programs (Yes)	2
14. Reproductive registers (No)	0
15. Qualified personnel for lambing season (No)	0
<b>Management indicators mean</b>	<b>1.06</b>

Source: personal.

In order to obtain the general mean of the production unity inspected each indicator result was considered: 1.53 (regular to good animal welfare). The owner, who also answered the survey, affirmed that animals are indeed capable of having emotions and that they are conscious beings capable of behave differently when facing external stimuli. However, she stated that she was not aware of the animal welfare term and that she was not accordingly trained.

## Discussion

The animal welfare protocol, adapted from the Welfare Quality and taking as reference Fernandez's work (2013), allowed identifying the level of AW in the production unity. In the present study, it was acknowledged that the production unity needs more attention and a significant improvement. It is suggested that, due to the climatological variance, the animal welfare assessment should be applied in different seasons for this system type, this with the objective of gaining more precise indicators of the real problematic extensive system. The current challenge is to implement the "Welfare assessment protocol for sheep" of AWIN (2015) to a larger number of animals.

## Conclusion

An animal welfare evaluation protocol will allow us to measure welfare objectively, and to integrate the necessary information of the different production areas, and subsequently, to develop improvement plans based merely in the evaluation. It is pertinent to provide specialised advising to sheep farmers in the different production systems in the matter of AW enhancement and the constant evaluation of the animal conditions. This preliminary study functions as a foundation for its use in a larger number of animals and in dissimilar Mexican extensive systems, as well as an introductory evaluation close to Animal Welfare Indicators, which describe in depth the different indicators of sheep animal welfare.

## References

AWIN - Animal Welfare Indicators. AWIN Welfare Assessment Protocol for Sheep; 2015. DOI: 10.13130/AWIN\_SHEEP\_2015.

Fernández GC. Diseño y validación de un protocolo de evaluación de bienestar animal en granja para el ovino lechero [tesis de maestría]. Córdoba: Universidad de Córdoba; 2013.

Fraser D, Weary DM, Pajor EA, Milligan BN. A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns. *Anim Welf.* 1997;6:187-205.

Main DCJ, Whay HR, Leeb C, Webster AJF. Formal animal-based welfare assessment in UK certification schemes. *Anim Welf.* 2007;16(2):233-6.

Welfare Quality. Science and society improving animal welfare. Hacia un sistema de evaluación Welfare Quality®. 2018 [acceso 2 mar 2019]. Disponible en: <https://tinyurl.com/y6ymr7e4>.

BIENESTAR ANIMAL

## Evaluación de dos técnicas de caudectomía en corderos sobre la escala facial del dolor y constantes fisiológicas

Ignacio Herrera-Hernández, Paolo Cano-Suárez, Salvador Arzate-Vargas, Angel Martín-Pérez, Patricia Martínez-Beltrán, Victoria Valdez-Gallegos, Angélica Terraza-García\*

Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

### Resumen

El descole o caudectomía se ha considerado manejo rutinario que tiene implicaciones sanitarias y reproductivas. Las técnicas de descole más utilizadas son la pinza de Burdizzo y el anillo de goma. Estas técnicas causan dolor y éste puede identificarse utilizando la escala de expresiones faciales para el dolor (Grimace). Por lo que el objetivo del presente trabajo fue valorar constantes fisiológicas y la escala de expresiones faciales para el dolor, en corderos sometidos a dos técnicas de descole. Se utilizaron 27 corderos raza Columbia, divididos en tres grupos: Anillo (A), Burdizzo (B), Control (C). Se realizaron tres observaciones: 1,5 horas previas al descole, durante el descole y 1,5 horas posteriores al descole; registrando constantes fisiológicas (frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria y temperatura rectal) y filmando la región facial durante 5 minutos con lo cual se determinó un puntaje (0 sin dolor presente, 1 dolor leve, y 2 dolor severo) en la escala de Grimace. Los datos fueron analizados por Kruskal Wallis y ANOVA en el programa estadístico Systat 13.0. Cuando se evaluó la escala de dolor en el momento de realizar el descole (hora = 0) se encontró que los corderos del grupo A ( $1,22 \pm 0,22$ ) y B ( $1,77 \pm 0,14$ ) mostraron mayores ( $p \leq 0,0001$ ) valores de Grimace que el grupo C ( $0,11 \pm 0,11$ ). Dicho resultado se mantuvo, aunque con menores valores de la escala (C:  $0,00 \pm 0,00$ ; A:  $0,55 \pm 0,17$  y B:  $0,44 \pm 0,14$ ), a 1,5 horas posteriores ( $p = 0,034$ ). La frecuencia cardiaca aumentó a las 0 y 1,5 horas posteriores al tratamiento, siendo mayor en los corderos del grupo C (0 h:  $134,88 \pm 7,69$  y 1,5 h:  $120,00 \pm 7,84$ ) vs grupo A (0 h:  $100,00 \pm 4,55$  y 1,5 h:  $4,55 \pm 3,61$ ) y el grupo B (0h:  $108,44 \pm 3,19$  y 1,5h:  $98,88 \pm 4,18$ ) ( $p \leq 0,0001$ ). Para el caso de la frecuencia respiratoria no se encontraron efectos del grupo ( $p > 0,05$ ), pero si del tiempo y de la interacción de esos dos factores ( $p \leq 0,0001$ ). En el grupo con anillo y burdizzo a la hora 0 la FR incrementó significativamente. Finalmente, la temperatura corporal de los corderos no fue afectada por el grupo experimental ( $p > 0,05$ ), pero si por el tiempo ( $p \leq 0,0001$ ) y por la interacción de esos dos factores ( $p = 0,017$ ). En corderos descolados con burdizzo o anillo, se puede determinar

el dolor con la medición de expresiones faciales, existiendo una respuesta fisiológica simultánea que valida esta sensación negativa en el individuo.

**Palabras clave:** Ovinos. Dolor. Conducta.

Este trabajo fue financiado con las cátedras FESC-UNAM-PIAPI1637.

## BIENESTAR ANIMAL

# Evaluación de la motivación sexual en machos caprinos durante la colección de semen por medio de la vagina artificial

Francisco Gonzalez Diaz\*, Rocío Ibarra Trujillo, Laura Ruiz Salas, Paolo César Cano Suárez, Rosalba Soto González

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan, Universidad Nacional Autonoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

## Resumen

El presente trabajo evaluó la conducta sexual de seis machos caprinos durante la colección de semen por medio de vagina artificial. La duración de la prueba fue de 300 segundos. Se registraron las conductas apetitivas (olfateos, lengüeteos, manoteos, flehmen, automarcaje), consumatorias (intentos de cópula y cópulas con eyaculación) y el tiempo de la primera eyaculación. En las conductas apetitivas, uno de los machos las realizó con mayor frecuencia ( $24,7 \pm 4,0$  vs  $15,3 \pm 1,4$ ;  $9,8 \pm 1,0$ ;  $12,3 \pm 4,6$ ;  $10,1 \pm 1,8$  y  $7,2$ ,  $p < 0,05$ ). Las cópulas falsas se realizaron con mayor frecuencia por dos de los machos ( $2,2 \pm 0,6$  y  $2,7 \pm 0,7$  vs  $0,4 \pm 0,1$ ;  $1,2 \pm 0,3$ ;  $0,7 \pm 0,3$  y  $0,2 \pm 0,2$ ,  $p < 0,05$ ), mientras que para las cópulas verdaderas, uno de los machos mostró diferencias, el cual nunca eyaculó en la vagina artificial ( $0,0 \pm 0,0$  vs  $1,0 \pm 0,0$ ;  $1,0 \pm 0,0$ ;  $0,9 \pm 0,1$ ;  $0,7 \pm 0,1$  y  $0,9 \pm 0,6$ ,  $p < 0,05$ ). Por último, para la latencia de eyaculación, fueron diferentes entre los machos ( $109,0 \pm 12,1$ ;  $91,9 \pm 10,7$ ;  $76,3 \pm 23,6$  vs  $0,0 \pm 0,0$  y  $191,0 \pm 28,6$ ,  $p < 0,05$ ). El macho que no eyaculó en la vagina artificial presentó las frecuencias más bajas en las conductas apetitivas y consumatorias. Por otro lado, los machos que presentaron valores altos en las frecuencias de las conductas apetitivas y consumatorias,

presentaron las latencias para eyacular en la vagina artificial más bajas. En conclusión, nuestros resultados muestran que la evaluación de las conductas apetitivas y consumatorias son herramientas que coadyuvan para elegir a un macho como posible semental.

**Palabras clave:** Conducta sexual. Conducta a la cópula. Estimulación sexual.

## Introducción

La información de la conducta sexual en los caprinos se dirige principalmente hacia aspectos socio-sexuales y a la capacidad de servicio de los animales (Guillén-Muñoz et al., 2016; Prado et al., 2003). La evaluación de la conducta sexual en machos caprinos es importante para determinar si el animal seleccionado podría ser usado como semental. La conducta sexual de la cópula en los caprinos se compone por dos fases: la apetitiva y la consumatoria. En la primera, fase precopulatoria, el

macho busca la pareja y la corteja, y en la segunda hace tentativas por copular que culminan con la penetración y eyaculación en la hembra. Ambas dependen de la motivación sexual de cada macho, la interacción socio-sexual con la hembras, así como de factores externos como por ejemplo el fotoperiodo (Fabre-Nys, 2000).

Hay pocos estudios sistemáticos para cuantificar este comportamiento y su influencia sobre la eficiencia reproductiva del macho y menos bajo condiciones como la colecta de semen por medio de la vagina artificial (VA). Por lo cual, el objetivo del presente trabajo fue evaluar las conductas apetitivas y consumatorias que se presentan antes de la recolección del semen por medio de la vagina artificial y determinar si podrían ser un indicador para seleccionar a un macho como posible semental.

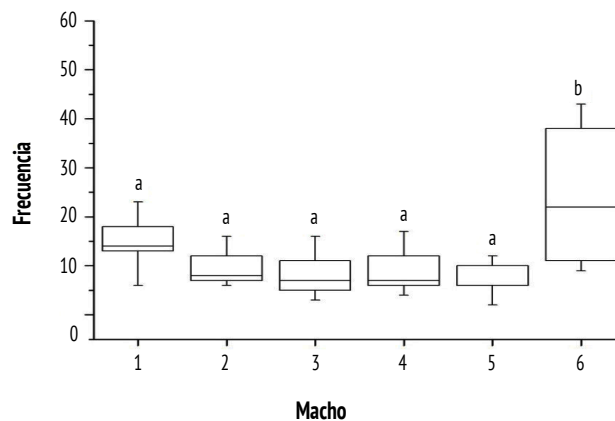
## Material y métodos

El presente trabajo se realizó en el Módulo de Caprinos del Centro de Enseñanza Agropecuaria y en el Laboratorio de Reproducción y Comportamiento Animal de la Unidad de Investigación Multidisciplinaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. Se utilizó un grupo de seis machos caprinos adultos con un promedio de edad de 18 a 20 meses. La prueba de conducta sexual ocupó tres hembras caprinas, estrogenizadas artificialmente, las cuales se alternaron durante la extracción del semen. La recolección del semen se realizó utilizando

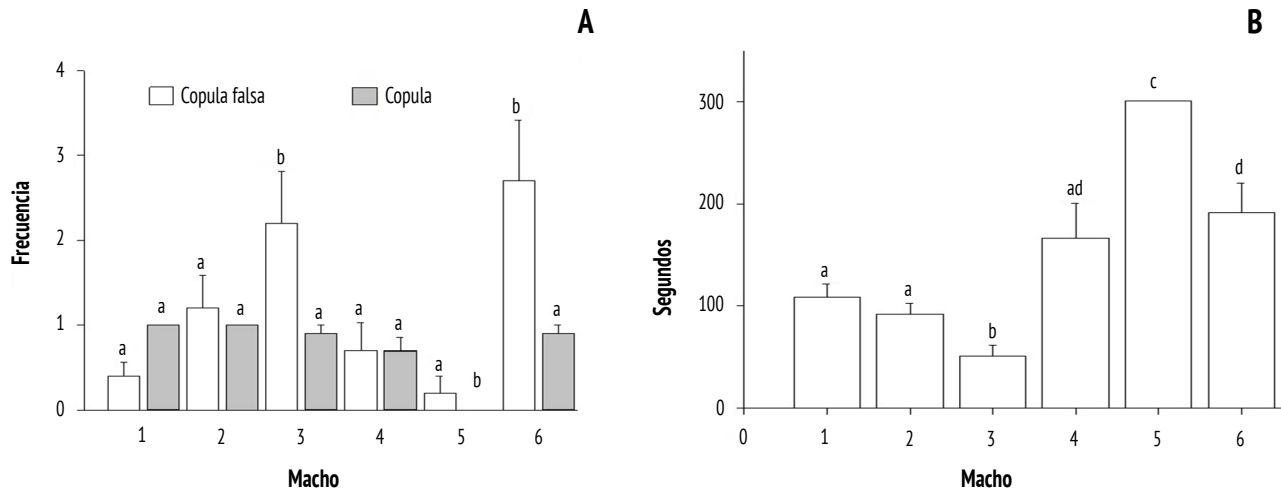
VA y durante la misma se registraron las frecuencias de las conductas apetitivas; olfateos, lengüeteos, manoteos, flehmen, automarraje y consumatorias; intentos de cópula sin eyaculación (Cópula falsa) y cópulas con eyaculación en la VA (Cópula), y se registró el tiempo a la primera eyaculación. Se consideró como conducta precopulatoria a la sumatoria de las conductas apetitivas. Los datos se analizaron con estadística no paramétrica, mediante las pruebas de Kruskal-Wallis y U de Man-Whitney, con un nivel de significancia de  $p < 0,05$ , mediante el programa SYSTAT versión 13.

## Resultados

La Figura 1 muestra la frecuencia de la conducta precopulatoria de los machos evaluados. El macho 6 presentó la mayor frecuencia en comparación con el resto de los animales ( $p < 0,05$ ). La Figura 2 muestra los resultados de las conductas consumatorias, cópulas falsas y cópulas y el promedio en segundos de la latencia al primer eyaculado. En las cópulas falsas los machos 3 y 6 mostraron una mayor frecuencia de intentos de cópulas que los demás animales. En la frecuencia de eyaculación en la VA, el macho 5 fue diferente del resto del grupo, observándose que este animal nunca eyaculó en la VA ( $p < 0,05$ ). Con respecto a la latencia para eyacular en la vagina artificial, el macho 3 presentó la menor y por el contrario, el macho 5 la mayor en comparación con el resto del grupo ( $p < 0,05$ ).



**Figura 1** - Frecuencia de la conducta precopulatoria de seis machos caprinos durante la colección de semen por medio de la vagina artificial. Literales diferentes muestran diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).



**Figura 2** - Frecuencias de conductas consumatorias. Cópulas falsas y cópulas (A). Latencia de eyaculado en la vagina artificial (B). Literales diferentes muestran diferencias significativas entre los machos ( $p < 0.05$ ).

## Discusión

Los resultados del presente trabajo concuerdan con lo reportado por Guillén-Muñoz et al. (2016), quienes observaron una gran actividad apetitiva antes de la cópula. En nuestro trabajo encontramos que existe una relación entre las conductas apetitivas y el tiempo al primer eyaculado, observándose que los animales con mayor actividad precopulatoria presentaron una menor latencia para eyacular en la vagina artificial.

Por otro lado, Prado et al. (2003) reportaron que cuando se cambia la hembra antes de la extracción del semen por medio de la vagina artificial, se obtuvieron mejores eyaculados; en este trabajo no mencionan la evaluación de las conductas apetitivas durante la colecta y no se sabe si existe alguna relación. Finalmente, uno de los animales presentó una baja actividad precopulatoria y nunca eyaculó en la vagina artificial, lo que sugiere que no estaba motivado sexualmente. Es importante mencionar, que es el primer reporte donde se evaluó la actividad sexual durante la extracción de semen por medio de la vagina artificial.

## Conclusión

La evaluación de las conductas apetitivas y consumatorias durante la extracción del semen por medio de la VA son herramientas que coadyuvan en la elección de un macho caprino como posible semental.

## Referencias

- Fabre-Nys C. Le comportement sexual des caprins: contrôle hormonal et facteurs sociaux. INRA Prod Anim. 2000;13(1):11-23.
- Guillén-Muñoz JM, Meza-Herrera CA, Santos-Jimenez Z, Rivas-Muñoz R, Luna-Orozco JR, Mellado M, et al. Exposure of sexually inactive males to estrogenized females increased the investigative and consummatory sexual behavior. Anim Reprod Sci. 2016;173:97-103.
- Prado V, Orihuela A, Lozano S, Pérez-León I. Effect on ejaculatory performance and semen parameters of sexually-sated male goats (*Capra hircus*) after changing the stimulus female. Theriogenology. 2003;60(2):261-7.



BIENESTAR ANIMAL

## Evaluación del efecto de la suplementación con Selenio sobre la calidad de las relaciones madre-cría en caprinos

Karka Urbán-Esquivel, Víctor Díaz-Sánchez, Omar Salvador-Flores, Paolo Cano-Suárez, Jesús Ramírez-Espinosa, Nayeli Ortiz-López, Hitandewy Sánchez-Saucedo, Angélica Terrazas\*

Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

### Resumen

El estado nutricional de los caprinos durante la gestación es determinante para la sobrevivencia de la cría y para la buena expresión de la conducta materna. La falta de selenio en la dieta de los rumiantes puede ocasionar mortalidad debido a músculo blanco. Por otro lado, suplementando a cabras con selenio durante la lactancia se ha observado que tiene impacto positivo en la producción de leche. Por lo que el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación con selenio sobre la calidad de las relaciones madre-cría en caprinos durante el periodo periparto. Se utilizaron cabras tipo lechero mantenidas en estabulación, las cuales fueron suplementadas con Selenio (en forma parenteral de 0,25 mg/kg de peso 15 días antes y 15 días después del parto,  $n = 5$ ) y cabras testigo sin suplemento con dieta normal ( $n = 11$ ). Se observó el comportamiento al parto de la madre (latencia de lamer a la cría, latencia de amamantar y vocalizaciones hasta el primer amamantamiento) y de la cría (latencia de intentar pararse y ponerse de pie y vocalizaciones hasta el primer amamantamiento) durante 90 minutos postparto. Asimismo se evaluó en la cabra su habilidad para la formación del vínculo selectivo a las 2 horas postparto, tomando en cuenta dentro de los elementos comportamentales la aceptación de la cría por la madre, acercamiento a la ubre y amamantamiento de ésta, y la ausencia de agresiones dirigidas a la cría propia. A las crías también se les registró su peso al nacimiento. Resultados: Nuestros datos no mostraron diferencias significativas en la evaluación entre los grupos durante los primeros 90 minutos postparto [(latencia de lamer a la cría:  $82,7 \pm 53,2$  vs  $105,2 \pm 44,9$  s respectivamente,  $p = 0,37$ ); (latencia de amamantamiento:  $4053,3 \pm 674,0$  vs  $2940,0 \pm 334,8$  s respectivamente,  $p = 0,85$ ); (vocalizaciones:  $43,1 \pm 8,5$  vs  $37,7 \pm 10,9$  respectivamente,  $p = 0,63$ ), se encontró que las conductas mostradas por las cabras ante la presencia de la cría propia o la cría ajena no difirieron entre los grupos testigo versus Selenio, sin embargo los resultados por cada grupo son apreciables y concuerdan con los reportados para la especie; a las 2 horas postparto las madres fueron capaces de crear el vínculo selectivo con sus crías y discernir entre ésta y la ajena. El peso de las crías al nacimiento fue similar entre las nacidas de las madres

de ambos grupos (Testigo  $2,772 \pm 0,160$  vs Selenio  $2,992 \pm 0,208$  kg  $p=0,45$ ). Conclusiones: En conjunto no es detectable un efecto a la suplementación con Selenio durante el parto en la motivación materna como en la etología particular de ésta etapa tanto de las madres como de las crías; por otro lado tampoco fueron perceptibles consecuencias negativas a la suplementación durante éste período.

**Palabras clave:** Caprinos. Comportamiento materno. Selenio.

Este trabajo fue financiado con las cátedras FESC-UNAM-PIAPI1637 y PIAPI1854.

BIENESTAR ANIMAL

## Sheep Welfare Protocol (AWIN®) applied in Brazil: preliminary results

Natalia Podolan Marochi Machado<sup>1</sup>, Tâmara Duarte Borges<sup>2</sup>, Adroaldo José Zanella<sup>3</sup>, Cristina Santos Sotomaio<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Medicine Veterinary, School of Life Science, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, Brazil

<sup>2</sup> Graduate Program in Animal Science, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, Brazil

<sup>3</sup> Medicine Veterinary and Animal Science School, Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga, Brazil

### Abstract

Animal welfare is currently considered an important part of different production systems and market requirement. To monitor and improve animal welfare in livestock, standard protocols were created based in animal's health, behaviour, facilities and zootechnical indexes. The objective of this study was to evaluate the animal welfare in South Brazil farms using AWIN® sheep protocol. This study was conducted in 10 sheep farms of South Brazil, with different systems (extensive, semi-extensive and intensive), purposes (meat and genetic) and breeds (Texel, Suffolk, Ile de France and Hampshire). Welfare assessment was based in four principles (good feeding, good housing, appropriate behaviour and good health) and 12 criteria according to AWIN® sheep protocol. The semi-intensive system (80%) and meat purpose (90%) were the most found on farms. We evaluated 18 sheep groups behaviour, with an average of 31 animals each one, and observed that few animals presented stereotypy (0.46%), social withdrawal (0.1%) and mild heat stress (5%). Regarding facilities, just one farm had no presence of shade to the sheep, 37.5% presented pens with high density, 94% of the pens and pasture areas had water available, major with automatic drinker (61.1%), and in 50% the water was partly dirty or dirty. Regarding hygiene and health indicators, 0.8% of the sheep had the fleece very damp or wet, 23.7% had the tail docked or short docked (72.2%), 2.1% had faecal soiling with dags extending down the legs and hocks, 0.2% had severity lameness, 14.26% had lesions, being 9.3% in the head and 4.7% in body. A 1.8% sheep had ocular discharge, 1.0% hoof overgrowth and 0.5% evident respiratory problems. Most animals (42.5%) had body condition score 3 and 36.3% FAMACHA® score 1. Defective points in animal welfare were found in all farms, mainly in relation to hygiene and health indicators, as tail length and faecal soiling, evidencing that there are some points to be improved. The protocol was considered efficient on measuring sheep welfare in farms in South Brazil.

**Keywords:** Behaviour. Indicators. Animals. Evaluation.

BIENESTAR ANIMAL

# Temperaturas de pelo y piel en ovejas lactantes en condiciones termoneutrales

Uvaldo Sanchez-Ortiz<sup>1\*</sup>, Leonel Avendaño-Reyes<sup>1</sup>, Marco Antonio Esteves-Luna<sup>2</sup>, Jennifer Montiel-González<sup>1</sup>, Patricia Maza-Reséndiz<sup>2</sup>, Ulises Macías-Cruz<sup>1</sup>, Abelardo Correa-Calderón<sup>1</sup>, Arnulfo Vicente-Pérez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Mexicali, México

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala (ITAT), Xocoyucan, México

<sup>3</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), Culiacán, México

## Resumen

El objetivo fue evaluar la temperatura de diferentes regiones anatómicas del cuerpo de ovejas lactantes con y sin pelo, así como otras constantes fisiológicas, bajo termoneutralidad bajo condiciones semi-extensivas. Se utilizaron 20 ovejas multíparas Dorper x Katahdin con una semana de lactancia. Se registró en dos horarios (06:00 y 18:00 h): temperatura rectal (TR), frecuencia respiratoria (FR), frecuencia cardiaca (FC), así como temperaturas (T) con presencia y ausencia de pelo en: cabeza, cuello, paleta, panza, lomo y anca; también temperaturas de ojo, morro, oreja, axila anterior y posterior, ubre, vulva y recto. La TR fue medida con termómetro digital insertándolo en recto de las ovejas, la FC se midió con tensiómetro electrónico, la FR se midió contando el número de respiraciones por minuto (rpm), y las temperaturas de la piel se obtuvieron con cámara termográfica (FLUKE® Ti10, Everett, WA, USA). El estudio duró de 31 días y se realizaron dos muestreos por semana. Los promedios de T ambiental, humedad ambiental e índice temperatura-humedad durante el estudio fueron 27 °C, 34,7 % y 72,9 unidades respectivamente. A las 18:00 h, los promedios de TR, FR y FC fueron mayores ( $p < 0,01$ ) que los de las 06:00 h (TR: 38,67°C vs 39,5°C; FR: 33,4 vs 70,7 rpm; FC: 83,8 vs 98,2 pulsos/min, respectivamente). Igualmente, a las 18:00 h se observó mayor T ( $p < 0,01$ ) que a las 06:00 en ojo (360 vs 32,1 °C), axila anterior (34,8 vs 32,4 °C), axila posterior (35,6 vs 32,5 °C), morro (32,4 vs 28,2 °C), ubre (35,8 vs 33,2 °C), vulva (35,4 vs 32,1°C), oreja (33,2 vs 29,2 °C) y recto (37,3 vs 34,6 °C). Se concluye que bajo condiciones termoneutrales, las borregas pastoreando muestran más síntomas fisiológicos de estrés calórico por la tarde, mientras que sus pérdidas de calor se presentan principalmente por axila posterior, ubre, vulva y recto.

**Pabras clave:** Ovejas de pelo. Frecuencia respiratoria. Termografía. Pastoreo. ITH.

---

MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS

## Análisis discriminante de medidas morfométricas en ovinos de pelo del norte de Colombia

---

Jhon Jacobo Cañas-Alvarez\*, Enoc Paternina Díaz, Clara Rúa-Bustamante

Centro de Investigación Motilonia, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Agustín Codazzi, Colombia

### Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar diferencias entre grupos raciales empleando múltiples medidas morfométricas a través de un análisis discriminante canónico. Fueron empleados 429 animales adultos de tres departamentos de la región caribe colombiana. Se tomaron 11 medidas morfométricas: largo cabeza (LCAB), ancho cabeza (ACAB), perímetro torácico (PTOX), perímetro caña (PCAN), longitud cuerpo (LCU), largo grupa (LGRUP), alzada cruz (ACRUZ), alzada grupa (AGRU), amplitud cadera (ACAD), amplitud isquion (AISQ) y circunferencia escrotal (CESC). De igual forma se registró el sexo, la raza, la edad y el peso vivo (PV). Se realizó un análisis multivariante de la varianza (MANOVA) y un análisis discriminante canónico (ADC) empleando el software R Project. Las medidas morfométricas mostraron correlaciones mayores a 0,7 entre las características PV-PTOX, PV-LCU, PV-PCAN, PV-CESC y ACRUZ-AGRU. Dentro del MANOVA las variables raza, edad, departamento y sexo fueron altamente significativas ( $p < 0,001$ ). El ADC determinó como significativas las tres primeras variables canónicas donde cada una de ellas explicó el 50,9%, 22,3% y 14,8%, respectivamente, para un total de la variabilidad explicada del 88%. La primera variable canónica relacionó las variables PV, PTOX, LCU y PCAN con las razas Black-Belly, Dorper y Kathadin, por su parte, la segunda variable canónica relacionó las variables LCAB y AISQ con las razas Etiope, Sudan y Mestiza. El ADC permitió reducir el número de dimensiones y mostrar mejor las diferencias entre los grupos raciales. Las medidas PV, PTOX, LCU, PCAN, LCAB y AISQ permitieron diferenciar razas foráneas de las razas criollas o mestizas.

**Pabras clave:** Análisis discriminante canónico. Medidas morfométricas. Ovinos de pelo.

MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS GENETICOS

# Avaliação do crescimento de ovinos por meio de modelos matemáticos

Saulo Henrique Weber\*, Sthefany Kamile dos Santos, Bruna Cristina Heinzen, Cristina Santos Sotomaior

Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, Brasil.

## Resumo

A ovinocultura brasileira tem como característica a atividade voltada à exploração de cordeiros de corte. Os sistemas de produção de ovinos no Brasil são bastante diversificados devido às diferentes condições climáticas das regiões. No estado do Paraná, predominam os sistemas de produção misto, em que pelo menos uma etapa do ciclo é realizada em pastagem ou em confinamento. Tendo em vista que a venda dos animais para abate proporciona uma parte considerável da renda das propriedades, altos índices de desenvolvimento dos cordeiros favorecem a rentabilidade e a eficiência da atividade, sendo este um dos parâmetros de maior importância. Como as mudanças no peso vivo por um período de tempo podem ser explicadas pelas curvas de crescimento, estudos focando em curvas de crescimento têm aumentado porque estes modelos quantificam a média da população, bem como a variação populacional dos parâmetros estruturais. Assim, o objetivo deste estudo foi determinar o melhor modelo matemático que explique a relação entre peso corporal e idade em ovinos mestiços. Os dados são oriundos do setor de ovinocultura da Fazenda Experimental Gralha Azul, localizada no Município de Fazenda Rio Grande, Paraná, Brasil. O sistema de produção, apesar de algumas variações ao longo dos anos, é semi-intensivo. A base do rebanho é de matrizes mestiças das raças Texel e Ile de France, e algumas ovelhas sem raça definida, com diferentes graus de sangue de outras raças, como Suffolk, Hampshire Down, Santa Inês e Dorper. Os dados consistem de 9985 registros de peso vivo de 837 animais, do nascimento até 240 dias de idade, entre os anos de 2006 e 2018, com medições semanais, quinzenais ou mensais. Os modelos testados foram Brody, Bertalanffy, Richards, Logístico e Gompertz, que foram comparados com base no menor  $R^2$  ajustado, menor  $Sy_x$ , aderência pelos testes de Qui<sup>2</sup> e Kolmogorov-Smirnov e resíduos mais homogêneos e próximos de zero. Com base na avaliação estatística e biológica, considerou-se que o modelo que melhor representa o crescimento de cordeiros é o de Richards. Considerou-se como fatores biológicos o peso ao nascer, idade média, peso médio e desvio padrão calculados por meio dos dados coletados. Por meio do modelo, estimou-se um peso ao nascer, com 95% de probabilidade, entre 3,87 e 4,72 kg, e um peso aos 240 dias entre 38,93 e 47,58 kg. Conclui-se que o modelo de Richards foi o que melhor descreveu o crescimento em peso vivo de cordeiros mestiços.

**Palavras-chave:** Ovinos. Crescimento. Modelagem matemática.

MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS

## Biometría comparativa entre cabras Anglonubian puras y ecotipos criollos de costa norte y central del Perú

Carlos Yonathan Challco Sallas, Luis Angel Gonzalez Callirgos, Alejandra Cecilia Legua Baron, Claudia Susana Maguiña Molina, Silvia Oncebay Delgado, Anghela Ortiz Arbulu, Leslie Karolina Reyes Sanchez, Roberto Carlos Suarez Obispo, Irma Del Rosario Celi Mariátegui

Producción de Rumiantes Menores, Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas, Universidad Científica del Sur (UCSUR), Lima, Perú

### Resumen

El objetivo del presente trabajo fue la toma y análisis de las medidas biométricas de cabras criollas procedentes de distintos lugares y compararlas con la raza Anglonubian pura, para caracterizar los distintos patrones morfológicos presentes. Se utilizaron cincuenta y seis hembras caprinas agrupadas de la siguiente manera: Grupo 1- INIA Donoso (Huaral) (n = 37) procedentes de las zonas de Huaura, Valle del Chillón y Huaral; Grupo 2 - INTAP Lurín (n = 9) procedentes de Piura; y Grupo 3 - Criadero Caprino Viñas de Curumuy (Piura) (n = 10) de raza Anglonubian pura procedentes de Colombia. Las medidas consideradas para evaluación fueron: largo de cabeza, ancho de cabeza, altura a la cruz, longitud de cuerpo, perímetro torácico, altura a la grupa, ancho de cadera, ancho de pecho, altura tórax, diámetro bicostal, largo de oreja, inclinación de grupa, diámetro de hueso, perímetro abdominal y de caña, además de los índices corporal-lateral, corporal, anamorfosis, pelviano y torácico. Los resultados mostraron diferencias entre los grupos para en la mayoría de los parámetros medidos, pero fueron en longitud de cuerpo (62,19, 43,31 y 74,30 cm) y perímetro torácico (68,62, 57,67 y 85,20 cm) medidas correspondientes para los grupos 1, 2 y 3, respectivamente, en donde los 3 grupos presentaron diferencias significativas entre ellos ( $p < 0,01$ ), correspondiendo los mayores valores a las cabras Anglonubian. Igualmente, en el resto de parámetros, los Grupos 1 y 3 fueron los que tuvieron mayores diferencias significativas entre ellos. Para los parámetros longitud e inclinación de grupa y ancho de cadera no existieron diferencias significativas para ninguno de los grupos. Cabe mencionar que este trabajo es importante, ya que es la primera vez luego de 30 años, que se hace una comparación biométrica entre cabras criollas peruanas y Anglonubian puras, y esto es un precedente para posteriores estudios en este tema.

**Pabras clave:** Caprinos. Biometría. Anglonubian. Criolla.

---

MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS

## Efecto de diferentes alimentos y número de partos en el peso al nacimiento y destete de llamas (*Lama glama*) en el municipio de San Pedro de Totora, Oruro

---

Rene Wilson Aro Ancari, Flavio Eudaldo Merlo Maydana, Julio Cesar Mina Quiroga, Juana Felisa Cruz Carrillo

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Área de Ciencia Agrícolas, Pecuarias y Recursos Naturales, Universidad Pública de El Alto (UPEA), Laja, Bolivia

### Resumen

El presente estudio de investigación fue realizado en el Municipio de San Pedro de Totora del departamento de Oruro. Con el objetivo de evaluar el efecto del número de partos en el peso al nacimiento y destete de llamas (*Lama glama*) con diferentes alimentos (cebada, arbustiva y pajonal). Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3 x 6 es decir tres alimentos y seis números de partos. En el peso vivo al nacimiento se encontró diferencias significativas ( $p \leq 0,000$ ) entre los alimentos, sin embargo, no existe diferencia significativa entre partos e interacción alimento por partos ( $p \geq 0,05$ ), en la comparación de medias de Duncan entre alimentos pajonal y arbusto fueron similares estadísticamente con un promedio de 8,53 y 8,71 kg de peso vivo al nacimiento, sin embargo, fue superior el peso de las crías de hembras alimentadas con cebada con un promedio de 11,36 kg. En el peso al destete se encontró diferencias significativas ( $p \leq 0,000$ ) entre los diferentes alimentos (pajonal, arbustiva, cebada), sin embargo, no existe diferencia significativa entre partos e interacción alimentos por partos ( $p \geq 0,05$ ), en la comparación de medias de Duncan entre alimentos, animales alimentadas con cebada fueron diferentes con 57,97 kg, mientras que las alimentadas con arbustiva fue inferior a animales alimentados con cebada con un promedio de 48,94 kg, así mismo los animales alimentadas con pajonal fueron inferiores a la de arbustiva y cebada con un promedio de 43,89 kg. En conclusión, la suplementación con cebada a las hembras gestantes tuvo un efecto positivo en el peso al nacimiento y destete.

**Pabras clave:** Gestación. Nacimiento. Peso. Pasto nativo.



---

MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS

## Effect of three cross crosses in dairy sheep: productive parameters

---

Alfonso Abecia<sup>1</sup>, Lizbeth Esmeralda Robles Jimenez<sup>2</sup>, Manuel González Ronquillo<sup>3</sup>, Carlos Palacios Riocerezo<sup>4\*</sup>, Octavio Castelan<sup>2</sup>, Jorge Osorio-Avalos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón, Universidad de Zaragoza (UNIZAR), Zaragoza, Spain

<sup>2</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Toluca, Mexico

<sup>3</sup> Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Toluca, Mexico

<sup>4</sup> Departamento de Construcción y Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales, Universidad de Salamanca (USAL), Salamanca, Spain

### Abstract

The objective of the present study was to analyze two types of crosses with three predominant genotypes corresponding to 516 controls of 1562 dairy sheep: Lacaune 12/16 + Manchega 3/16 + Awassi 1/16 (LMA, n = 2,506) and Lacaune 10/16 + East Friesian 4/16 + Awassi 2/16 (LEFA, n = 2,705), which was analyzed under a mixed model using the REML methodology. The results indicated that the LEFA crossover produced more milk ( $p < 0.05$ ) than LMA the first lactation was lower ( $p < 0.05$ ) compared to the rest of the lactations (1 to 5). The lambing type was higher for multiple ( $p < 0.05$ ) vs singles and during the spring birth period was higher ( $p < 0.05$ ) with respect to the rest of the year season. It is concluded that the LEFA crossover produces more milk than LMA, the twin births produce more milk than singles, and the greater number of lactations, the greater milk production.

**Keywords:** Sheep. Milk production. Crossbreeding.

### Introduction

The milk yield production in dairy sheep are affected by different factors of both environmental origin (health, climate, food, management), and the genetic level of the animals (Toledo, 2013). It has been observed that the number of lactation influences milk production, point out that the lowest milk yields occur in the first lactation due to the mammary gland not being fully developed at the beginning of the first lactation (Abdelsayed et al., 2015). The present study intends to analyze the effects of the time of birth, lactation number and lambing season in two crossbreeding's of dairy sheep crossings in a commercial farm in the region of Castilla-La Mancha, Spain.

### Material and methods

A database was integrated corresponding to

1,562 milk production controls of 516 dairy sheep of two types of predominant crossing with three genotypes: Lacaune 12/16 + Manchega 3/16 + Awassi 1/16 (LMA, n = 2,506) and Lacaune 5/8 + East Friesian 2/8 + Awassi 1/8 (LEFA, n = 2,705). For the birth number of the sheep, they were integrated into a single level by the number of data from 5 to 11 births; finally, five levels were obtained. The lambing type, the data of the triplet birth (10 births) were integrated with the double birth data, considering

two levels: single (n = 3,542) and multiple birth (twins and triplets, n = 1,669). Likewise, productive milk yields were analyzed by the year season (spring: n = 1,240; summer: n = 1,038; autumn: n = 835; winter: n = 2,098). The information was analyzed using the REML methodology, using ASREML software version 1.10 (Gilmour et al., 2000) to estimate minimum square means. For multiple comparisons of means evaluating the significance with the Holm method (Glantz, 2002).

$$Y_{ijklm} = \mu + Np_l + Nl_j + Tp_k + Ep_l + \beta_1(x_{ijklm} - \bar{x}) + \beta_2(x_{ijklm}^2 - \bar{x}^2) + O_m + e_{ijklm}$$

Note:  $Y_{ijklm}$  = milk production (lt);  $\mu$  = general average;  $Np_l$  = fixed effect of the  $l$ -th level of the genotype (n = 2);  $Nl_j$  = fixed effect of the  $j$ -th level of the factor number of lactation (n = 5);  $Tp_k$  = fixed effect of the  $k$ -th level of the type of parturition (n = 2);  $Ep_l$  = fixed effect of the  $l$ -th level of the time of parturition factor (n = 4);  $\beta_1$  ( $x_{ijklm}$ -) and  $\beta_2$  ( $x_{ijklm}^2$ -) = coefficient of linear and quadratic regression of the covariate lactation days, respectively;  $O_m$  = random effect of the  $m$ -th level of the sheep factor (n = 516);  $e_{ijklm}$  = random error.

## Results and discussion

The LEFA crossing (Table 1) produced more milk ( $p < 0.001$ ) than the LMA (adjusted to 205 days). The effect of the number of lactations was higher ( $p < 0.001$ ) in sheep of two or more births. These results coincide with Konečná et al. (2013), indicating that the fourth lactation ewes in a 7/8 Lacaune + 1/8 East Friesian cross had higher milk yields than those from the first to the third lactation ( $p < 0.01$ ), afterwards, milk yields increase with the number of lambing, showing the highest milk yields in the third

and fourth lactation and a consequent decline until culling (Hernandez et al., 2018). Sheep that started their lactations in spring recorded the highest milk yields with respect to the rest ( $p < 0.001$ ).

In general, lactations that start in favorable seasons, such as spring, reach a greater peak of lactation (Caja et al., 2000), whereas lactations that develop during the second half in unfavorable seasons (i.e. summer or autumn) are shortened and diminished their milk yields (Rovai et al., 1999).

**Table 1** - Minimum quadratic means and standard error of the two types of crossings in dairy sheep with three levels, in the milk production (205 days), avoid number of parturition, type of birth and season of birth.

Croosover	LMA		LEFA		p value	
		250.97 ± 1.42 <sup>b</sup>		265.15 ± 1.40 <sup>a</sup>		0.001
Type of birth	Single		Twins		0.001	
		259.19 ± 2.63 <sup>b</sup>		279.06 ± 3.17 <sup>a</sup>		
Number of parturition	1	2	3	4	5	0.001
	229.35 ± 1.86 <sup>b</sup>	266.10 ± 1.85 <sup>a</sup>	269.52 ± 2.06 <sup>a</sup>	262.72 ± 2.46 <sup>a</sup>	262.61 ± 2.06 <sup>a</sup>	
Season	Spring	Summer	Autum	Winter	0.001	
	269.04 ± 1.79 <sup>a</sup>	260.37 ± 2.06 <sup>b</sup>	246.50 ± 2.26 <sup>c</sup>	256.33 ± 1.43 <sup>b</sup>		

Note: LMA = Lacaune 12/16 + Manchega 3/16 + Awassi 1/16 (n = 2,506); LEFA = Lacaune 10/16 + East Friesian 4/16 + Awassi 2/16 (n = 2,705).

## Conclusion

The genetic effect in crosses using the Lacaune x East Friesian and Awassi breeds produces more milk with respect to the Lacaune x Manchega x Awassi cross. The environmental factors had an influence on the milk yield production (number of lactations, type of birth and lambing season).

## References

- Abdelsayed M, Thomson PC, Raadsma HW. A review of the genetic and non-genetic factors affecting extended lactation in pasture-based dairy systems. *Anim Prod Sci.* 2015;55(8):949-66.
- Caja G, Such X, Rovai M. Udder morphology and machine milking ability in dairy sheep. 6th Great Lakes Dairy Sheep Symposium; 2000 Nov 2-4; Guelph, Ontario, Canada. Madison: University of Wisconsin-Madison; 2000.
- Gilmour AR, Cullis BR, Welham SJ, Thompson R. *ASReml-R Reference Manual Version 1.10.* Hemel Hempstead, UK: VSN international Ltd; 2000.
- Hernández JCA, Schilling SR, Arias MAV, Pérez RAE, Castelán-Ortega OA, Pérez AHR, et al. Effect of live weight pre and post-lambing on milk production of East Friesian sheep *Ital J Anim Sci.* 2018;17(1):184-94.
- Konečná L, Kuchtík J, Králíčková S, Pokorná M, Šustová K, Filipčík R, et al. 2013. Effect of different crossbreeds of lacaune and east friesland breeds on milk yield and basic milk parameters. *Acta Univ Agric Fac Agron.* 2013;61(1):93-8.
- Oravcová M, Margetín M, Peškovičová D, Daňo J, Milerski M, Hetényi L, et al. Factors affecting milk yield and ewe's lactation curves estimated with test-day models. *Czech J Anim Sci.* 2006;51(11):483-90.
- Rovai M, Such X, Piedrafita J, Caja G, Pujol MR. Evolution of mammary morphology traits during lactation and its relationship with milk yield of Manchega and Lacaune dairy sheep. *International Symposium on the Milking of Small Ruminants; 1998 Set 26 - Oct 1; Athens, Greece.* Wageningen, NL: Wageningen Pers; 1999. p. 107-9.
- Toledo LJD. Factores que afectan a la producción, a la composición y a los parámetros tecnológicos de la oveja Merina de Grazalema [tesis doctoral]. Córdoba, España: Universidad de Córdoba; 2013.

MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS

## Effects of crossing Lacaune x Awassi and East Friesian x Awassi dairy sheep

Carlos Palacios Riocerezo<sup>1</sup>, Jose Alfonso Abecia<sup>2</sup>, Alfonso J Chay-Canul<sup>3</sup>, Manuel González Ronquillo<sup>4</sup>, Lizbeth E Robles Jimenez<sup>4</sup>, Jorge Osorio-Avalos<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Construction and Agronomy, Faculty of Agricultural Sciences and Environment, Universidad de Salamanca (USAL), Salamanca, Spain

<sup>2</sup> Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUACA), Universidad de Zaragoza (UNIZAR), Zaragoza, Spain

<sup>3</sup> Academic Division of Agricultural Sciences, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Villahermosa, Mexico

<sup>4</sup> Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Toluca, Mexico

### Abstract

The objective of the present study was to analyze two types of crosses of dairy sheep predominant in Spain. We used 1,562 controls from 516 dairy sheep: Lacaune 7/8 + Awassi 1/8 (LA, n = 926) and East Friesian 3/8 + Awassi 5/8 (EFA, n = 636), which were analyzed under a mixed model using the REML methodology. The results indicated that no differences were found between both types of crosses regarding milk production (kg) per lactation ( $269 \pm 2.9$ ) ( $p > 0.05$ ), while the effects of the number of lactation, type of birth (singles vs twins) and season of birth showed differences in milk production yields ( $p < 0.01$ ), indicating that sheep with two or more births, twin births, and lactations that started in spring and winter recorded the highest milk yield production. We concluded that there are no differences in milk production between crosses of LA and EFA, in which twin births produce more milk than singles ones, and the higher lactation number, the greater milk production there is.

**Keywords:** Sheep. Milk production. Crossbreeding.

### Introduction

Milk yields production in dairy sheep are affected by different factors, environmental origin (health, climate, food, management), and genetic level of animals. The present study aimed to analyze the effects of the season of birth, lactation number and type of birth in two dairy sheep cross breeding (East Friesian + Awassi and Lacaune + Awassi crosses) in a commercial sheep farm in the region of Castilla-La Mancha, Spain.

### Material and methods

#### Records of the population

A database was integrated corresponding to 1,562 milk production controls of 516 dairy sheep of two types of predominant crossover: Lacaune 7/8 + Awassi 1/8 (LA, n = 926) and East Friesian 3/8 + Awassi 5/8 (EFA, n = 636). The number of births,

date of birth (year season), days of lactation, milk production/period and type of birth were recorded. For the number of births, the data were integrated into a single level of 5 to 11 deliveries, obtaining five levels (1 - 5). Regarding the type of birth, data of the triplet birth (18 births) were integrated with those of twins births, considering two levels: single (n = 1,101) and multiple birth (twins and triplets, n = 461) and the productive milk yields according to the year season (spring: n = 518; summer: n = 263; autumn: n = 218; winter: n = 563). The information

was analyzed using the REML methodology, using ASREML software version 1.10 (Gilmour et al., 2000). For multiple comparisons of means the Holm method was used in a mixed model.

### Mixed model

A mixed model was used for the analysis of both types of crossover for milk production. The effect of lactation days (linear and quadratic) was considered as a covariate (Oravcová et al., 2006):

$$Y_{ijklm} = \mu + Npl_i + Nl_j + Tpk_k + Ep_l + \beta_1(x_{ijklm} - \bar{x}) + \beta_2(x_{ijklm}^2 - \bar{x}^2) + O_m + e_{ijklm}$$

Note:  $Y_{ijklm}$  = milk production (lt);  $\mu$  = general average;  $Npl_i$  = fixed effect of the i-th level of the genotype (n = 2);  $Nl_j$  = fixed effect of the j-th level of the factor number of lactation (n = 5);  $Tpk_k$  = fixed effect of the kth level of the type of parturition (n = 2);  $Ep_l$  = fixed effect of the lth level of the time of parturition factor (n = 4);  $\beta_1$  (xijklm-) and  $\beta_2$  (ijklm-) = coefficient of linear and quadratic regression of the covariate lactation days, respectively;  $O_m$  = random effect of the m-th level of the sheep factor (n = 516);  $e_{ijklm}$  = random error.

## Results and discussion

Table 1 shows that the two types of genotypes did not show differences ( $p > 0.05$ ) regarding the yield of milk production (adjusted to 240 days). The sheep with two or more births had a higher yield in milk production ( $p < 0.05$ ) when compared to their first lactation. These results coincide with Konečná et al. (2013) and Hernández et al. (2017),

where the effect of the type of birth influences milk production; milk production was 8% higher in twin lambs than in single ones ( $p < 0.01$ ) (Table1). Sheep that started their lactations in spring and winter recorded the highest milk yields with respect to autumn ( $p < 0.01$ ). These results coincide with those of Caja et al. (2000), whereas lactations that develop their lactation in autumn show lower milk yield (Rovai et al., 1999).

**Table 1** - Least square means and standard errors of two types of crossover regarding milk production (206 days), as well as the type of birth, lactation number and year season of birth

Genotype	LA		EFA		P value	
	267.90 ± 2.54		270.35 ± 3.07		0.45	
Type of birth	Single		Twins			
	259.19 ± 2.63 <sup>b</sup>		279.06 ± 3.17 <sup>a</sup>		0.001	
Lactation number	1	2	3	4	5	
	230.88 ± 3.24 <sup>b</sup>	276.37 ± 3.28 <sup>a</sup>	276.51 ± 3.79 <sup>a</sup>	287.25 ± 4.97 <sup>a</sup>	274.62 ± 5.57 <sup>a</sup>	0.001
Lambing season	Spring	Summer	Autum	Winter		
	275.67 ± 3.06 <sup>a</sup>	268.41 ± 4.13 <sup>ab</sup>	255.79 ± 4.57 <sup>b</sup>	276.64 ± 2.96 <sup>a</sup>	0.002	

Note: LA = Lacaune 7/8 + Awassi 1/8 (n = 926); EFA = East Friesian 3/8 + Awassi 5/8 (n = 636).

## Conclusion

The environmental factors had an influence on the milk yield production (number of lactation, type of birth and lambing season), while the genetic effect in the crosses East Friesian × Awassi and Lacaune × Awassi were similar in respect to milk production. Therefore, there is no difference in using these two types of breed crosses.

## References

- Caja G, Such X, Rovai M. Udder morphology and machine milking ability in dairy sheep. 6th Great Lakes Dairy Sheep Symposium; 2000 Nov 2-4; Guelph, Ontario, Canada. Madison: University of Wisconsin-Madison; 2000.
- Gilmour AR, Cullis BR, Welham SJ, Thompson R. ASReml-R Reference Manual Version 1.10. Hemel Hempstead, UK: VSN international Ltd; 2000.
- Hernández JCA, Schilling SR, Arias MAV, Pérez RAE, Castelán-Ortega OA, Pérez AHR, et al. Effect of live weight pre and post-lambing on milk production of East Friesian sheep. *Ital J Anim Sci.* 2018;17(1):184-94.
- Konečná L, Kuchtík J, Králíčková S, Pokorná M, Šustová K, Filipčík R, et al. 2013. Effect of different crossbreeds of lacaune and east friesland breeds on milk yield and basic milk parameters. *Acta Univ Agric Fac Agron.* 2013;61(1):93-8.
- Oravcová M, Margetín M, Peškovičová D, Daňo J, Milerski M, Hetényi L, et al. Factors affecting milk yield and ewe's lactation curves estimated with test-day models. *Czech J Anim Sci.* 2006;51(11):483-90.
- Rovai M, Such X, Piedrafita J, Caja G, Pujol MR. Evolution of mammary morphology traits during lactation and its relationship with milk yield of Manchega and Lacaune dairy sheep. *International Symposium on the Milking of Small Ruminants;* 1998 Sep 26 - Oct 1; Athens, Greece. Wageningen, NL: Wageningen Pers; 1999. p. 107-9.

---

MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS

# Índices de selección para crecimiento, tamaño de camada y calificación lineal en corderos Pelibuey

---

Andrés Ramírez Baffi<sup>1\*</sup>, Luiz Mateo Fraga Benitez<sup>2</sup>, Pedro del Campo<sup>3</sup>, Luz Maria Espek<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes (IIPF), La Habana, Cuba

<sup>2</sup> Instituto de Ciencia Animal (ICA), La Habana, Cuba

<sup>3</sup> Granja Genética Siboney EGAME, La Habana, Cuba

## Resumen

Un total de 42 corderos de ambos sexos fueron evaluados en estabulación de 194 días y se controlaron además tamaño de la camada de procedencia (TP) y calificación lineal al final de la prueba (CL). Se registraron el número del parto de la madre del evaluado (1 - 6) e identificación de los padres (8). La crianza se desarrolló separada por sexo con una dieta de 250 g/día/animal promedio de un concentrado para ceba, forraje, agua y sales minerales a voluntad. Los datos fueron procesados según un modelo lineal mixto GLIMMIX del SAS, 2013 que contempló como efectos fijos al sexo y número del parto (1 - 6) en ganancia media diaria de peso (GMD) y solo número del parto en TP. Para la CL se consideraron los efectos fijos de sexo y número del parto (*dist gauss* y *link identity*). Como efecto aleatorio se consideró al animal anidado en el padre. El peso al nacer (3.33 y 3.07 kg), peso al destete (15.38 y 14.57 kg) y peso final de la prueba (34.61 kg y 29.57) difirieron entre machos y hembras respectivamente. Se evaluaron siete índices de selección a partir de los valores genéticos (BLUP individuales o agregados) que combinaron los rasgos GMD, TC y CL con diferentes ponderaciones (0.25 y 0.90) y se estimaron las correlaciones (Spearman). La evaluación que incluyó solo la GMD no estuvo asociada a las evaluaciones adicionales para TC y CL. Se evidenció que las tres variables deben combinarse en un índice con ponderaciones entre 20 y 25% para TC y CL.

**Pabras clave:** Valor genético. Índices. Corderos. Pelibuey.

## MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS

# Peso al nacimiento e índice de prolificidad en ovinos MEVEZUG en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Guerrero, México

Esteban Julián Mireles Martínez<sup>1\*</sup>, Adiel Catalán Robles<sup>1</sup>, Arelis Hernández Rodríguez<sup>2</sup>, José Alonso Galeana<sup>1</sup>, Isidro Gutiérrez Segura<sup>1</sup>, Rosendo Cuicas Huerta<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), Ciudad Altamirano, México

<sup>2</sup> Instituto de Ciencia Animal (ICA), Mayabeque, Cuba

## Resumen

El peso al nacimiento (PN) y el índice de prolificidad (IP) de los ovinos, tienden a disminuir en los cruzamientos endogámicos, sin embargo esto puede revertirse con la selección de los mejores animales. Los objetivos del presente trabajo fueron: seleccionar los ovinos del color café claro (CC) y/o tabaco (T) y evaluar el PN e índice IP. Desde el año del 2004 en un hato ovino de 110 cabezas y con colores de las razas Pelibuey, Black Bely, Dorper y Katahdin, se seleccionaron los reproductores del 2009 al 2018 de color CC y/o T, los empadres fueron endogámicos, se registró PN, tipo de parto, a los datos se les realizó análisis de varianza y a las medias se les aplicó las pruebas de Duncan y Tukey ( $p < 0,05$ ), de acuerdo al paquete estadístico infoStat. En 2018 nacieron 72 corderos de color CC o T que correspondió al 81,82 % y 18,18 % de color diferente, se presentaron 15 periodos de nacencias con 436 partos y 616 crías, de estas el 60,55 % y 2,98 kg; 37,61% y 2,39 kg 1,84 % y 1,92 kg fueron de partos sencillos, dobles y triples y PN ( $p < 0,0001$ ) respectivamente, el PN promedio de  $2,620 \pm 0,64$  kg; el 50,16% de machos y 49,84 % de hembras con 2,64 kg y 2,61 kg ( $p > 0,5670$ ), el promedio de PN e IP ( $p > 0,5561$ ) de 13 nacencias fueron estadísticamente similares con 2,94 kg y 1,26 de la séptima y 2,45 kg y 1,43 de la quinceava; en la décima 2,30 y 1,50 kg y la catorceava con 2,41 kg y 1,57 con ( $p < 0,0027$ ) en PN. El TP influyó en el PN, este fue igual en machos y hembras, el mayor PN se relacionó con menor índice de prolificidad. Se concluye que los valores de los indicadores determinados fueron aceptables.

**Pabras clave:** MEVEZUG. Peso nacimient. Prolificidad.



---

MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS

# Uso de modelos matemáticos no lineales para estimar la curva de crecimiento en ovinos Criollos Chapingo usando R

---

Alejandra Gordillo Puerto<sup>1</sup>, José Solís Ramírez<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT), Aguascalientes, México

<sup>2</sup> Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Texcoco de Mora, México

## Resumen

Los recursos zoo-genéticos son de importancia mundial. Los ovinos Criollos Chapingo (CC) son descendientes de ovinos criollos colectados del norte, centro y sur de México principalmente, nacidos, criados y seleccionados fenotípicamente en la Universidad Autónoma Chapingo (México) desde 1989 y a los cuales se les ha dado un manejo uniforme. El ovino CC tiene cualidades en relación a su rusticidad y reproducción, entre otras, que le permiten ser utilizado en zonas marginadas. Sin embargo, otros estudios como la tendencia del crecimiento y que modelo lo ajusta de mejor manera para tomar acciones de manejo en los animales son necesarios. El objetivo del presente estudio fue identificar al modelo matemático no lineal que mejor se ajuste a los datos de crecimiento de ovinos CC. La investigación fue de tipo retrospectivo, longitudinal. Datos de peso vivo correspondientes a 39 machos y 61 hembras de ovinos CC a diferentes periodos de tiempo fueron usados. El análisis se realizó con el programa estadístico R utilizando el Algoritmo de Maximización de Esperanza de Aproximación Estocástica (SAEMIX). Los modelos no lineales usados en este estudio fueron Gompertz, Von Bertalanffy, Logístico, Weibull y Brody. La selección del mejor modelo fue con base al Criterio de Información Bayesiano (BIC) y al Criterio de Información de Akaike (AIC). Los criterios de ajuste de los modelos a los datos usando el algoritmo SAEMIX en R arrojan valores más pequeños de AIC y BIC para los modelos Logístico y Von Bertalanffy, mientras que valores superiores fueron estimados para Gompertz, Weibull y Brody. Con los modelos seleccionados se estimó un peso adulto a los 500 días de 45 y 43 kg para machos y hembras; respectivamente. Los animales mostraron curvas de crecimiento similares independientemente del sexo. Los modelos que mejor estimaron la curva de crecimiento para machos y hembras fueron los modelos Logístico y Bertalanffy, respectivamente.

**Palabras clave:** Ovinos Criollos. Crecimiento. Modelación. Selección.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

## Anthelmintic effect of an herbal mixture for lambs in the reception period in feedlot

Mario Alejandro Mejía-Delgadillo<sup>1</sup>, German David Mendoza<sup>2\*</sup>, Héctor Aaron Lee-Rangel<sup>3</sup>, Amada Isabel Osorio-Terán<sup>4</sup>, Pedro Abel Hernandez-García<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), Culiacán, México

<sup>2</sup> Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Ciudad de México, México

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), San Luis Potosí, México

<sup>4</sup> Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Toluca, México

### Abstract

The experiment was designed to compare an oral dose of polih herbal mixture based on *Acacia concinna* versus Doramectin on lamb's performance and gastrointestinal nematode counts during the change from grazing to feedlot diet. Sixteen female hairless crosses lambs from grazing tropical pastures with an initial counting of 3141 eggs per gram of faeces, were allotted in individual pens and fed a diet with a 65% concentrate diet and randomly assigned to one of the following treatments: a) untreated control group; b) Doramectin intramuscular (0.2 mg/kg BW) and c) Peptasan daily during 28 days, 4.0 g/day/lamb). The volatile organic compounds in the polih herbal mixture were evaluated by flash gas chromatography electronic nose. The average daily gain was lowest ( $P < 0.01$ ) in the untreated control group (0.033 kg), intermediate in lambs with Doramectin (0.146 kg) and the highest with the herbal mixture (0.261 kg). The number of eggs counts per gram at 28 days was reduced ( $P < 0.01$ ) to 2.26% of the initial count with the herbal mixture and to 16.6% with Doramectin whereas untreated group remained infested with gastrointestinal nematode counts during all the experiment. A total of 104 volatile compounds were identified in the feed plant additive, highlighting some with anthelmintic properties (acetaldehyde, citronellal, (Z)-2-octenal, 4-vinylguaiacol, trans-2-undecenal, 2,3-pentadenione, anethole, sabinene and (Z) whiskey lactone). Results showed the potential benefits of the poly herbal mixture as an alternative to reduce parasitic load and improve lamb performance.

**Keywords:** Lamb growth. Anthelmintic. Feed plant additives. Nematodes.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# Características y rendimiento de la canal de caponcitos caprinos en un sistema de engorde a corral con distintas fuentes proteicas regionales en la ración

Elsa Patricia Chagra Dib<sup>1,3</sup>, Héctor Daniel Leguiza<sup>1</sup>, Carlos Gustavo Cabrera<sup>1</sup>, Graciela Romero<sup>1</sup>, Tomás Anibal Vera<sup>1,2</sup>, Héctor Rivera<sup>3</sup>, Julieta Fernández Madero<sup>3</sup>, Mónica Daniela Sleiman<sup>3</sup>, Malvina Tolaba<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Cerrillos, Salta, Argentina

<sup>2</sup> Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar, Región Nor Oeste Argentino (IPAF NOA), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Posta de Hornillos, Argentina

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Universidad Católica de Salta (UCASAL), Ciudad de Salta, Salta, Argentina

## Resumen

El objetivo del trabajo fue evaluar las características y el rendimiento de res de caponcitos caprinos, utilizando como fuentes proteicas dos tipos de poroto descarte y pellet de soja. Se trabajó con 18 machos castrados de 5 meses de edad, con un peso inicial promedio de 17 Kg, los que se asignaron al azar a tres tratamientos, durante 120 días. Las mediciones de las ganancias de peso, características de la canal se determinaron de manera individual para evaluar si existían diferencias de acuerdo a la ración. Una vez finalizado el período de muestreo de 120 días se procedió a la faena de los animales para medir las características y rendimiento de la canal. Se encontró diferencias significativas en algunas de las variables medidas en las características de la canal, mientras que no hubo diferencia en los valores de rendimiento de la misma. Todos los valores encontrados estuvieron dentro de las medias esperadas para esta categoría, con la posibilidad de una buena comercialización de las mismas.

**Keywords:** Caprinos. Rendimiento. Composición de canal.

## Introducción

La producción caprina, en la República Argentina, está orientada al cabrito lechal. Faenándose los mismos, a una edad entre los 35 a 45 días, con un peso vivo aproximado de 7 a 9 kg. A diferencia de otras producciones ganaderas, no está generalizada la utilización de otras categorías para la venta, ni existe suficiente información en relación a la producción y valoración de otras canales (Dayenoff, 2008).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el engorde a corral de caponcitos caprinos como categoría no tradicional, utilizando como fuentes proteicas dos tipos de poroto descarte y pellet de soja.

## Material y métodos

La experiencia se realizó en la provincia de Salta, Argentina. Se utilizaron 18 caponcitos Anglo

Nubián, con un peso promedio inicial de  $17,8 \pm 0,9$  kg con 5 meses de edad, los que se distribuyeron al azar en tres tratamientos tres tratamientos, durante 120 días. En todos ellos se dio como forraje fibroso 0,820 kg/día/animal de heno de avena y se adicionó Núcleo Vit Mineral 15 g/día/animal mientras que el suplemento varió: T1 - Poroto Blanco 0,360 kg/día/animal + Maíz grano 0,240 kg/día/animal; T2 - Poroto Negro 0,280 kg/día/animal + Maíz grano 0,250 kg/día/animal; T3 - pellet de soja 0,180 kg/día/animal + Maíz grano 0,250 kg/día/animal.

Durante el ensayo se registró el peso vivo individual, a la mañana antes del suministro de alimento, tres veces por semana. Previo al sacrificio, tuvieron 24 horas de ayuno. En la faena, se midió el Peso Vivo Sacrificio (PVS), luego del desangrado, desollado, eviscerado y retirada la cabeza y parte de las extremidades, se registró peso canal caliente (PCC), permaneciendo en oreo durante 12 h a 15 °C. Posteriormente pasaron a cámara frigorífica a 4 °C. A las 24 h de faena se registró peso canal fría (PCF). Se tomaron los pesos de la grasa omental, vísceras verdes (estomago, intestino delgado, intestino grueso) y vísceras rojas (corazón, hígado, pulmón + tráquea y bazo). Rendimiento matadero (RM):  $PCC/PVS \times 100$ . Rendimiento comercial (RC):  $PCF/PVS \times 100$ . Los datos se analizaron con un diseño completamente aleatorizado (DCA), con un nivel de significancia del 5% mediante el procedimiento General de Modelos Lineales de SAS (SAS Institute, 2008).

## Resultados y discusión

En la Tabla 1, se observa que hubo diferencias significativas en las variables PCC y PCF, mientras que el resto fue similar. La cobertura de la riñonada se asemejó a las encontradas en capones criollos y cruza en sistemas extensivos y semi intensivos (Dayenoff, 2008; Zimmerman, 2012; Gonzales et al., 2009; Ricarte et al. 2009).

Devendra y Owen (1983) y Morand-Fehr et al. (1986) encuentran que la canal de cabritos se caracteriza por poseer muy poca grasa subcutánea y mayor cantidad de grasa renal y pélvica, comparada con las canales de corderos.

Los valores de rendimiento de la canal (Tabla 2) se encontraron dentro de los valores de referencia para estas reses caprinas 43% al 57%, siendo más alto en cabritos lechales en relación a otras categorías (Sampelayo, 1993; Gallinger et al., 1994; Leguiza et al. 2001; Selaive-Villarroel et al., 2007; Gonzalez et al., 2009; Ricarte et al., 2009; Sleiman et al., 2017).

**Tabla 1** - Características de la canal

Características	T1	T2	T3	EEM	Efecto
Cobertura de la riñonada (%)	0,65	0,68	0,81	0,040	NS
PCC (kg)	13,17 <sup>A</sup>	13,85 <sup>AB</sup>	14,45 <sup>B</sup>	0,60	*
PCF (kg)	12,54 <sup>A</sup>	13,32 <sup>AB</sup>	14,15 <sup>B</sup>	0,32	*
Grasa omental (kg)	0,61	0,59	0,68	0,010	NS
Estomago (kg)	2,98	2,20	2,27	0,69	NS
Intestino delgado (kg)	0,62	0,48	0,53	0,04	NS
Intestino grueso (kg)	2,46	2,20	2,27	0,031	NS
Corazón (kg)	0,120	0,127	0,138	0,0005	NS
Hígado (kg)	0,580	0,540	0,560	0,006	NS
Pulmón y tráquea (kg)	0,51	0,55	0,59	0,012	NS
Bazo (kg)	0,056	0,059	0,065	0,002	NS

Nota: EEM: error estándar de la media. NS = no significativo. \*Significativo. Letras diferentes en la fila significan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 2** - Rendimiento de la canal

	T1	T2	T3	EEM	Efecto
Peso vivo al sacrificio (kg)	28,73 <sup>A</sup>	30,47 <sup>B</sup>	31,84 <sup>B</sup>	1,34	*
Rto Matadero (%)	45,80	45,40	45,39	0,45	NS
Rto Comercial (%)	43,53	43,78	44,60	1,25	NS

Nota: EEM: error estándar de la media. NS = no significativo. \*Significativo. Letras diferentes en la fila significan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

## Conclusión

El rendimiento y las características de la res manifestó comportamientos similares en las raciones de poroto negro y pellet de soja. Todos los valores encontrados estuvieron dentro de las medias esperadas para la categoría caprina estudiada, con la posibilidad de una buena comercialización de las misma.

Los resultados obtenidos en el presente estudio contribuyen a la necesidad de aumentar la producción de carne caprina y a la tipificación de las mismas, a fin de promocionar el consumo y comercialización de estos productos alternativos para la diversificación de la oferta cárnica de Argentina.

## References

- Dayenoff P. Perspectiva de la producción de carne caprina en Argentina. V Feira Internacional de Caprinos e Ovinos (Feinco); 11-15 mar 2008; São Paulo, SP. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2008.
- Devendra C, Owen JE. Quantitative and qualitative aspects of meat production from goats. *World Anim Rev (FAO)*. 1983;47:19-29.
- Gallinger M, Dayenoff P, Garriz C. (1994). Calidad de carne de cabritos criollos. Sexo y corte comercial. *Rev Arg Prod Anim*. 1994;1:14-6.
- González MF, Dupras MJQ, Pivotto R, Herrera VG. Categoría no tradicional de consumo de carne caprina. Rendimiento, composición regional y composición Tisular Trabajo completo. VI Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos (ALEPRyCS); 8-12 set 2009; Querétaro, México.
- Leguiza HD, Chagra Dib, EP, TA Vera. 2001. Factores que inciden en el rendimiento de la canal de cabritos criollos, en un sistema extensivo de producción en La Rioja. XVII Reunión Latinoamericana de Producción Animal. Acta XVII Reunión Asoc Lat Prod Anim. 2001;1706-8.
- Morand-Fehr, Bas P, Schmidely P, Hervieu J Effet du sevrage sur la croissance et la qualité des carcasses de chevreaux [Effect of weaning on growth and carcass quality in young goats]. 37th Annual Meeting of European Association of Animal Production; 1-6 set 1986; Budapest, Hungary. Paris: INRA; 1986. p. 236-52.
- Ricarte A, Vera T, Domingo E, Díaz R, González F, Quinteros J, et al. Características de la canal y de la carne de cabritos criollos y sus cruza x Boer, bajo pastoreo extensivo, en los Llanos de la Rioja, Argentina. VI Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos (ALEPRyCS); 8-12 set 2009; Querétaro, México.
- SAS Institute Inc. SAS/STAT Guide for Personal Computers. Versión 9.2. Cary, NC, USA; 2008.
- Sampelayo MRS. Calidad de la canal y de la carne de los pequeños rumiantes. Análisis de la canal caprina como prototipo. Factores nutritivos que determinan su calidad. *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental*. 1993;5:63-74.
- Selaive-Villarroel A, Sañudo C, Oliveira A, Cilla I. Características de la canal de caprinos mestizos para carne criados a pasto con terminación en confinamiento en el nordeste del Brasil. XXXII Jornadas Científicas y XI Jornadas Internacionales de Ovinotecnia y Caprinotecnia; 19-21 set 2007; Mallorca, España. SEOC; 2007. p. 93-6.
- Sleiman M, Madero JF, Dib EPC, Leguiza HD, Moreno K, Grigioni GM, et al. Evaluación de la composición de la canal y calidad de carne de cabritos machitos enteros y castrados en un sistema de engorde a corral en un establecimiento del Valle de Lerma, Salta. XXIX Reunión Nacional e Internacional sobre Caprinocultura; 11-13 out 2017; Teoloyucan, México. Teoloyucan: FES Cuautitlán UNAM; 2017.
- Zimmerman M. Factores pre-faena causantes de estrés, su incidencia en el bienestar animal y en la calidad de la carne de chivitos Criollos Neuquinos y corderos Merino [tesis]. Buenos Aires: Universidad Nacional del Comahue; 2012. 244 p.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

## Caracterización de la vaina de espino blanco (*Acacia macracantha*) como alternativa regional en la alimentación de rumiantes en trópico seco

Luis Jovani Rosas-Padilla<sup>1</sup>, Héctor Mario Andrade-Montemayor<sup>2\*</sup>, Héctor Raymundo Vera-Avila<sup>1</sup>, Tercia Cesaria Reis de Souza<sup>1</sup>, Alma Violeta Córdova-Torres<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Querétaro, México

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Querétaro, México

### Resumen

El conocimiento y evaluación de recursos regionales permite su uso y conservación, dichos recursos pueden conformar alternativas nutricionales que refuercen las estrategias de producción pecuaria. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar nutricionalmente a la vaina de espino blanco (*Acacia macracantha*) (EB), y conocer la posibilidad de uso como un suplemento alternativo en la región semiárida del estado de Guerrero (México). En esta región los prolongados periodos de sequía producen pérdidas importantes a la ganadería de pequeños rumiantes. Para lo cual se evaluó el potencial nutritivo del EB mediante la determinación de su composición nutricional en términos de materia seca (MS), materia orgánica, cenizas, proteína cruda (PC) (Nitrógeno x 6,25), extracto etéreo, y fibra detergente neutro y detergente ácido, obteniendo los siguientes resultados 93,92%, 94,32%, 5,68%, 9,86%, 0,86% 66% y 45,55% respectivamente. Se evaluó la degradabilidad *in situ* de la MS, utilizando dos caprinos adultos castrados de raza Nubia los cuales fueron fistulados y canulados del rumen y los tiempos de retiro de las bolsas de nylon fueron a las 0, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 h. La degradabilidad de la MS presentándose una fracción soluble (a) de 37,72%, teniendo una fracción potencialmente degradable (b) de 16,43%, con una tasa fraccional de degradación (tasa/h) (c) de 0,09/hr. Se determinó la producción de gas *in vitro* (ml/g MS) obteniendo una producción potencial (b) de 46,34 ml/g MS, con una tasa fraccional de producción (tasa/h) (c) de 0,169853/hr y un tiempo de espera (tl) de 0,25 h. Al estimar el valor energético este es de 2,25 Mcal EM/kg MS. Podemos concluir que de acuerdo a su composición nutrimental, degradabilidad y producción de gas el EB puede ser considerado como una alternativa nutricional para rumiantes en la región del semiárido de Guerrero, pudiendo ser conservado para su uso en la época de sequía.

**Palabras clave:** *Acacia macracantha*. Caracterización. Degradabilidad *in situ*.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# Comportamiento alimenticio de cabras suplementadas con silaje de orujo de uva en pastoreo estival en los Llanos de la Rioja, Argentina

Elena Raquel Brizuela<sup>1\*</sup>, Mariana Varas<sup>2-3</sup>, Ramón Armando Ricarte<sup>4</sup>, Tomás Aníbal Vera<sup>5,6</sup>, Raul Fernando Díaz<sup>4</sup>, Gabriela Ester Brunello<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Actividad privada, Maimará, Argentina

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Chilecito (UNDeC), Chilecito, Argentina

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Chilecito, Argentina

<sup>4</sup> Estación Experimental Agropecuaria La Rioja, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA EEA La Rioja), Chamental, Argentina

<sup>5</sup> Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar, Región Nor Oeste Argentino (IPAF NOA), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Posta de Hornillos, Argentina

<sup>6</sup> Proyecto FONTAGRO ATN/RF-16112-RG Gran Chaco REDLAC-PROADAPT

## Resumen

En sistemas de base pastoril el suplemento interacciona con las características del forraje (cantidad y calidad). Estas relaciones pueden ser adición, sustitución o ambos efectos combinados. El objetivo del presente ensayo fue observar si la composición de la dieta de cabras bajo pastoreo nativo polifítico, es modificada por la incorporación de distintos niveles de orujo de uva ensilado (OUE). En los meses de noviembre (F1), diciembre (F2) 2012 y enero 2013 (F3) en el campo experimental del INTA La Rioja (región del chaco árido 30°30'28,4''S, 66°07'12,75''W). Se evaluó la composición botánica de la dieta de 10 cabras por tratamiento (T0 = Pastizal natural (PN), T1 = 0,5% del peso vivo de las cabras (PVC) en OUE + PN y T2 = 1% del PVC en OUE + PN). La cuantificación individual se realizó evaluando la densidad de fragmentos de los grupos gramíneas (Gram), arboles + arbustos (Arbo+Arbu) y OUE en 100 campos al microscopio. Los resultados se analizaron mediante ANOVA, bajo arreglo factorial. Se utilizó el Test de Tuckey ( $p \leq 0,05$ ) para la comparación de medias. Aunque no se detectaron diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre T1 y T2 en fechas. El porcentaje de participación del OUE fue menor en T2 en las tres fechas F1 (T1=17 vs T2 = 14%); F2 (T1 = 23 vs T2 = 11%) y F3 (T1 = 37 vs T2 = 32%). Un incremento de 0,5% PV al 1% PV del ensilado modifica la composición botánica de la dieta, siendo el Gram el más afectado a través del tiempo ( $p \leq 0,05$ ). Gram F1 (T0 = 20; T1 = 14 y T2 = 15%), Gram F2 (T0 = 44; T1 = 14; T2 = 42%) y Gram F3 (T0 = 10; T1 = 6 y T2 = 2%). Se observa un efecto de sustitución del estrato graminoso por el ensilado, el mismo puede ser utilizado en raciones de cabras como suplemento fibroso.

**Palabras clave:** Orujo de uva. Composición de la dieta. Suplementación.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

## Comportamiento productivo de cabrillas de reposición en pasturas subtropicales

Maria Florencia González<sup>1,2</sup>, Ornella Eugenia Castro<sup>1,2</sup>, Javier Marcelo Quinteros Dupraz<sup>1</sup>, Victor Gaspar Herrera<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estación Experimental Agropecuaria Catamarca, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Catamarca, Argentina

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Catamarca, Argentina

### Resumen

En la provincia de Catamarca, el 94 % de la superficie implantada con pasturas perennes son especies subtropicales (80.000 Ha), de las cuales el 60,23 % corresponde a *Panicum maximum* y el 39,47 % a *Cenchrus ciliaris*. El presente trabajo tiene como objetivo indagar sobre la productividad de cabrillas primíparas en condiciones de pastoreo en pasturas subtropicales. Se utilizó 11 cabrillas primíparas de 13 meses de edad biotipo Boer con peso vivo (PV)  $32,90 \pm 3,57$  kg y condición corporal (CC) de  $2,68 \pm 0,08$ . La dieta basal fue una cadena de pastoreo de gramíneas subtropicales *Panicum maximum* cv Gatton y *Panicum coloratum* cv. Kleyn, desde el servicio (diciembre) hasta el destete (julio). Se utilizó suplementación estratégica durante el periodo 30 días previos al parto hasta el destete de las crías. La suplementación, a base de maíz y heno de alfalfa se calculó con el programa Violeta (INRA 2000). Al parto se consideró fertilidad (cabrillas paridas/cabrillas en servicio) y prolificidad (cabritos nacidos/cabrilla parida). Para eficiencia de producción se consideró % destete, kg.paridos/vientre y kg.destetados/vientre. La fertilidad fue 92,86 % y la prolificidad  $1,38 \pm 0,65$ . La CC y el PV variaron con los cambios fisiológicos de las hembras gestantes. Durante los 3 primeros meses de gestación (G1), el PV aumentó acumulándose reservas corporales debido al balance energético positivo. El incremento de PV en este período fue  $5,23 \pm 1,88$  kg. En G2 (dos últimos meses de gestación) el incremento de PV fue de  $6,65 \pm 3,04$  kg. Estos datos indican que al parto, las cabrillas preñadas lograron incrementar su peso PV de servicio un 35,06%. La producción total de carne por vientre fue  $4,33 \pm 1,95$  kg paridos y  $11,60 \pm 3,52$  kg destetados por hembra. El % destete fue 93,33%. La eficiencia productiva de las cabrillas implica armonizar el aprovechamiento de los recursos forrajeros en torno de la máxima carga animal compatible. Por ello se necesitará conocer en detalle la performance de las pasturas subtropicales utilizadas en los sistemas de producción, las posibles respuestas ante mejoras en el manejo y el aprovechamiento de los mismos.

**Palabras clave:** *Panicum* spp. Estrategias. Alimentación. Cabrillas reposición.



NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

## Consumo voluntario y ganancia de peso en corderas alimentadas con ensilado de ajonjolí (*Sesamum indicum*) y suplementadas con grano de maíz

Esteban Julián Mireles Martínez<sup>1\*</sup>, José Alonso Galeana<sup>1</sup>, Luis Corona Gochi<sup>2</sup>, Águeda García Pérez<sup>2</sup>, Isidro Gutiérrez Segura<sup>1</sup>, José Luis Avila Pérez<sup>1</sup>, Rafael Rodríguez Hernández<sup>3</sup>, Julio Cesar Gómez Vargas<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), Ciudad Altamirano, México

<sup>2</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

<sup>3</sup> Instituto de Ciencia Animal (ICA), Mayabeque, Cuba

### Resumen

A los rumiantes, se les proporciona ensilados de gramíneas, pero el contenido proteico es reducido, por ello se abre la perspectiva del ensilado de ajonjolí por contener más del 12% PC. El objetivo del presente estudio fue determinar el consumo voluntario (CV) y la ganancia diaria de peso (GDP) de corderas alimentadas con ensilado de ajonjolí y con suplementación energética. De un cultivo de ajonjolí de 95 días se hizo un silo de pastel y se abrió a los 44 días para determinar el pH y la materia seca (MS). Con el ensilado se alimentaron ocho corderas de raza MEVEZUG de  $21.2 \pm 3.6$  kg de peso vivo, durante 56 días en dos experimentos: testigo (T1E) y suplementado (T2M) de 28 días con 10 días previos de acostumbramiento en cada periodo, se registró el consumo diario y rechazo, se determinó la GDP las corderas al pesar al inicio y a los 14 y 28 días en los periodos experimentales, a los  $21.7 \pm 3.3$  kg y finalizado el T1E, durante T2EM se proporcionaron 320 g/cordera de grano de maíz, y ensilado a voluntad. Se realizó ANAVA a los datos registrados y a las medias se aplicó la prueba de Duncan ( $P < 0.05$ ) según el paquete InfoStat. El pH del ensilado fue de 4.89, el cual indica un ensilado de buena calidad y 26.0 % MS, el CV de MS fue de 0.637 kg y 0.873 kg ( $P < 0.0001$ ), la GDP de 0.024 kg y 0.102 kg ( $P < 0.029$ ) para T1E y T2EM respectivamente, estos dos indicadores fueron de mayor valor en el segundo periodo, posiblemente por efecto de la suplementación, ya que en el primero fue prácticamente para mantenimiento. Se concluye que la dieta de las corderas de ensilado de ajonjolí mantiene el peso vivo y se presentan GDP aceptables con la suplementación energética.

**Palabras clave:** Ensilado. Ajonjolí. Corderas.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# Consumo y digestibilidad en ovinos alimentados con follaje de árboles

José Puch-Rodríguez<sup>1,2</sup>, Hassem Benjamín-Villanueva<sup>1,2</sup>, José Roberto Sanguinés-García<sup>1,2</sup>, Edgar Aguilar-Urquizo<sup>1,2</sup>, Alfonso Chay-Canul<sup>3</sup>, Fernando Casanova-Lugo<sup>1,4</sup>, Angel Piñeiro-Vázquez<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México (TecNM), Conkal, México

<sup>2</sup> División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Conkal (IT Conkal), Conkal, México

<sup>3</sup> División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Villahermosa, México

<sup>4</sup> Instituto Tecnológico de la Zona Maya (ITZM), Othón P. Blanco, México

## Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la inclusión del follaje de arbóreas tropicales sobre el consumo, digestibilidad y balance de nitrógeno en ovinos alimentados con *Pennisetum purpureum*. Se utilizaron cuatro ovinos machos Pelibuey con un peso vivo promedio (PV) de  $22 \pm 1.5$  kg, distribuidos en un diseño en cuadro latino ( $4 \times 4$ ). Los tratamientos fueron *P. purpureum* (T1), *P. purpureum* + *Brosimum alicastrum* (T2), *P. purpureum* + *Guazuma ulmifolia* (T3) y *P. purpureum* + *Piscidia piscipula* (T4). El follaje de las especies arbóreas se incorporó a la ración en 300 g/kg de materia seca (MS). El consumo, la digestibilidad y el balance de nitrógeno fueron medidos por periodos de 23 horas durante siete días. El consumo de MS, materia orgánica (MO) y proteína cruda (PC) no fue afectado ( $p > 0.05$ ) por la inclusión del follaje de las especies arbóreas (892.7, 784.2, 88.9 g/día, respectivamente). La digestibilidad de la MO y PC no fueron afectados entre tratamientos ( $p > 0.05$ ). El N excretado en las heces y la orina fue similar entre tratamientos ( $p > 0.05$ ), pero el N retenido mostró una tendencia a incrementarse (g/día) ( $p = 0.07$ ) al incorporar los follajes arbóreas. Se concluye que la inclusión del 30% de la MS ofrecida como follaje de *B. alicastrum*, *G. ulmifolia* y *P. piscipula* mejora el consumo de PC y reduce el consumo de FDN, mejorando la digestibilidad de la MO y PC y el balance de N en los ovinos. Lo que indica que el follaje de estas especies arbóreas puede ser usado como una estrategia de suplementación proteica en las épocas de estiaje en las regiones tropicales.

**Palabras clave:** Metabolitos secundarios. Microorganismos. Suplementación. Época de estiaje.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

## Determinación de pH y materia seca de ensilado con planta de ajonjolí (*Sesamum indicum*) en Tierra Caliente, Guerrero, México

José Alonso Galeana<sup>1\*</sup>, Esteban Julián Mireles Martínez<sup>1</sup>, Ma. Trinidad Valencia Almazán<sup>1</sup>, Rosendo Cuicas Huerta<sup>1</sup>, Rafael Rodríguez Hernández<sup>2</sup>, Luis Corona Gochi<sup>3</sup>, Águeda García Pérez<sup>3</sup>, José Luis Ponce Covarrubias<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), Ciudad Altamirano, México

<sup>2</sup> Instituto de Ciencia Animal (ICA), Mayabeque, Cuba

<sup>3</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, Mexico

### Resumen

El ajonjolí (*Sesamum indicum*) es una oleaginosa que se cultiva en la región de Tierra Caliente desde la antigüedad, con la única finalidad de cosechar la semilla para su comercialización. Sin embargo, en otros países como Brasil estudios recientes sugieren su uso de la planta completa en la alimentación de rumiantes en forma de ensilado. Por lo que, el objetivo del presente estudio fue evaluar el pH y la composición química del ensilado con planta completa de ajonjolí en Tierra Caliente, Guerrero, México. La siembra se efectuó en el periodo lluvioso del 2015 en el campo experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Guerrero. El corte de la planta se realizó a los 75 días de edad y los microsilos se elaboraron en bolsas negras de polietileno de 600 x 600 mm, los cuales se abrieron a los 60 días para medir el pH y determinar la composición química de las muestras. Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva con el paquete estadístico infoStat. El valor del pH de este trabajo fue de 4.86. Los resultados de la composición química fueron los siguiente: Materia Seca 22,93 ± 1,13, Materia Orgánica 92,69 ± 1,65, Proteína Cruda 13,73 ± 0,96, Extracto Etéreo 15,90 ± 1,87, Fibra Detergente Neutro 69,18 ± 2,54, Fibra Detergente Ácida 18,75 ± 2,04 y Ceniza 7,30 ± 1,65%. El porcentaje de MS fue reducido, sin embargo el correspondiente a PC fue superior al de otros ensilados como maíz, sorgo y millet. El valor del pH y la composición química del ensilado indican la viabilidad de conservar la planta de ajonjolí en forma de ensilado, siendo esto, una alternativa para la alimentación de rumiantes, sobre todo en épocas de escases de forrajes en las regiones con clima trópico seco.

**Palabras clave:** Ajonjolí. *Sesamum indicum*. Ensilado.

## NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# Dieta de cabras en pastoreo extensivo a fines del invierno en la región del Monte, Chilecito (La Rioja, Argentina)

Elena Raquel Brizuela<sup>1\*</sup>, Mariana Varas<sup>2,3</sup>, Elsa Patricia Chagra Dib<sup>4,5</sup>, Marcela Lorena Martinez<sup>2</sup>, Cesar Javier Lucca<sup>6</sup>, Patricia Martinez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Actividad Privada, Posta de Hornillos, Tilcara, Argentina

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Chilecito (UNDeC), Chilecito, Argentina

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Chilecito, Argentina

<sup>4</sup> Estación Experimental Agropecuaria Salta, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Ciudad de Salta, Argentina

<sup>5</sup> Proyecto FONTAGRO ATN/RF-16112-RG Gran Chaco REDLAC-PROADAPT. Ciudad de Salta, Argentina

<sup>6</sup> Universidad Nacional De La Rioja (UNLaR), Chamical, Argentina

## Resumen

Este trabajo describe la composición botánica de la dieta de cabras que pastorean en un sistema extensivo abierto a fines del invierno, donde el manejo por parte del productor es escaso. El estudio se llevó a cabo en el departamento Chilecito, La Rioja-Argentina (29°05'00.02''S y 67°37'59.97''W), en un tipo de vegetación característica de la Región del Monte. Los análisis microhistológicos de las heces mostraron que aproximadamente el 85% de la dieta la constituyen las gramíneas y arbustos, participando en un 47% y 38 % respectivamente. El resto de la composición botánica de la dieta lo integran las especies arbóreas 7,4 % y latifoliadas herbáceas 6,7%. Si bien varios autores remarcan el hábito ramoneador de la cabra, estos resultados preliminares tienden a indicar lo contrario, debiendo establecer como componen su dieta las cabras en pastoreo extensivo en el periodo estival. De esta forma

se podrá recomendar estrategias de manejo sustentable, compatible con la conservación del recurso forrajero y del estado nutricional de la majada.

**Palabras clave:** Pastoreo extensivo. Composición de la dieta. Cabras. Región del monte.

## Introducción

En la Provincia de La Rioja, Argentina una de las principales actividades productivas que desarrollan los pequeños productores, es la cría extensiva del ganado caprino para carne, la base de la alimentación la constituye el recurso forrajero nativo. En esta Región, las precipitaciones tienen marcada estacionalidad,

concentrándose el 80% del total anual en primavera-verano, con otoños e inviernos secos. Esto determina que durante el invierno la mayoría de la especies de valor forrajero permanezcan en estado de reposo vegetativo con baja producción y calidad forrajera (Anderson et al., 1980). Estas variaciones en el recurso forrajero disponible ofrecen oportunidades diferentes a los herbívoros al momento de elegir entre especies. Diversos autores señalan que el caprino en particular, es una especie ramoneadora por excelencia, manifestando una alta preferencia por especies arbustivas y arbóreas (Balmaceda et al., 1983; Miñon et al., 1991). En la región de Chilecito, La Rioja no se conoce como componen su dieta cabras que pastorean en sistemas extensivos, durante el periodo invernal y donde el manejo por parte del productor es escaso o nulo.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la composición botánica de la dieta de cabras que pastorean en un sistema extensivo abierto del Dpto. Chilecito, La Rioja a fines del invierno.

## Material y métodos

El ensayo se llevó a cabo en un establecimiento privado (29°05'00.02''S y 67°37'59.97''W) sin alambrado perimetral, ubicado en el departamento Chilecito, La Rioja-Argentina, se encuentra inserto dentro de la provincia fitogeográfica del monte, caracterizada por presentar un clima cálido y seco (Cabrera, 1976), la precipitación media anual es de 200 mm, con distribución marcadamente estival y con nevadas frecuentes en los meses de invierno, la temperatura media del invierno es de 12 °C, la mínima media es de -5 °C y la mínima absoluta de -10 °C. La topografía del lugar esta caracterizada por un sistema montañoso del cual el eje principal es el cordón del Famatina, con orientación nortesur, con una ligera desviación hacia el sudeste. La vegetación predominante es una estepa arbustiva dominada por especies del genero *Larrea* (jarilla) (Morello, 1958; Cabrera, 1976) con predominancia de *Larrea cuneifolia*, *Larrea divaricata* y *Condalia microphylla* (piquillín). En las márgenes de los ríos es frecuente observar especies del genero *Prosopis* (algarrobo) como *P. chilensis* y *P. flexuosa* y *Schinus*

(molle), el estrato herbáceo esta caracterizado por especies del genero *Stipa*, *Bouteoloua* y *Sporobolus*. A fines del invierno de 2008, se extrajeron muestras de heces del recto de 20 animales seleccionados al azar, los que se encontraban en un bajo estado nutricional, con nota de condición corporal (NCC, en escala de 1-5) de 1,0-1,5. Las muestras de heces fueron secadas en estufa (60 °C, 24h), molidas con molino tipo wiley con tamiz de 1 mm de abertura para reducir los fragmentos a tamaño uniforme. Utilizando una cantidad constante de cada una de las muestras, se integró una compuesta (n = 20). La composición botánica de la dieta de las cabras fue determinada a través de la técnica microhistológica descrita por Sparks y Malechek (1968). La cuantificación de las especies se realizo evaluando la densidad de fragmentos de cada especie en 100 campos al microscopio con un aumento de 100x.

## Resultados

La Tabla 1 muestra la composición botánica de la dieta expresada en porcentaje (%) de cabras en pastoreo extensivo a fines del invierno.

**Tabla 1** - Composición botánica de la dieta (%) de cabras en pastoreo extensivo a fines del invierno

Descripción	
<b>Gramíneas</b>	
<i>Jarava</i> sp.	28,74
<i>Trichloris crinita</i>	10,24
<i>Cortaderia selloana</i>	6,69
<i>Chloris</i> sp.	1,57
<i>Pappophorum</i> sp.	0,39
Total	47,63
<b>Arbustos</b>	
<i>Lippia</i> sp.	17,32
<i>Ephedra</i> sp.	15,75
<i>Bulnesia retama</i>	2,76
<i>Capparis atamisquea</i>	1,97
<i>Cassia aphylla</i> sp.	0,39
Total	38,19

(continuación)

Descripción	
<b>Árboles</b>	
<i>Schinus molle</i>	3,94
<i>Proposis sp.</i>	3,54
Total	7,48
<b>Latifoliadas herbáceas</b>	
<i>Hyalis argentea</i>	5,52
<i>Conyza lorentzii</i>	1,18
Total	6,70

## Discusión

Estos resultados preeliminares sugieren que las cabras de bajo estado nutricional y en pastoreo extensivo, componen su dieta invernal básicamente de gramíneas y arbustos siendo el primero el componente principal. Esta bien documentado que los herbívoros seleccionan distintos componentes morfológicos (Hendricksen et al., 1980; Cameron et al., 1996), prefiriendo hojas en lugar de tallos y material verde rechazando el seco (Arnold, 1964). Las especies  $C_3$  son más degradadas por la digestión que las  $C_4$  (Hacker y Minson, 1981), dependiendo del estado de desarrollo al momento de ser consumidas. Los ítems, pertenecientes al género *Jarava*, son especies de síndrome fotosintético  $C_3$ , y en el periodo evaluado estas estaban en estado de crecimiento, con lo cual presumiblemente su calidad fue mayor que los ítems pertenecientes a las  $C_4$  como son *Trichloris crinita*, *Chloris* y *Pappophorum*. Por otro lado, *Trichloris crinita* participa con el 10% de la dieta, si bien esta es una especie  $C_4$  presenta mayor proporción de hojas en el estrato inferior de la planta (Brizuela et al., 2005). La baja participación (6,7%) de los ítems pertenecientes al grupo de las herbáceas-latifoliadas puede deberse a que la cabra solo realizó toques a las especies herbáceas ya que en el área de estudio no se evidenció una alta frecuencia de la misma.

Presumiblemente el consumo de los ítems pertenecientes al género *Prosopis* sea a través de la hojarasca, ya que es una especie de hojas caducifolias, hecho que se manifiesta durante el

invierno. Queda por establecer en esta zona como componen su dieta cabras en pastoreo extensivo en el periodo estival, donde la mayoría de las especies se encuentran en estado de desarrollo vegetativo, y de esta forma lograr estrategias de manejo sustentables, localizando áreas de pastoreo que permitan mejorar el estado nutricional de los animales, para que el productor implemente tecnologías de bajo consumo y fácil aplicación.

## Conclusión

En la región de Chilecito (La Rioja-Argentina), las cabras en pastoreo extensivo durante el invierno componen su dieta de forma variada, estando constituida principalmente por gramíneas y arbustivas y en menor proporción por arbóreas y herbáceas latifoliadas

Se hace necesario realizar el mismo estudio durante las restantes épocas del año, debido al marcado cambio del desarrollo vegetativo y la calidad de la vegetación presente a lo largo del mismo.

## Referencias

- Anderson DL, Del Aguila JL, Marchi A, Vera JC, Oriente EL, Bernardon AE. Manejo Racional de un Campo en la Región Árida Central de Los Llanos de La Rioja República Argentina: Secretaria de Estado de Agricultura y Ganadería. INTA; 1980. 91 p.
- Arnold GW. Factors within plant associations affecting the behaviour and performance of grazing animals. In: Crap DJ (Ed.). Grazing in Terrestrial and Marine Environments. Oxford: Blackwell; 1964. p. 133-54.
- Balmaceda NA, Digiuni JN. Estimación de la dieta de vacunos, ovinos, caprinos y guanacos en zonas de monte por el método microhistológico. Rev Arg Prod Anim. 1983;10:265-72.
- Brizuela ER, Ferrando, CA, Blanco LJ. 2005. distribución vertical de hojas y de la relación hoja - tallo en *Trichloris Crinita* diferida. Rev Arg Prod Anim. 2005;25(Supl 1):204-5.

- Cabrera AL. Regiones Fitogeográficas de Argentina. In: Cabrera AL. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II. Buenos Aires: Editorial ACME SACI; 1976. p.1 - 85
- Cameron EA, Castro H. Comportamiento alimenticio y selectividad en pastoreo. Mimeografiado. Rafaela, Argentina: INTA; 1996. 13 p.
- Hacker JB, minson DJ. The digestibility of plants parts. Herb Abst. 1980;51(9):459-82.
- Hendricksen R, Minson DJ. The feed intake and grazing behaviour of cattle grazing a crop of *Lablab purpureus* cv. Rongei. J Agric Sci. 1980;95(3):547-54.
- Miñon DP, Fumagalli A, Auslender A. Hábitos alimentarios de vacunos y caprinos en un bosque de la región chaqueña semiárida. Rev Arg Prod Anim. 1991; 11(3):275-83.
- Morello J. La provincia fitogeográfica del Monte. Tucumán: Universidad Nacional del Tucumán, Instituto Miguel Lillo; 1958.
- Sparks DR, Malechek JC. Estimating percentage dry weight in diets using a microscope technique. J Range Manage. 1968;21(4):264-5.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# Digestibilidad de la materia seca de alimentos consumidos por ovinos de pelo con líquido ruminal ovino y bovino

Clara Rua-Bustamante\*, Juan Ricardo Zambrano-Ortiz, José Edwin Mojica-Rodriguez

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de Investigación Motilonia, Agustín Codazzi, Cesar, Colombia

## Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de dos fuentes de líquido ruminal sobre la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) de forrajes consumidos por ovinos de pelo en el Caribe Colombiano. Se evaluaron 77 muestras de fuentes alimenticias provenientes de los departamentos del Cesar, La Guajira y Magdalena, las cuales se agruparon como frutos y subproductos (FS; cinco muestras), leguminosas forrajeras (LF; 20 muestras), árboles y arbustos no leguminosos (ANL; 10 muestras), gramíneas (G; 43 muestras) y forrajes no convencionales (FNC; 10 muestras). Los alimentos fueron secados en horno a 60 °C/48 horas y molidos en tamiz de 1 mm. Se hicieron dos ensayos de DIVMS; uno, con líquido ruminal de ovino y otro, con líquido ruminal de bovino en incubadora Daisy II por 48 horas a una temperatura de 39,5 °C. Se realizó la comparación de medias de DIVMS de las fuentes alimenticias y por agrupamientos con los dos inóculos mediante la prueba T de Student con el software SAS 9.3. En todas las fuentes alimenticias el porcentaje de DIVMS fue similar ( $p > 0,05$ ) con el inóculo de bovinos ( $63,7 \pm 11,6\%$ ) en comparación con el de ovinos ( $63,9 \pm 11,6\%$ ). Respecto a todas las categorías de alimentos no hubo diferencia ( $p > 0,05$ ) entre los líquidos ruminales utilizados sobre la DIVMS. Los valores observados en DIVMS con el líquido ruminal de ovino y bovino fueron de  $74,2 \pm 14,2\%$  y  $62,5 \pm 11,2\%$  respectivamente, en el grupo FS;  $68,8 \pm 13,5\%$  y  $65,1 \pm 14,4\%$  respectivamente, en el grupo LF;  $62,6 \pm 13,8\%$  y  $70,9 \pm 10,5\%$  respectivamente en grupo ANL;  $59,8 \pm 7,7\%$  y  $62,1 \pm 10,7\%$  respectivamente en el grupo G y  $63,7 \pm 12,2\%$  y  $63,9 \pm 11,1\%$  en el grupo FNC. Se concluye que el líquido ruminal de bovino puede utilizarse para realizar el análisis de digestibilidad de la materia seca en muestras de alimentos dirigidos a la alimentación de ovinos de pelo.

**Palabras clave:** Fermentación ruminal. Degradación. Nutrición de rumiantes. Ovejas.



NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# Efecto de la inclusión de subproducto de galleta en dietas para corderos sobre la calidad de la carne - avances preliminares

Gustavo Licon Velázquez, Ernesto Morales Almaraz, Ignacio Arturo Domínguez Vara, Daniel Trujillo Gutiérrez\*, Jesús Luis Enríquez Palos

Especialidad en Producción Ovina, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex), Toluca de Lerdo, México

## Resumen

La calidad de la carne de ovino está relacionada al contenido de nutrientes de la dieta, específicamente a la fuente de energía. El subproducto de galleta es rico en carbohidratos, lo que le confiere la capacidad de modular las características de calidad de la carne de corderos. El objetivo de esta investigación fue evaluar características físico químicas de *Longissimus dorsi* de corderos alimentados con dietas con la inclusión de niveles crecientes de subproducto de galleta (0, 70, 140 y 210 g kg<sup>-1</sup> MS). Las chuletas fueron obtenidas de canales de 32 corderos (23,13 ± 0,45 kg) machos enteros Rambouillet x Dorper aleatorizadas en un diseño completamente al azar. No se encontraron diferencias ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos. Sin embargo, existe una tendencia de  $p = 0,070$  para el tratamiento T-70 de ser menor respecto a T-0 y T-140 para el grosor de la grasa de subcutánea. Se concluye que la inclusión de niveles crecientes de subproducto de galleta en la dieta no afecta las características físico-químicas del *Longissimus dorsi* de corderos.

**Palabras clave:** Ovinos. Calidad de la carne. Subproducto de galleta.

## Introducción

El subproducto de galleta (EM, 3,3 Mcal kg<sup>-1</sup> MS; PC 120 g kg<sup>-1</sup> MS; Ca 0,18 %; P 0,28 %) es una fuente de carbohidratos solubles rápidamente disponible en rumen (NRC, 2007). El manejo nutricional de corderos permite modular la cantidad y composición de la grasa intramuscular, confiriendo a la carne características sensoriales e instrumentales deseables (Rodríguez-Maya et al., 2019). El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la inclusión de galleta en la dieta de ovinos sobre la calidad de la carne.

## Material y métodos

Esta investigación se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México, Campus Universitario “El Cerrillo”, Toluca, México. Se utilizaron muestras de tejido de *Longissimus dorsi* (LD) de 32 corderos alimentados con cuatro dietas isonitrogenadas (144,5 g kg<sup>-1</sup> MS de PC)

e isoenergéticas (1,17 Mcal ENg kg<sup>-1</sup> de MS) con diferentes niveles de inclusión de galleta (0, 70, 140 y 210 g kg<sup>-1</sup> MS) en la dieta (Tabla 1), sacrificados en Capulhuac, Estado de México.

**Tabla 1** - Composición de dietas para corderos con distintos niveles de galleta

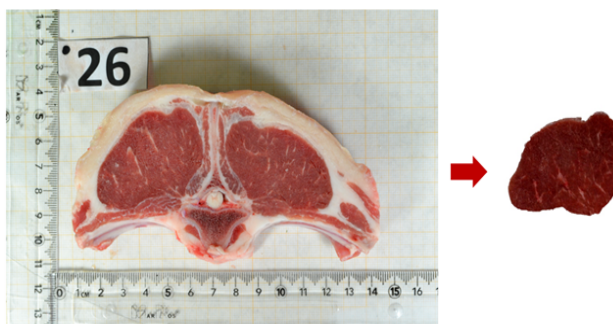
Ingredientes	Tratamientos			
	T-0	T-70	T-140	T-210
Heno de avena	236,1	235,6	235,2	234,7
Maíz grano molido	346,3	284,1	205,8	134,6
Triticale molido	284,2	275,5	283,9	283,8
Pasta de Soya	60,3	62,1	62,7	63,9
Salvado de trigo	29,8	29,7	29,7	29,6
Subproducto de galleta	0,0	70,0	140,0	210,0
Bicarbonato de sodio	16,7	16,7	16,7	16,7
Carbonato de calcio	13,2	13,0	12,8	12,6
Levadura de cerveza	2,1	2,1	2,1	2,1
Premezcla de vitaminas y minerales	11,1	11,1	11,1	11,1

Nota: T-0 - T-210 = Corderos alimentados con dietas con la inclusión de niveles crecientes de subproducto de galleta (0, 70, 140 y 210 g kg<sup>-1</sup> MS), respectivamente.

Las mediciones de pH fueron realizadas en canales refrigeradas 24 h a 4 °C, con potenciómetro equipado con electrodo de penetración (HANNA HI 99163). Enseguida se realizó un corte transversal del LD a nivel de la 12ava costilla torácica de cada cordero y se midió con Vernier el grosor de la grasa. Asimismo, se marcó el borde del músculo LD izquierdo sobre una película plástica transparente con marcador de tinta indeleble, para posterior estimación de su área (cm<sup>2</sup>) con planímetro. Inmediatamente después se obtuvieron tejidos de la vértebra torácica 10 a la lumbar 1 y fueron colocados en termo con hielo para su transportación.

Las muestras en laboratorio se refrigeraron por 2 h (4 °C) y se congelaron a -20 °C. El análisis químico de materia seca (MS) y cenizas se realizó según la AOAC (1995). Posteriormente, se realizó un corte

transversal de cada costilla con sierra eléctrica (Torrey ST-295-PE®) y se tomaron fotografías de las chuletas con cámara fotográfica CYBERSHOOT. El área de la chuleta y engrasamiento dorsal se realizó con el software Image tool 3.0 (UTHSCSA®) (Figura 1).



**Figura 1** - Zona de medición de grasa dorsal y área del *Longissimus dorsi* con fotografías y software.

El diseño experimental fue completamente al azar con el modelo estadístico  $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$ , donde,  $Y_{ij}$  = variable de respuesta en la  $j$ -ésima repetición e  $i$ -ésimo tratamiento;  $\mu$  = media general;  $T_i$  = efecto de tratamiento  $i$ ;  $e_{ij}$  = error experimental, i.i.d.  $N(0, \sigma^2)$ . Todos los análisis estadísticos fueron realizados en SAS v. 9.3 (SAS, 2004).

## Resultados y discusión

No se encontraron diferencias ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos (Tabla 2) para las variables estudiadas en este avance preliminar de la investigación. Pero se observó efecto cubico de polinomio para el grosor de la grasa de cobertura determinado con fotografías y software a medida que aumentó el nivel de inclusión del subproducto de galleta en la dieta. Además, existe una tendencia de  $p = 0,0705$  para el tratamiento T-70 de ser menor respecto a T-0 y T-140 para el área de la chuleta. Resultados similares fueron observados en corderos Awassi alimentados con dietas con 0, 25 y 50 % de una mezcla de subproductos a base de pan seco, pastel de oliva, vainas de algarrobo y harina de sésamo (Awawdeh et al., 2019).

**Tabla 2** - Características físico-químicas *Longissimus dorsi* de ovinos alimentados con niveles crecientes de subproducto de galletería en la dieta

Variables	Tratamientos, g kg <sup>-1</sup> MS				
	T-0	T-70	T-140	T-210	EEM <sup>1</sup>
Materia seca, g kg <sup>-1</sup>	26,80	26,72	26,43	26,50	1,07
Cenizas, g kg <sup>-1</sup> MS	56,84	46,86	48,07	55,31	21,75
pH 24 h	6,30	6,41	6,57	6,56	0,36
Grasa dorsal, (Vernier), mm	3,50	3,88	3,62	3,43	1,60
<sup>2</sup> Grasa dorsal, (fotográfica), mm <sup>c</sup>	5,48	3,78	5,35	4,61	1,32
Área de la chuleta (planímetro), cm <sup>2</sup>	17,11	19,33	18,42	19,91	2,55
Área de la chuleta (fotográfica), cm <sup>2</sup>	19,93	19,84	20,25	19,21	2,31

Nota: T-0 - T-210 = Corderos alimentados con dietas con la inclusión de niveles crecientes de subproducto de galleta (0, 70, 140 y 210 g kg<sup>-1</sup> MS), respectivamente.

<sup>1</sup> Error estándar de la media. <sup>2</sup> Efecto de polinomio, lineal (L), cuadrático (Q) y cúbico (C) ( $p < 0,05$ ). Medias con distinta literal en la misma hilera son diferentes ( $p < 0,05$ ).

## Conclusión

La inclusión de niveles crecientes de subproducto de galleta en la dieta no afecta las características físico-químicas determinantes de la calidad de la canal de corderos.

## Referencias

AOAC. Official methods of analysis of AOAC International. 16th ed. Arlington, VA: AOAC International; 1995.

Awawdeh MS, Dager HK, Obeidat BS. Effects of alternative feedstuffs on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of growing Awassi lambs. *Ital J Anim Sci.* 2019;1-9.

NRC. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids. Washington, DC: The National Academies Press; 2007. 384 p.

Rodríguez-Maya MA, Domínguez-Vara IA, Trujillo-Gutiérrez D, Morales-Almaraz E, Snánchez-Torres JE, Bórquez-Gastelum JL, et al. Growth performance parameters, carcass traits and meat quality of lambs supplemented with zinc methionine or/and zinc oxide in feedlot system. 2019. doi:10.1139/CJAS-2018-0153.

SAS Institute Inc. SAS/STAT<sup>®</sup> 9.1 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.; 2004.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

## Efecto de la inoculación de silos de maíz con bacterias lácticas caprino-nativas, feruloil esterasa positivas

Lidia Estefania Andrada<sup>1,2</sup>, Jimena Lunad Rocha<sup>3</sup>, Ramiro José Rosa<sup>2</sup>, Santiago Cerviño<sup>4</sup>, Walter Eduardo Setti<sup>3</sup>, Hector Daniel Leguiza<sup>3</sup>, Roxana Beatriz Medina<sup>1,2</sup>, Elsa Patricia Chagra<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Centro de Referencia para Lactobacilos (CERELA-CONICET), Tucumán, Argentina

<sup>2</sup> Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Tucumán, Argentina

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA-EEA Salta), Salta, Argentina

<sup>4</sup> Subsecretaría de Agricultura Familiar de la Nación, Zona Valles Tucumán (SAF), Tucumán, Argentina

### Resumen

El empleo de bacterias lácticas con actividad feruloil esterasa (BL AFE+) como inoculantes de silos forrajeros es una práctica reciente, que se estima favorecería la digestibilidad ruminal de la fibra vegetal. El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de BL con AFE elevada, al ser inoculadas en silos de maíz. Ocho cepas de BL AFE+ aisladas de materia fecal caprina fueron evaluadas para cuantificación de la actividad enzimática in vitro. Cultivos puros de *Lactobacillus (L.) taiwanensis* (cepas LtETQ2 y LtCRL1669), *L. johnsonii* (LjETQ27) y un inoculante comercial mixto (ICM) AFE+ fueron inoculados en silos bolsa de planta entera de maíz híbrido (n = 6). Posteriormente, se realizó la inoculación conjunta de LtCRL1669 y LjETQ27 en condiciones similares (n = 9). En ambos casos se prepararon controles asperjados con líquido de suspensión estéril. A los 100 d se analizaron parámetros microbiológicos y de calidad forrajera, y se cuantificó el ácido ferúlico (AF) y los ácidos orgánicos presentes por HPLC. Los resultados fueron analizados mediante ANOVA y las medias comparadas mediante el Test de Tukey. Las BL seleccionadas poseen hasta cinco veces mayor actividad específica que 15 *L. plantarum* AFE+ aislados de silos (p < 0,0001). LtETQ2 logró un rendimiento de materia seca similar a ICM; todas las inoculaciones redujeron la FDA presente con respecto al control, principalmente LtETQ2 (16%); asimismo la DIVMS se incrementó en un 5%. La cuantificación de AF resultó en valores variables (media = 40 µM). La inoculación con LtCRL1669 y LjETQ27 simultáneamente resultó en un incremento de la relación láctico/acético (p < 0,001), mientras que el AF se encontró por debajo del límite de detección. Las BL autóctonas caprinas son capaces de producir cambios beneficiosos en los silos forrajeros, incluso similares a un inoculante comercial mixto; la cuantificación del AF debe optimizarse. En todos los grupos se observaron modificaciones deseables (vs Control) que resultarían en una mayor calidad nutricional.

**Palabras clave:** Silos. Feruloil esterasa. Caprinos.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# Efecto de la mezcla herbal Animunin en el comportamiento productivo de corderos en finalización

José Felipe Orzuna-Orzuna<sup>1</sup>, Alejandro Lara-Bueno<sup>1\*</sup>, Griselda Dorantes-Iturbide<sup>1</sup>, Germán David Mendoza-Martínez<sup>2</sup>, Luis Alberto Miranda-Romero<sup>1</sup>, Pedro Abel Hernández-García<sup>3</sup>, Rufino López-Ordaz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Texcoco, México

<sup>2</sup> División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Posgrado en Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Ciudad de México, México

<sup>3</sup> Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Amecameca, México

## Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos de la mezcla herbal Animunin® en el comportamiento productivo de corderos en finalización. Treinta y seis ovinos Pelibuey (25,2 ± 2,9 kg de peso vivo) fueron utilizados para determinar el efecto de niveles crecientes del herbal Animunin (TechnoFeed®, México, Nuproxa Suiza, India hierbas Co.) en la dieta, en el peso vivo final (PVF), consumo de alimento (CDA), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA) y eficiencia alimenticia (EA). Los tratamientos consistieron en: dieta basal sin Animunin (N0A) y dieta basal más 1 g (N1A), 2 g (N2A) y 3 g (N3A) de Animunin kg<sup>-1</sup> de alimento. Los datos fueron analizados mediante el procedimiento Proc Mixed de SAS. No hubo diferencias (p > 0,05) para CDA, GDP y PVF. Sin embargo, diferencias significativas (p < 0,05) fueron observadas para CA y EA cuando los corderos consumieron el N1A. En conclusión, la adición de 1 g kg<sup>-1</sup> la mezcla herbal Animunin puede mejorar la

tasa de crecimiento y eficiencia productiva de corderos en finalización.

**Palabras clave:** Promotores de crecimiento. Ganancia diaria de peso. Ovinos Pelibuey.

## Introducción

El uso de antibióticos como promotores del crecimiento en la alimentación animal se ha asociado con la aparición de cepas de bacterias resistentes a ellos y el potencial para transferir esas cepas resistentes de los animales a los humanos a través de la cadena alimentaria, razón por la cual es más frecuente que los consumidores demanden productos naturales libres de residuos de antibióticos por lo

que éstos deben ser sustituidos por productos de origen natural con similares efectos sobre la salud intestinal y los parámetros productivos en la crianza de animales (Dalle Zotte et al., 2016). Dentro de las alternativas a los antibióticos se tiene a los aditivos herbales, los cuales son productos naturales con compuestos bioactivos, empleados en la alimentación animal (Dalle Zotte et al., 2016), y que en rumiantes han mostrado tener efectos positivos en la reducción de la producción de metano y en la digestibilidad del alimento (Vélez-Terranova et al., 2014); además de disminuir el número de células somáticas, incrementar la producción de leche, mejor la salud y la función metabólica en vacas lecheras (Hashemzadeh-Cigari et al., 2014). No obstante, hay poca literatura sobre los efectos de las mezclas herbales en el comportamiento productivo. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos de la mezcla polihierbal Animunin® en el comportamiento productivo de corderos Pelibuey en finalización.

## Material y métodos

El experimento duró 56 días más ocho días de adaptación a la dieta, y se utilizaron 36 corderos de raza Pelibuey de 4,5 meses de edad y un peso vivo inicial de  $25,2 \pm 2,9$  kg. Los animales fueron distribuidos en corraletas individuales dentro de cuatro tratamientos ( $n = 9$ ) en un diseño completamente al azar con arreglo factorial  $4 \times 4$  (cuatro tratamientos y cuatro periodos de muestreo). Los corderos consumieron una dieta basal con 20% de forraje y 80% de concentrado para una ganancia diaria de  $300 \text{ g d}^{-1}$  por animal de acuerdo con las recomendaciones del NRC (2007) y se les proporcionó agua limpia a libre acceso.

Los tratamientos evaluados fueron: dieta basal sin Animunin (N01), dieta basal + 1 g Animunin  $\text{kg}^{-1}$  de alimento (N1A), dieta basal + 2 g Animunin  $\text{kg}^{-1}$  de alimento (N2A) y dieta basal + 3 g Animunin  $\text{kg}^{-1}$  de alimento (N3A). El consumo de alimento (CDA) se midió diariamente. Los corderos se pesaron en ayuno al inicio del periodo experimental y cada 14 días para calcular la ganancia diaria de peso

(GDP) como promedio catorcena realizando cuatro pesajes a lo largo del experimento, que conformaron los periodos de muestreo. La conversión alimenticia (CA) se estimó dividiendo CDA entre GDP en cada periodo de muestreo. La eficiencia alimenticia (EA) se obtuvo como resultado de dividir GDP entre CDA como promedio cada catorce días. Todas las variables - peso vivo final (PVF), CDA, GDP, CA y EA - fueron analizadas con el PROC MIXED (SAS, 2009) y las diferencias entre las medias de tratamientos usando la prueba de Tukey con  $\alpha = 0,05$ .

## Resultados y discusión

El peso vivo inicial (PVI), PVF, CDA y GDP no fueron afectados por el nivel de inclusión de Animunin en la dieta ( $p > 0,05$ ), sin embargo, la inclusión de N2A en la dieta mostró una tendencia a mejorar ( $p = 0,08$ ) el CDA en 9,87% comparado con el grupo testigo. Por otro lado, diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) fueron detectadas en CA y EA en los corderos alimentados con N1A (Tabla 1).

Los valores de las diferentes variables analizadas son congruentes con los reportados por Reséndiz et al. (2013) en corderos Pelibuey alimentados con alfalfa. Por otra parte, Godínez-Cruz et al. (2015) y Rodríguez-Guerrero et al. (2018) no encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en PVF, consumo de materia seca (CMS) y GDP en corderos Rambouillet y Pelibuey x East Friesian cuando fueron alimentados con raciones altas en concentrado, isoenergéticas e isoproteicas adicionadas con  $4 \text{ g d}^{-1}$  del herbal Biocolina (Indian Herbs and Technofeed México). Asimismo, Hernández (2018) tampoco encontró diferencias ( $p > 0,05$ ) para PVF, GDP y CMS de ovinos Pelibuey en finalización suplementados con  $1,5 \text{ g d}^{-1}$  de las mezclas herbales Animunin, Peptasan y MagaCal (Indian Herbs and Technofeed México). En contraste, Lee et al. (2016) reportaron que, la suplementación con  $4 \text{ g d}^{-1}$  de Biocolina mejoró la GDP y el PVF de corderos Rambouillet finalizados con una dieta alta en granos, además de que tiende ( $p = 0,11$ ) a incrementar el consumo y mejora la rentabilidad del proceso de engorda.

**Tabla 1** - Comportamiento productivo de ovinos Pelibuey en finalización comiendo una dieta basal y niveles crecientes de Animunin en la dieta

Variable	Tratamiento				EEM <sup>y</sup>	Valor p
	NOA	N1A	N2A	N3A		
Peso vivo inicial, kg	25,35 <sup>a</sup>	25,49 <sup>a</sup>	25,25 <sup>a</sup>	24,78 <sup>a</sup>	0,96	0,94
Peso vivo final, kg	36,80 <sup>a</sup>	39,29 <sup>a</sup>	38,33 <sup>a</sup>	36,63 <sup>a</sup>	1,03	0,16
Consumo de alimento (CDA), g d <sup>-1</sup>	1092,38 <sup>a*</sup>	1178,23 <sup>a</sup>	1200,20 <sup>a*</sup>	1131,11 <sup>a</sup>	59,27	0,08
Ganancia diaria de peso (GPD), g d <sup>-1</sup>	241,97 <sup>a</sup>	270,60 <sup>a*</sup>	233,54 <sup>a</sup>	227,37 <sup>a*</sup>	24,76	0,09
Conversión alimenticia (CDA/GDP)	6,35 <sup>a</sup>	4,79 <sup>b</sup>	6,49 <sup>a</sup>	5,91 <sup>ab</sup>	0,68	0,02
Eficiencia alimenticia (GDP/CDA)**	20,72 <sup>ab</sup>	22,47 <sup>a</sup>	19,32 <sup>b</sup>	19,23 <sup>b</sup>	1,46	0,03

Nota: <sup>ab</sup> Medias con diferente literal entre las columna muestran diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ). \* Medias con tendencia a ser estadísticamente significativas ( $p < 0,10$ ). Yerror estándar de las medias. \*\* Expresada como g de GDP/100 g de CDA.

## Conclusión

La adición de la mezcla herbal Animunin puede mejorar la tasa de crecimiento y eficiencia productiva de corderos en finalización cuando se incluye a razón de 1 g kg<sup>-1</sup> de alimento en la ración diaria. Niveles superiores de 1 g kg<sup>-1</sup> de alimento pueden afectar el consumo de alimento y la ganancia diaria y por ende la eficiencia alimenticia.

Es conveniente continuar experimentando con mezclas herbales en rumiantes para generar conclusiones contundentes.

## Referencias

Dalle Zotte A, Celia C, Szendrő Z. Herbs and spices inclusion as feedstuff or additive in growing rabbit diets and as additive in rabbit meat: A review. *Livest Sci* 2016;189:82-90.

Hashemzadeh-Cigari F, Khorvash M, Ghorbani GR, Kadivar M, Riasi A, Zebeli Q. Effects of supplementation with a phytobiotics-rich herbal mixture on performance, udder health, and metabolic status of Holstein cows with various levels of milk somatic cell counts. *J Dairy Sci*. 2014;97(12):7487-97.

Hernández RJC. Fitobióticos en el comportamiento productivo y características de la canal de corderos Pelibuey en finalización [tesis de maestría]. Texcoco: Universidad Autónoma Chapingo; 2018.76 p.

Godinez-Cruz J, Cifuentes-Lopez O, Cayetano J, Lee-Rangel H, Mendoza G, Vazquez A, et al. Effect of choline inclusion on lamb performance and meat characteristics. Joint Annual Meeting; 12-16 jul 2015; Orlando, USA. ADSA-ASAS; 2015.

Lee RHA, Mendoza MGD, Hernández GPA. Comparación de fuentes de colina en raciones de finalización de corderos. VII Congreso Latinoamericano de Nutrición Animal; 14-16 oct 2016; Cancún, México.

NRC (National Research Council). Nutrient requirements of small ruminants - Sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, DC: National Academy Press; 2007.

Reséndiz CV, Hernández O, Guerrero I, Gallegos J, Martínez PA, Sánchez C. Engorda de corderos Pelibuey con diferente nivel de alfalfa en la dieta. *Arch Zootec*. 2013;62(239):457-67.

Rodríguez-Guerrero V, Lizarazo AC, Ferraro S, Suárez N, Miranda LA, Mendoza G. D. 2018. Effect of herbal choline and rumen-protected methionine on lamb performance and blood metabolites. *S Afr J Anim Sci*. 2018;48(3):427-34.

SAS. Statistical Analysis System. SAS/STAT Software Release 9.4. Cary, USA: SAS Institute Inc.; 2009.

Vélez-Terranova M, Gaona RC, Sánchez-Guerrero H. Uso de metabolitos secundarios de las plantas para reducir la metanogénesis ruminal. *Trop Subtrop Agroecosyst*. 2014;17:489-99.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# Efecto de la mezcla herbal Animunin en las características de la canal de corderos en finalización

Griselda Dorantes Iturbide<sup>1</sup>, Alejandro Lara Bueno<sup>1\*</sup>, José Felipe Orzuna Orzuna<sup>1</sup>, Germán David Mendoza Martínez<sup>2</sup>, Luis Alberto Miranda Romero<sup>1</sup>, Pedro Abel Hernández García<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Texcoco, México.

<sup>2</sup> División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Posgrado en Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Ciudad de México, México.

<sup>3</sup> Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Amecameca de Juárez, México

## Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar la suplementación de una mezcla polihierbal (Animunin®) en las características de la canal de corderos en finalización. Treinta y seis ovinos Pelibuey ( $25,2 \pm 2,9$  kg de peso vivo y 4,5 meses de edad) fueron alojados aleatoriamente en corraletas individuales durante 56 días para determinar efectos de la adición en la dieta del herbal Animunin (TechnoFeed®, México, Nuproxa Suiza, Indian Herbs Co.) en el peso vivo inicial (PVI) y peso al sacrificio (PVS), peso de la canal caliente (PCC), peso de la canal fría (PCF), rendimiento en canal caliente (RCC), rendimiento en canal fría (RCF), espesor de la grasa dorsal (EGD) y el área del ojo de la chuleta (AOC). Los tratamientos consistieron en: dieta basal sin Animunin (N0A) y dieta basal más 1 g (N1A), 2 g (N2A) y 3 g (N3A) de Animunin kg<sup>-1</sup> de alimento. Los datos fueron analizados mediante el procedimiento GLM de SAS. Ninguna de las características de la canal fueron afectadas por el nivel de adición de Animunin en la dieta ( $p > 0,05$ ); sin embargo, el PCF fue 8,82% mayor ( $p = 0,11$ ) en el grupo

que consumió el N1A. En conclusión, la adición de Animunin kg<sup>-1</sup> de alimento no mejora las características de la canal de corderos en finalización.

**Palabras clave:** Canal. Grasa dorsal. Área de chuleta. Ovinos Pelibuey.

## Introducción

La calidad de los productos cárnicos de rumiantes, así como la composición de los ácidos grasos de la carne pueden ser manipulados con la suplementación de metabolitos secundarios de origen vegetal a través de la dieta del animal, ya que estos compuestos contenidos en las plantas tienen la capacidad de modificar la biohidrogenación ruminal de los ácidos grasos poliinsaturados de la dieta a través de cambios en la ecología ruminal



(Vasta y Luciano, 2011). En este sentido se ha demostrado que la adición de la mezcla herbal ImmuPlus (TechnoFeed®, México, Nuproxa Suiza, Indian Herbs Co) incrementa el peso de la canal caliente en conejos (Pulido et al., 2018), mientras que la suplementación con flavonoides extraídos de alfalfa reducen el porcentaje de grasa abdominal en pollos de engorda (Ouyang et al., 2016). Sin embargo, existe limitada información sobre los efectos de las mezclas herbales en las características de la canal de ovinos. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la mezcla herbal Animunin® en las características de la canal de corderos Pelibuey en finalización.

## Material y métodos

El experimento duró 56 días más 8 días de adaptación a la dieta, y se utilizaron 36 corderos de raza Pelibuey de 4.5 meses de edad y un peso vivo inicial de  $25,2 \pm 2,9$  kg. Los animales fueron distribuidos en corraletas individuales dentro de cuatro tratamientos ( $n = 9$ ) en un diseño completamente al azar, y fueron alimentados con una dieta basal con 20% de forraje y 80% de concentrado para una ganancia diaria de  $300 \text{ g d}^{-1}$  por animal (NRC, 2007) y se les proporcionó agua limpia a libre acceso. Los tratamientos evaluados fueron: dieta basal sin Animunin (N01), dieta basal + 1 g Animunin  $\text{kg}^{-1}$  de alimento (N1A), dieta basal + 2 g Animunin  $\text{kg}^{-1}$  de alimento (N2A) y dieta basal + 3 g Animunin  $\text{kg}^{-1}$  de alimento (N3A). El consumo de alimento (CDA) se midió diariamente. En el día 56 de finalización, después que los corderos fueron pesados individualmente y previo al sacrificio, se determinó el espesor de la grasa dorsal y el área del ojo de la chuleta de cada uno de los corderos mediante un equipo de ultrasonido (SonoVet 600®, KeeboMed Inc, Illinois, USA) con transductor de 7.5 MHz. Después del sacrificio, se registró el peso de la canal de cada cordero (sin piel, vísceras, cabeza y patas) para determinar el rendimiento de la canal caliente en relación con el peso vivo final medido poco antes del sacrificio, mientras que el rendimiento de la canal fría se obtuvo pesando la canal 24 horas después del sacrificio. Todas las variables fueron analizadas con el PROC GLM de

SAS (2009) y las diferencias entre las medias de tratamientos usando la prueba de Tukey con  $\alpha = 0,05$ .

## Resultados y discusión

El peso vivo inicial y peso al sacrificio, así como las características de la canal de los corderos no fueron afectadas por el nivel de adición de Animunin en la dieta ( $p > 0,05$ ); sin embargo, el PCF fue 8,82% mayor ( $p = 0,11$ ) en los corderos asignados al tratamiento N1A en comparación con los corderos del tratamiento N0A (Tabla 1).

**Tabla 1** - Valores promedio de características de la canal de ovinos Pelibuey comiendo una dieta basal y niveles crecientes de la premezcla herbal Animunin

Variable	Tratamiento				EEM'	Valor p
	N0A	N1A	N2A	N3A		
PVI, kg	25,35 <sup>a</sup>	25,49 <sup>a</sup>	25,25 <sup>a</sup>	24,78 <sup>a</sup>	0,96	0,94
PVS, kg	36,80 <sup>a</sup>	39,29 <sup>a</sup>	38,33 <sup>a</sup>	36,63 <sup>a</sup>	1,03	0,16
PCC, kg	18,67 <sup>a</sup>	19,94 <sup>a</sup>	19,14 <sup>a</sup>	18,87 <sup>a</sup>	0,61	0,15
RCC, %	49,17 <sup>a</sup>	48,89 <sup>a</sup>	48,23 <sup>a</sup>	49,43 <sup>a</sup>	0,69	0,23
PCF, kg	17,97 <sup>a</sup>	19,29 <sup>a</sup>	18,39 <sup>a</sup>	18,16 <sup>a</sup>	0,57	0,11
RCF, %	47,32 <sup>a</sup>	47,30 <sup>a</sup>	46,33 <sup>a</sup>	47,50 <sup>a</sup>	0,62	0,16
EGD, mm	2,89 <sup>a</sup>	3,00 <sup>a</sup>	3,00 <sup>a</sup>	2,89 <sup>a</sup>	0,08	0,32
AOC, $\text{cm}^2$	10,57 <sup>a</sup>	10,84 <sup>a</sup>	10,44 <sup>a</sup>	10,63 <sup>a</sup>	0,40	0,47

Nota: Medias con diferente literal entre las columna muestran diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ). Error estándar de las medias de tratamientos. PVI = peso vivo inicial; PVS = peso vivo al sacrificio; PCC = peso de la canal caliente; RCC = rendimiento de la canal caliente; PCF = peso de la canal fría; RCF = rendimiento de la canal fría; EGD = espesor de la grasa dorsal; AOC = área del ojo de la chuleta.

Los valores de PCC, RCC, EGA y AOC derivados del presente estudio concuerdan con los resultados reportados por Hernández (2018) en corderos Pelibuey alimentados con una dieta alta en concentrado y suplementados con tres mezclas herbales. En este sentido, Godínez-Cruz et al. (2015), no encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) para el PCC, PCF y AOC de corderos

Rambouillet alimentados con una ración alta en granos y suplementados con 4 g d<sup>-1</sup> de biocolina herbal (TechnoFeed®, México, Nuproxa Suiza, Indian Herbs Co), mientras que Garcia et al. (2011) tampoco detectaron cambios ( $p > 0,05$ ) para el EGD en corderos Pelibuey x Hampshire, cuando estos fueron alimentados con una dieta basal que contenía 80% de granos y suplementados con 1 g kg<sup>-1</sup> de la mezcla herbal Fortimax. Asimismo, Hernández (2018), reportó que la suplementación de corderos Pelibuey con 1,5 g d<sup>-1</sup> de la mezcla herbal MagaCal (TechnoFeed®, México, Nuproxa Suiza, Indian Herbs Co), no modificó ( $p > 0,05$ ) el PCC, RCC, AOC ni EGD; sin embargo, la suplementación con el producto herbal Peptasán (TechnoFeed®, México, Nuproxa Suiza, Indian Herbs Co), incrementó 18,7% ( $p > 0,04$ ) el EGD pero no afectó PCC, RCC y AOC.

## Conclusión

La adición de la mezcla herbal Animunin no mejora las características deseables de la canal de corderos finalizados con una dieta alta en granos. Es necesario continuar experimentando con mezclas herbales para identificar cuales realmente pueden o no mejorar la calidad de los productos cárnicos provenientes de rumiantes y la dosis apropiada. Asimismo, se deberá analizar los efectos de estas mezclas poliherbales a nivel del estado inmunológico, eficiencia alimenticia y calidad de la canal y de la carne.

## Referencias

Hernández RJC. Fitobióticos en el comportamiento productivo y características de la canal de corderos Pelibuey en finalización [tesis de maestría]. Texcoco: Universidad Autónoma Chapingo; 2018. 76 p.

Godinez-Cruz J, Cifuentes-Lopez O, Cayetano J, Lee-Rangel H, Mendoza G, Vazquez A, et al. Effect of choline inclusion on lamb performance and meat characteristics. Joint Annual Meeting; 12-16 jul 2015; Orlando, USA. ADSA-ASAS; 2015.

NRC - National Research Council. Nutrient requirements of small ruminants. Sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washintong, DC: National Academy Press; 2007.

Ouyang K, Xu M, Jiang Y, Wang W. 2016. Effects of alfalfa flavonoids on broiler performance, meat quality, and gene expression. *Can J Anim Sci.* 2016;96:332-41.

Pulido-Huertas S, Espinosa-Ayala E, Hernández-García PA, Mendoza-Martínez G. D. Análisis productivo y económico de la adición de fórmula polih herbal en conejos en finalización. In: Camacho JH, Canul AJC (Eds.). *Avances de la Investigación Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México.* Michoacán, México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; 2018. 991-5 p.

Garcia IJR, Hernandez JRO, Ibarra JNH, Munoz EPO, Garcia GC, Sanchez JAO. Effect of herbal growth enhancer feed additive on lamb performance. *J Anim Vet Adv.* 2011;10(3):332-3.

SAS Institute Inc. SAS/STAT® 9.4 Software Release. Cary, NC: SAS Institute Inc.; 2009.

Vasta V, Luciano G. The effects of dietary consumption of plants secondary compounds on small ruminants' products quality. *Small Rumin Res.* 2011;101(1-3):150-9.

## NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# Efecto de la suplementación con penca de nopal (*Opuntia ficus indica*) y vaina de mezquite (*Prosopis laevigata*) en el comportamiento productivo, y composición de la leche de cabras pastoreando en agostadero

Alma Violeta Cordova-Torres, Hector Mario Andrade-Montemayor\*

Departamento Morfofisiología Animal, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Querétaro, México

## Resumen

Con el objetivo de evaluar el uso penca de nopal (*Opuntia ficus indica*) y vaina de mezquite (*Prosopis laevigata*) como suplemento para cabras lecheras pastoreando en zonas semiáridas, sobre el comportamiento productivo y la producción y calidad de leche. Se utilizaron 20 cabras nubias con un peso de  $53,28 \pm 1,13$  kg. Al comienzo del experimento, los animales tenían  $70 \pm 10$  días de lactancia y al finalizar  $163 \pm 30$  días, se usaron dos suplementos (Control y Opuntia-Mesquite) en dos períodos bajo un diseño cruzado  $2 \times 2$  (dos suplementos en dos periodos). Los animales fueron pastoreados diariamente en el agostadero por 6 horas, las dietas suplementadas fueron isoenergéticas e isoproteicas (17,5% CP, 1,58 Mcal/kg MS), proporcionando el 45% de las necesidades de consumo de MS/día, el ordeño fue una vez día, cada período experimental consistió en 15 días de adaptación y siete días de muestreo. Los resultados indicaron que no hubo efecto en el consumo de MS y nutrientes ( $p > 0,05$ ), sin embargo, el consumo de agua de bebida fue menor ( $p < 0,05$ ) en los animales que fueron suplementados con Opuntia-Mezquite, y el consumo total de agua (agua de bebida + agua en los alimentos) fue mayor en los

suplementos de Opuntia y Mezquite, no hubo diferencia ( $p > 0,05$ ) en el peso, la ganancia de peso, la producción de leche y su composición por efecto del tratamiento ( $p > 0,05$ ). En conclusión, el uso de recursos regionales en el semiárido, durante la estación seca, como penca de nopal (*Opuntia ficus indica*) y vaina mezquite (*Prosopis laevigata*), no generó diferencias en el comportamiento productivo.

**Palabras clave:** Opuntia. Mezquite. Cabra. Pastoreo en agostadero. Leche.

## Introducción

En México existen cerca de 9 millones de caprinos, de los que cerca del 90% se encuentran manejados en sistemas extensivos en pastoreo en agostaderos de las regiones semiáridas (62% del territorio nacional), la producción caprina representa una de las principales actividades económicas para 1,5 millones de campesinos en

cerca de 450 mil unidades de producción, siendo en su mayoría de bajos ingresos. (SAGARPA, 2012). En estas regiones las condiciones y producción de los agostaderos es estacional, siendo la época de secas (nov - jun) cuando existe una menor producción de alimentos. Sin embargo, es en ese periodo es en el que se presenta la última fase de gestación de las cabras y los partos, periodo en que las necesidades se incrementan, teniendo como resultado una elevada mortalidad y baja producción (Ramírez, 2008; Andrade-Montemayor et al., 2011).

Por lo que es importante, el buscar alternativas regionales que permitan mejorar las condiciones de los animales y reducir las pérdidas, en ese tenor en nuestro equipo de trabajo hemos explorado y evaluado varias alternativas, orientadas a conocer el valor nutritivo, la presencia de metabolitos secundarios, que puedan afectar al animal, la degradabilidad de diversas alternativas y hemos encontrado que el nopal (*Opuntia ficus indica*) y la vaina de mezquite (*Prosopis laevigata*) podrían ser estas, sin embargo, la evaluación en cuanto a la respuesta productiva con animales solo la habíamos explorado en condiciones de estabulación, por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento productivo de cabras de raza Nubia, bajo sistemas de producción de pastoreo en agostaderos en la época de sacas y teniendo como suplementación principal Nopal y Vaina de Mezquite.

## Material y métodos

El trabajo se realizó en los meses de abril a junio del 2018 en las instalaciones de la unidad pecuaria del campus Amazcala y el laboratorio de nutrición animal de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro, ubicados en el municipio El Marqués Querétaro México., con un clima templado-semiseco BSI k(W), la temperatura media anual de 20 °C. El tipo de vegetación es Bek, 444, bosque caducifolio espinoso en el valle (COTECOCA, 1980). Se utilizaron 20 cabras de raza Nubia con promedio de 2,2 ± 0,8 partos y un peso de 53,28 kg ± 1,13, se inició el experimento a partir de los 70 ± 10 días posparto, y finalizó a los 163 ± 30 días de lactación. Las cabras se distribuyeron al azar

en dos tratamientos, siendo 1) Control y 2) Nopal-Mezquite, y los suplementos fueron preparados en forma Isoenergética e Isoproteica (Tabla 1).

El pastoreo se realizó durante seis horas al día a partir de las 9:00 am, posterior a la ordeña, y al regreso el animal permanecía individuales de 6 m<sup>2</sup>, con bebedero y comedero, en donde recibían agua a libre acceso, el consumo de alimento fue la diferencia del alimento rechazado y ofrecido diariamente, del cual se tomaron muestras y permanecieron en congelación -200 °C hasta su análisis, se determinó el contenido de materia seca MS, proteína cruda (PC), materia orgánica (MO), extracto etéreo (EE) y cenizas ( del alimento rechazado y ofrecido) , para determinar el consumo de agua esta fue pesada diariamente durante la mañana y se obtuvo la diferencia con lo ofrecido diariamente. El diseño utilizado fue un diseño cruzado de 2 x 2 (Steel y Torrie, 1986), teniendo dos tratamientos (Control vs Nopal-Mezquite) en dos periodos de 15 días de adaptación y siete de muestreo.

**Tabla 1** - Composición de las raciones experimentales ofrecidas

Ingrediente	Control (Kg BH/animal día)	Nopal-Mezquite (Kg BH/animal día)
Ensilado ( <i>Avena sativa-vicia sativa</i> )	0,914	-----
Alfalfa ( <i>Medicagos Sativa</i> )	0,455	0,455
Nopal ( <i>Opuntia ficus indica</i> )		3,200
Vaina de Mezquite ( <i>Prosopis laevigata</i> )		0,294
Pasta de Soya ( <i>Glicyne Max</i> )	0,230	0,210
Maiz ( <i>Zea Mais</i> )	0,462	0,193
Ajonjoli ( <i>Sesamun indico</i> )	0,115	0,100
Sales Minerales <sup>®</sup>	0,173	0,170
Secuestrante <sup>®</sup>	0,034	0,034
Composición de la ración ofrecida		
Materia Seca (kg/d)	1,68	1,76
Proteína Cruda (kg/d)	0,29	0,29
EN (Mcal/kg MS)	2,65	2,78
Costo por animal/d (USCY\$)	0,43	0,36

Nota: El precio del nopal/kg se asignó a l = 0,054 y el de vaina de Mezquite/kg a USCY\$ = 0,108 US Dollars.

## Resultados y discusión

En la Tabla 2, se observa el consumo de alimento fresco (BH/kg/d), en base seca (MS/kg/d), y de agua en el alimento (kg/d) (BH-MS), Agua fresca de bebida (kg/d) y Agua total (Agua en el alimento + Agua de bebida). Observándose que con la adición de Nopal la cantidad de agua fresca consumida disminuye y se incrementa la cantidad total consumida (Consumida en Alimento+Agua fresca consumida), teniendo menor consumo de MS/d en los animales con la dieta Nopal+Mezquite ( $p < 0,05$ ). El consumo de MS (kg/d) y de agua en el alimento presentó diferencias ( $p < 0,05$ ) no solo por efecto del suplemento también por periodo y al igual que la interacción suplemento x periodo. El consumo de suplemento representó el 2.6% del peso de los animales, y de este el Nopal y mezquite representaron del 40 al 50% de lo aportado, y esto es entre el 45 a 50% de lo que podrían llegar a consumir por día. El Nopal es muy importante en estas regiones por el aporte de agua y la reducción del consumo de esta en regiones con deficiencia como es el caso de la región semiárida, y al igual que la Vaina de mezquite han demostrado poder sustituir los concentrados y granos como el maíz, sin

efectos en el consumo, producción y peso del animal (Ben Salem et al., 1996; Pinto et al., 2010; Andrade-Montemayor et al., 2011; Rojas et al., 2016).

En la Tabla 3 se puede observar que el tipo de suplemento no afectó ( $p > 0,05$ ) en el peso final y promedio, así como en las ganancias de peso en el periodo y por día, por efecto del tipo de suplemento. Sin embargo, tanto en la ganancia de peso en el periodo GPP kg, como la ganancia diaria de peso (GDP g/d) fueron diferentes entre periodos, siendo mayor en el periodo 1, posiblemente se deba a la reducción en la producción de leche después del pico de lactancia permitiera una mayor ganancia de peso hasta estabilizarse e incremento en el consumo hasta regularse y mantener el peso en el segundo periodo, este mismo efecto lo encontramos en cabras Alpinas en estabulación suplementadas con Nopal y Mezquite (Rojas, 2016).

La producción y características de la leche producida se presentan en la Tabla 4 en donde observamos que el consumo de un suplemento a base de Nopal y Mezquite en un 50% de la MS proporcionada no presentó ningún efecto negativo en la cantidad de leche producida ni en su composición ( $p > 0,05$ ) similar a lo observado por (Costa et al., 2010; Rojas, 2016).

**Tabla 2** - Efecto de la suplementación con opal y Mezquite en el consumo de alimento y agua, en cabras Nubia en pastoreo en agostadero semiárido en época de secas (abril - junio)

	Dieta Control	Nopal-Mezquite	EEM ±	Sig. Suplemento	Sig. Periodo	Sig. SuplxPe
Consumo Alimento BH (kg/día)	1,97	3,74	0,119	0,0001	0,023	0,016
Consumo MS (kg/d)	1,40	1,27	0,490	0,0800	0,065	0,037
Agua Alimento (kg/d)	0,57	2,46	0,074	0,0000	0,015	0,013
Agua fresca (kg/d)	2,94	2,34	0,239	0,0980	0,001	0,867
Agua total (kg/d)	3,51	4,81	0,244	0,0020	0,004	0,325

**Tabla 3** - Efecto de la suplementación con Nopal y Mezquite en el peso y ganancias de peso en cabras de raza Nubia en pastoreo en la época de sequía (abril-junio)

	Dieta Control	Nopal-Mezquite	EEM ±	Sig. Tratamiento	Sig. Periodo
Peso Inicial (kg)	53,120	53,450	1,130	0,83	0,462
Peso final (kg)	53,940	53,840	1,120	0,95	0,875
Peso Promedio (Kg)	53,530	53,650	1,120	0,94	0,652
Ganancia de peso en el periodo (kg)	0,812	0,387	0,210	0,16	0,003
Ganancia diaria de peso (kg)	0,012	0,005	0,003	0,16	0,003

**Tabla 4** - Efecto de la suplementación con Nopal y Mezquite sobre la producción, composición de la leche y contenido de células somáticas (CS x 10<sup>3</sup>)

	Dieta Control	Nopal-Mezquite	EEM ±	Sig. Tratamiento	Sig. Periodo
Producción leche (Kg/d)	1,74	1,69	0,07	0,56	0,750
Grasa %	5,12	4,90	0,13	0,25	0,590
Proteína %	3,22	3,21	0,03	0,96	0,090
Lactosa %	4,63	4,64	0,04	0,83	0,001
Sólidos no grasos %	8,65	8,69	0,07	0,66	0,025
Sólidos Totales%	13,77	13,60	0,19	0,53	0,200
CS x 1000 inicial	760,50	752,3	104,80	0,95	0,640
CS x 1000 final	530,20	526,40	69,80	0,97	0,620

Sin embargo, tanto el contenido de lactosa como de sólidos no grasos (SNG) fue diferente entre periodos, lo cual es debido a los cambios en la curva de lactancia.

## Conclusión

Se pudo demostrar que con el uso de Nopal (*Opuntia ficus indica*) y Vaina de Mezquite (*Prosopis laevigata*) como suplementos alternativos para cabras lecheras pastoreando en regiones semiáridas, no afectó el comportamiento productivo del animal, en términos de ganancia y mantenimiento del peso corporal, consumo, y producción y calidad de la leche, lo cual es similar al uso de granos y forraje normalmente no disponibles para el productor de estas regiones, permitiéndole reducir las pérdidas debidas a insuficiente alimentación y reduciendo el costo de la suplementación.

## Referencias

Andrade-Montemayor HM, Cordova-Torres AV, García-Gasca T, Kawas JR. Alternative foods for small ruminants in semi-arid zones, the case of Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.) Small Rumin Res. 2011;98(1-3):83-92.

Ben Salem H, Nefzaoui A, Abdouli H, Ørskov ER. Effect of increasing level of spineless cactus (*Opuntia ficus indica* var. *inermis*) on intake and digestion by sheep given straw based diets. Anim Sci. 1996;62(2):293-9.

COTECOCA. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de Coeficientes de agostadero. 1980. SARH.

Costa RG, Beltrão Filho EM, Queiroga RCRE, Madruga MS, Medeiros AN, Oliveira CJB. Chemical composition of milk from goats fed with cactus pear (*Opuntia ficus indica* L. Miller) in substitution to corn meal. Small Rumin. Res. 2010;94(1-3):214-7.

Pinto TF, Costa RG, Medeiros GR, Medeiros AN, Trevino IH, Azevedo PS. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* MILL) em substituição ao milho sobre o rendimento dos cortes comerciais e sobre os componentes comestíveis não constituintes da carcaça de cordeiros Santa Inês em confinamento. 47º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia; 27-30 jul 2010; Salvador, BA. Salvador: UFBA; 2010.

Rojas LMG. Evaluación del comportamiento productivo y calidad de la leche de caprinos alimentados con vaina de mezquite (*Prosopis laevigata*) y/o nopal (*Opuntia ficus indica*) [tesis de maestría]. Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro; 2016.

SAGARPA. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, y Alimentación. Informe del sistema caprino 2011. Resultados preliminares del sistema caprino 2012 [acceso 12 jun 2017]. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx>.

Steel RGD, Torrie JH. Bioestadística. Principios y procedimientos. 2 ed. Bogotá: McGraw-Hill; 1985. 622 p.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

## Efecto de la suplementación con tres niveles de proteína sobre el consumo y la ganancia diaria de peso al destete en cabritos

Israel Pichardo-Villegas, Ezequias Castillo-López, Paolo César Cano-Suárez\*, Cesar Garzón-Pérez

Centro de Enseñanza Agropecuaria, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

### Resumen

Se ha observado en cabritos que la suplementación con elevada densidad energética disminuye el consumo de alimento y provoca un crecimiento acelerado, por lo que podrían evaluarse dichos comportamientos con niveles elevados de proteína. El objetivo fue evaluar en cabritos, el efecto de la suplementación isoenergética con tres niveles de proteína sobre el consumo y la ganancia diaria de peso al destete. El estudio se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza Agropecuaria (CEA) de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM, con cabritos de la raza Alpina Francesa en lactancia de la tercera semana hasta el destete a los 63 días de edad. Se formaron tres grupos (cuatro animales por grupo): el primero (NS) no recibió suplementación, el segundo (BP) recibió un suplemento con baja proteína (12% de proteína cruda y 3,07 Mcal/kg de energía metabolizable) y el tercero (AP) recibió un suplemento con alta proteína (27% de proteína cruda y 3,1 Mcal/kg de energía metabolizable). Se utilizó un diseño completamente al azar, las variables se analizaron por medio de PROC MIXED de Statistical Analysis System (versión 9.1) y la comparación de medias mediante la opción PDIF; los efectos se consideraron significativos cuando  $p < 0,05$ . Para el grupo AP en comparación con el grupo BP se observó un menor consumo de materia seca ( $5,52 \pm 0,95$  vs  $7,88 \pm 1,6$ ), mayor consumo de proteína cruda ( $1,48 \pm 0,31$  vs  $0,94 \pm 0,2$ ) y menor consumo de proteína metabolizable ( $1,03 \pm 0,2$  vs  $0,66 \pm 0,15$ ). La ganancia diaria de peso fue mayor para el grupo AP en comparación con el grupo BP y el grupo NS ( $237,17 \pm 73,24$  vs  $196 \pm 41,5$  vs  $147,83 \pm 77,14$  respectivamente). Se concluye que la suplementación con alta proteína disminuye el consumo de alimento y aumenta la ganancia diaria de peso.

**Palabras clave:** Cabrito. Proteína. Suplementación.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# Efecto de lixiviado de lombriz en producción de forraje verde hidropónico

Juan Bernardo Dávila Rangel, Héctor Mario Andrade Montemayor\*, Héctor Raymundo Vera Ávila, Tércia Cesária Réis de Souza, Eleazar Pérez Trejo, Alma Violeta Córdova Torres

Especialidad en nutrición y reproducción en Pequeños Rumiantes, Licenciatura en Medicina veterinaria y Zootecnia, Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), El Marqués, México

## Resumen

Una posible solución al problema de contaminación del suelo y agua por el excesivo uso de fertilizantes químicos es la implementación de fertilizantes orgánicos como son los lixiviados de lombricomposta. El objetivo fue evaluar el efecto de lixiviado de lombriz en rendimiento y calidad nutricional del forraje verde hidropónico (FVH) de maíz. Se utilizó 1 kg de semilla de maíz por charola, siendo 30 charolas por tratamiento, los cuales consistieron en riegos programados con agua (FVHA) (a), solución nutritiva (FVHSN) (b) y lixiviado de lombriz (FVHL) (c). Se aplicó un diseño experimental completamente al azar. Se determinó el contenido de materia seca (MS), cenizas, materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) y extracto etéreo (EE) de acuerdo a lo recomendado por la AOAC (1985), contenido de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) de acuerdo a Van Soest et al., (1991), Se determinó la producción de gas *in vitro* de acuerdo con Williams (2000). Se realizaron cuatro repeticiones por tratamiento para valorar la producción de gas como un indicador de la digestibilidad y energía. En cuanto a composición nutricional hubo diferencias ( $p < 0,001$ ) entre la semilla de maíz utilizada y los tres tratamientos. Para los valores de PC, FDN, FDA

encontramos diferencia entre los tres tratamientos ( $p < 0,001$ ), los valores más altos los obtuvo con el FVHL, la MO y EE se comportaron de manera similar entre tratamientos. En cuanto a rendimiento BH y MS no se encontró efecto ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos FVHSN y FVHL. Se observaron diferencias ( $p < 0,001$ ) en los contenidos de PC, FDN, FDA siendo mayor el contenido del FVHL. La producción de gas *in vitro* el tratamiento FVHA, FVHL y FVHSN los valores fueron 106,36, 104,48 y 107,64 ml/de gas/g MS respectivamente.

**Palabras clave:** Lixiviado. Forraje verde hidropónico. Fertilizante químico. Lombriz. Contaminación.

## Introducción

En la actualidad la utilización de fuentes minerales como abastecedoras de nutrientes agrícolas se ha reducido considerablemente, en primer lugar por el elevado precio que tiene en el mercado mundial y además, por la tendencia internacional de disminuir la utilización de agroquímicos en la



agricultura y con ello la contaminación ambiental. Una de las vías más utilizadas a tal efecto es el uso de abonos orgánicos que puedan sustituir parcial o totalmente la fertilización mineral (Gómez et al., 2011). Los lixiviados de lombricomposta poseen nutrientes solubles y ácidos Húmicos y fulvicos, al ser aplicado en forma foliar actúa como estimulador del crecimiento, además de proveer al cultivo de algunos de los principales nutrientes solubles en el mismo (Gómez et al., 2011).

## Material y métodos

El presente trabajo *in vivo* se realizó en las instalaciones de la unidad de producción del campus Amazcala, de la Facultad de Ciencias Naturales

de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ-FCN), El Marqués Querétaro. México. Las pruebas *in vitro* se realizaron en el laboratorio de nutrición animal (UAQ-FCN) campus Juriquilla, Querétaro, México. Se utilizó semilla de maíz de alta calidad, se desinfectó mediante una solución de hipoclorito de sodio al 2% durante 15 min. Se sumergieron 24 h en agua e hidróxido de calcio al 5%, se dividió en dos 12 h cada uno, 12 h de remojo en agua, 1 hora de oxigenación y 12 h nuevamente sumergidas. La dosis de siembra fue de 1 kg de semilla por charola, teniendo 30 charolas por tratamiento, el riego se realizó a través de micro aspersores. Los en tratamiento agua potable, tratamiento lixiviado de lombriz a concentración de 36,5%, ajustado a la concentración de nitrógeno de la solución nutritiva y el tratamiento solución nutritiva (Tabla 1).

**Tabla 1** - Valores de la solución nutritiva, lixiviado de lombriz al 100 % y lixiviado de lombriz a una concentración del 36,5 %

Nutriente	Solución nutritiva	Lixiviado de lombricomposta (100%)	Lixiviado de lombricomposta (36,5%)
Nitrógeno total (mg/L)	92	252,07	92,00
Fósforo (mg/L) como P2O5	27	0,21	0,77
Potasio (mg/L) como K2O	109	1220,33	445,77
Magnesio (mg/L) como Mg	14	38,78	14,15
Calcio(mg/L) como Ca	110	33,67	12,28
Ácidos húmicos %	-	0,11	0,11
Ácidos fulvicos %	-	0,04	0,04

A los 14 días se realizó la cosecha del FVH (Forraje Verde Hidropónico) de maíz, se determinó el contenido de materia seca (MS), cenizas, materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) y extracto etéreo (EE) de acuerdo a AOAC (Cunniff, 1985). La fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) de acuerdo a Van Soest et al. (1991). Se determinó la producción de gas *in vitro* (ml/g MS) en el equipo automatizado Gas Production System de ANKOM® de acuerdo a Williams (2000).

## Resultados

La composición nutricional fue superior en FVH al compararse con la semilla de maíz ( $p < 0,001$ ),

y comparando solo el forraje verde hidropónico se encontró que en el FVHA se obtuvieron los valores de MS y PC menores, los más altos de PC, FDN, FDA ( $p < 0,001$ ) se encontraron en el tratamiento FVHL, la MO no presentó diferencia entre el tratamiento FVHA Y FVHL, pero fue superior en el tratamiento FVHSN ( $p < 0,001$ ), el EE se comportó de manera similar entre FVH y al compararlo con el maíz este fue inferior en MS, MO y EE ( $p < 0,001$ ) (Tabla 2).

El rendimiento en BH y MS entre FVHSN y FVHL no presentó diferencias ( $p > 0,05$ ), mientras que en el tratamiento FVHA fue menor ( $p < 0,001$ ), Los contenidos de PC, FDN, FDA fueron diferentes entre los 3 tratamientos ( $p < 0,001$ ), los valores mayores los obtuvo el FVHL, La MO y EE se comportaron de manera similar entre tratamientos (Tabla 3).

**Tabla 2** - Composición bromatológica de materia seca de semilla de maíz, forraje verde hidropónico (FVH) agua, FVH solución nutritiva y FVH lixiviado

Variable	Semilla de maíz	FVH de maíz/agua	FVH de maíz/solución nutritiva	FVH de maíz/lixiviado	EEM ±	Sig
MS %	91,01 <sup>a</sup>	14,69 <sup>b</sup>	15,59 <sup>c</sup>	15,70 <sup>c</sup>	0,220	0,001
MO (gr/100 gr)	98,56 <sup>a</sup>	96,82 <sup>b</sup>	97,27 <sup>c</sup>	96,43 <sup>b</sup>	0,039	0,001
PC (gr/100 gr)	8,99 <sup>a</sup>	11,79 <sup>b</sup>	13,14 <sup>c</sup>	15,55 <sup>d</sup>	0,132	0,001
EE (gr/100 gr)	4,64 <sup>a</sup>	3,55 <sup>b</sup>	3,33 <sup>b</sup>	3,62 <sup>b</sup>	0,710	0,001
FDN (gr/100 gr)	14,26 <sup>a</sup>	29,69 <sup>b</sup>	28,05 <sup>b</sup>	32,96 <sup>c</sup>	0,522	0,001
FDA (gr/100 gr)	2,48 <sup>a</sup>	14,25 <sup>b</sup>	14,05 <sup>b</sup>	16,38 <sup>c</sup>	0,147	0,001

Nota: EEM ± = error estándar de la media; MS = materia seca; MO = materia orgánica; PC = proteína cruda; EE = extracto etéreo; FDN = fibra detergente neutra; FDA = fibra detergente acida. Literales diferentes muestran diferencia significativa entre tratamiento.

**Tabla 3** - Comparación del rendimiento base húmeda (BH), materia seca (MS), materia orgánica (MO), extracto etéreo (EE), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente acida (FDA) y proteína cruda (PC) de forraje verde hidropónico (FVH) agua, FVH solución nutritiva y FVH lixiviado de lombriz, cosechado a 14 días por cada kg de semilla de maíz sembrada

Variable	Maíz	FVH de maíz/agua	FVH de maíz/solución nutritiva	FVH de maíz/lixiviado	EEM±	Sig
BH (kg)	1,00 <sup>a</sup>	8,6900 <sup>b</sup>	9,1000 <sup>c</sup>	9,2400 <sup>c</sup>	0,0919	0,001
MS (kg)	0,91 <sup>a</sup>	1,2700 <sup>b</sup>	1,4100 <sup>c</sup>	1,4500 <sup>c</sup>	0,0139	0,001
MO (kg)	0,98 <sup>a</sup>	1,2300 <sup>b</sup>	1,3700 <sup>c</sup>	1,4000 <sup>c</sup>	0,0135	0,001
PC (kg)	0,090 <sup>a</sup>	0,1502 <sup>b</sup>	0,1861 <sup>c</sup>	0,2259 <sup>d</sup>	0,0018	0,001
E,E (kg)	0,04 <sup>a</sup>	0,0453 <sup>b</sup>	0,0472 <sup>c</sup>	0,0527 <sup>d</sup>	0,0004	0,001
FDN (kg)	0,14 <sup>a</sup>	0,3784 <sup>b</sup>	0,3974 <sup>c</sup>	0,4788 <sup>d</sup>	0,0042	0,001
FDA (kg)	0,02 <sup>a</sup>	0,1817 <sup>b</sup>	0,1991 <sup>c</sup>	0,2379 <sup>d</sup>	0,0020	0,001

Nota: EEM ± = error estándar de la media. Literales diferentes muestran diferencia significativa entre tratamiento.

**Tabla 4** - 4 Parámetros de la producción de gas *in vitro* de maíz, forraje verde hidropónico agua (FVHA), forraje verde hidropónico solución nutritiva (FVHSN) y forraje verde hidropónico lixiviado de lombriz (FVHL)

Tratamiento	b	c	tl	R <sup>2</sup>	EEE ±	EN (Mcal/kg de MS) <sup>4</sup>
Maíz	220,960 <sup>b</sup>	0,027 <sup>b</sup>	0,98	95,53	7,92	2,17
FVHA	106,360 <sup>a</sup>	0,130 <sup>a</sup>	0,93	98,73	3,25	1,43
FVHSN	104,480 <sup>a</sup>	0,090 <sup>a</sup>	0,92	99,24	2,37	1,44
FVHL	107,640 <sup>a</sup>	0,120 <sup>a</sup>	0,94	97,17	4,95	1,49
Sig	0,001	0,013	0,15			0,00

Nota: producción de gas =  $b * [1 - e^{-c * (\text{tiempo} - \text{tl})}]$ ; b = fracción potencialmente degradable (%); c = velocidad o ritmo de degradación de la fracción b (tasa/h); tl = tiempo de espera; R<sup>2</sup> = coeficiente de correlación; EEE ± = error estándar del estadístico; EN = energía neta; Sig = p < 0,05.

En la Tabla 4 observamos los parámetros de producción de gas in vitro, comparando el grano de maíz con el FVH de acuerdo a cada uno de los tratamientos, observándose que el grano de maíz presentó una mayor producción de gas (b) (ml/g de MS) pero a una menor tasa fraccional de producción (c) (ml/h)( $p < 0,05$ ), siendo importante que el contenido energético también fue mayor en el grano de maíz (EN Mcal/kg de MS), Por su parte, la producción de gas, la tasa de producción y el contenido energético de los FVHA, FVHSN y FVHL fueron similares ( $p > 0,05$ ).

### Conclusión

Por lo tanto se puede concluir que el uso de lixiviado de lombriz es similar al uso de solución nutritiva comercial y superior al uso de solo agua en cuanto a rendimiento y calidad de FVH, por lo cual el lixiviado de lombriz podría considerarse como una alternativa para la sustitución de fertilizantes químicos.

### References

- Cunniff P. Official methods of analysis of AOAC International. 16 ed. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists; 1995. p. 24-32.
- Gómez RS, Ángeles ML, Becerra J. Alternativas para el reciclaje de excretas animales, Uso de humus de lombriz y otros derivados de la lombricultura. Publicación Técnica n.14. Colón, México: INIFAP-SAGARPA; 2011. 64 p.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci.* 1991;74(10):3583-97.
- Williams BA. Cumulative gas-production techniques for forage evaluation. En: Givens DI, Owen E, Axford RFE, Omed HM (Eds.). *Forage evaluation in ruminant nutrition.* Wallingford, UK: CABI Publishing; 2000. p. 189-208.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# Efectos de la inclusión de aceite de linaza y aceite de soya en una ración para corderos en crecimiento sobre el comportamiento productivo y las características de la canal

Emiliano Oviedo-Hernández<sup>1</sup>, Hector Mario Andrade-Montemayor<sup>1\*</sup>, Jorge Ramsy Kawas Garza<sup>2</sup>, Maria Concepción Méndez Gómez Humarán<sup>1</sup>, Tercia Cesaria Réis de Souza<sup>1</sup>, Alma Violeta Cordova-Torres<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Naturales, Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Querétaro, México

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones Agropecuarias, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), Nuevo León, México

## Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la inclusión de aceite de linaza (L) o aceite de soya (S) en la dieta de ovinos en crecimiento sobre el comportamiento productivo y las características de la canal. Se utilizaron 25 corderos machos enteros, 14 de raza East Friesian (EF) y 11 de raza Blackbelly (BB), de  $27 \pm 4,5$  Kg y  $92 \pm 5$  días de edad, se distribuyeron aleatoriamente de acuerdo a un arreglo factorial 2 (razas) x 2 (aceites). Las raciones fueron isoenergéticas e isoproteicas, variando en el tipo de aceite (L o S). Los corderos se pesaron cada 15 días hasta llegar a un peso de  $51 \pm 2$  kg para su matanza. Los corderos EF fueron superiores ( $p < 0,05$ ) en el consumo de PC y EE, presentaron menor edad a la matanza, mayor ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y eficiencia alimenticia. Por su parte, el aceite ofrecido, marcó diferencias ( $p < 0,05$ ) solo en el consumo de cenizas PC, FDA y lignina siendo superior en la ración L. Finalmente, entre razas se mostraron diferencias ( $p < 0,05$ ) en peso canal caliente, en el rendimiento de la canal

caliente, jaspeado, largo del músculo L. dorsi y largo de la pierna siendo la BB superior a la EF, por su parte el uso de diferentes aceites no generó diferencias ( $p > 0,05$ ) en estas variables. Se concluye que en las variables analizadas la raza fue el principal factor que modificó el comportamiento productivo, sin que el uso de aceites de Linaza o Soya mostrará efectos en estas variables.

**Palabras clave:** Linaza. Soya. Aceite. Blackbelly. East Friesian.

## Introducción

Los ácidos grasos presentes en la grasa de la carne de los rumiantes considerados benéficos para la salud humana son los poliinsaturados de la serie  $\omega 3$  y el conjunto de isómeros denominados

de forma genérica como ácido linoleico conjugado (Martínez, 2007).

La utilización de aceite de soya y aceite de linaza adquieren importancia en la alimentación de los rumiantes por su utilización para modificar el perfil de ácidos grasos en la grasa intramuscular. El aceite de soya se caracteriza por tener un alto contenido de ácido linoleico (C18:2 omega 6) en contraste, el aceite de linaza se caracteriza por contener elevadas cantidades de ácido linolénico (C18:3 omega 3) (Mateos et al., 1996).

Por lo que se ha incrementado el interés del productor por conocer los efectos de la utilización de aceites vegetales en las dietas de ovinos sobre el comportamiento productivo y las características de la canal como alternativa para mejorar la calidad de la carne y satisfacer la demanda de los consumidores (Martínez, 2007), por ello, el objetivo del presente trabajo fue analizar los efectos de la inclusión de aceite de linaza y aceite de soya sobre el comportamiento productivo y las características de la canal. Por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar la inclusión de aceite de linaza (L) o aceite de soya (S) en la dieta de ovinos en crecimiento sobre el comportamiento productivo y las características de la canal.

## Material y métodos

El trabajo se realizó en la unidad pecuaria, del campus de Amazcala, en el estado de Querétaro, México, perteneciente a la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro. Se utilizaron 25 corderos de  $27 \pm 4,5$  kg y  $92 \pm 5$  días de edad, 11 de la raza Blackbelly y 14 de la raza East Friesian, los cuales fueron distribuidos al azar bajo un arreglo factorial 2 (razas) x 2 (aceites). Las raciones fueron isoenergéticas (1,8 Mcal de EN/kg de MS) e isoproteicas (17% de PC), la única diferencia fue el tipo de aceite (L o S) (2,5% de la MS). Las raciones se ofrecieron ad libitum, se muestreó y se pesó diariamente el alimento ofrecido y rechazado para su posterior análisis de acuerdo a la AOAC (1984) para determinar el consumo de cada nutriente.

Los corderos se pesaron al inicio del experimento y cada 15 días hasta que alcanzaron un peso de  $51 \pm 2$  Kg para su matanza. La evaluación las canales

se realizó de acuerdo a Delfa et al. (1992), Wood et al., (1980) y a la escala de Desdémona et al. (2007).

El diseño estadístico fue aleatorizado con arreglo factorial 2 x 2 (2 razas x 2 Aceites) utilizando el paquete estadístico SPSS Statistics 24®.

## Resultados y discusión

En las Tablas 1 y 2 se observan los efectos que las razas y los aceites tienen sobre el consumo de los nutrientes, los corderos EF presentaron un mayor consumo ( $p < 0,05$ ) de PC y EE (Tabla 1) y los corderos que consumieron las raciones con Ac. de linaza, presentaron un mayor consumo ( $p < 0,05$ ) de cenizas, PC y FDA (Tabla 2).

**Tabla 1** - Efecto de la raza sobre el consumo de los nutrientes

Consumo de nutrientes	Raza		EEM $\pm$	Valor p
	Blackbelly	East Friesian		
MS (g)	Media 1200	Media 1230	0,04	0,322
MO (g)	1120	1140	0,03	0,313
PC (g)	203	224	0,20	0,018
EE (g)	73	81	0,002	0,024
FDA (g)	170	144	0,005	0,073

Nota: MS = materia seca; MO = materia orgánica; PC = proteína cruda; EE = extracto etéreo; FDA = fibra detergente ácido.

**Tabla 2** - Efecto de los aceites sobre el consumo de los nutrientes

Consumo de nutrientes	Tratamiento		EEM $\pm$	Valor p
	Ac. de soya	Ac. de linaza		
MS (g)	Media 1184	Media 1253	0,03	0,088
MO (g)	1104	1157	0,029	0,141
PC (g)	81	94	0,002	0,000
EE (g)	205	223	0,005	0,016
FDA (g)	143	167	0,005	0,003

Nota: MS = materia seca; MO = materia orgánica; PC = proteína cruda; EE = extracto etéreo; FDA = fibra detergente ácido.

En la Tabla 3 se observa el efecto de la raza y el tipo de aceite en la ración en el comportamiento productivo de los corderos. Siendo los corderos de raza EF los que presentaron un menor tiempo a la matanza, mayor ganancia diaria de peso, mejor conversión y eficiencia alimenticia ( $p < 0,05$ ). Sin embargo, el tipo de aceite consumido no marcó diferencia en ninguna de estas variables (valor de  $p$ ).

En la Tabla 4 se muestran los efectos de las razas y el tipo de aceite sobre las características de la canal, observándose que los corderos EF fueron inferiores ( $p \leq 0,05$ ) en el peso de la canal caliente, rendimiento de la canal caliente, longitud de pierna, largo del músculo *L. dorsi*, y jaspeado, pero el tipo de aceite no presentó diferencias en las variables evaluadas ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 3** - Efecto de la raza sobre el comportamiento productivo

Comportamiento productivo	Blackbelly	East Friesian	EEM $\pm$	Valor p raza	Valor p aceite
	Media	Media			
Peso inicio del tratamiento (kg)	26	28	1,4	0,264	0,903
Edad a la matanza (días)	203	160	6,6	0,003	0,080
Duración del tratamiento (días)	107	72	6,6	0,003	0,088
Ganancia diaria de peso (g)	238	332	1,3	0,000	0,107
Conversión alimenticia	5,12	3,75	0,16	0,000	0,351
Eficiencia alimenticia	0,197	0,269	0,017	0,000	0,485

**Tabla 4** - Efecto de la raza sobre las características de la canal

Características de la canal	Blackbelly	East Friesian	EEM $\pm$	Valor p raza	Valor p aceite
	Media	Media			
Peso a la matanza (kg)	51	51	0,43	0,792	0,943
Peso canal caliente (kg)	27	25	0,32	0,001	0,310
Rendimiento canal caliente (%)	54	50	0,39	0,000	0,088
Longitud de pierna (cm)	44	37	1,40	0,002	0,658
Diámetro de pierna (cm)	74	71	0,99	0,091	0,496
Anchura de pierna (cm)	21	21	0,76	0,910	0,141
Área ojo de chuleta (cm <sup>2</sup> )	16	16	0,59	0,813	0,156
Largo m, <i>Longissimus dorsi</i> (cm)	7	6	0,13	0,029	0,627
Ancho m, <i>Longissimus dorsi</i> (cm)	4	3	0,17	0,376	0,703
Espesor grasa subcutánea (cm)	0,56	0,45	0,05	0,114	0,162
Jaspeado	3	2	0,23	0,015	0,489

## Conclusión

En el presente trabajo se concluye que el efecto de la raza en el comportamiento productivo y las características de la canal presenta diferencias, donde la raza East Friesian tuvo mejores ganancias diarias de peso, mejor conversión alimenticia

y eficiencia alimenticia, pero la raza Blackbelly presentó un mejor rendimiento de la canal caliente y un mayor jaspeado. Mientras tanto el efecto del tipo de aceite sobre el comportamiento productivo ni en las características de la canal no tuvo diferencias.

## Referencias

AOAC. Official Methods of Analysis. 14 ed. Washington, DC: Association of Analytical Chemists; 1984. p. 152-7.

Delfa R, Teixeira A, González C. Composición de la canal. Medida de la composición. En: Calidad de la Canal Ovina (III). Ovis. 1992;23:9-22.

Desdémona ME, Núñez GFA, Rodríguez AFA. Manual para la evaluación de corderos en pie y en canal - Potencial para la producción de carne. Chihuahua, México: Universidad Autónoma de Chihuahua; 2007. p. 12-24.

Mateos GG, Rebollar PG, Medel P. Utilización de grasas y productos lipídicos en la alimentación animal: grasas puras y mezclas. XII Curso de Especialización FEDNA; 7-8 nov 1996; Madri, Espanha.

Martínez MAL. Influencia de la nutrición sobre el contenido y tipo de ácidos grasos en la carne de los rumiantes. Arch Zootec, 2007;56(R):45-66.

Wood JD, MacFie HJH, Pomeroy RW, Twinn DJ. Carcass composition in four sheep breeds: the importance of type of breed and stage of maturity. Anim Sci 1980;30(1):135-52.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

## Effect of an herbal lysine source on lamb's growth

Mario Alejandro Mejía-Delgadillo<sup>1</sup>, German David Mendoza<sup>2\*</sup>, Héctor Aaron Lee-Rangel<sup>3</sup>, Amada Isabel Osorio-Terán<sup>4</sup>, Pedro Abel Hernandez-García<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), Culiacán, Mexico

<sup>2</sup> Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Ciudad de México, Mexico

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), San Luis Potosí, Mexico

<sup>4</sup> Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Toluca, Mexico

### Abstract

Lysine has been recognized as an essential amino acid for growing ruminants and there is a feed plant additives based on *Phaseolus mango* and *Linum usitatissimum* containing lysine and secondary metabolites which in vitro studies indicate that can be used to provide bypass amino acids. Therefore an experiment was conducted to evaluate the productive performance of growing lambs with different dietary levels of the herbal additive. Twenty four female creole with  $17.5 \pm 3.8$  kg BW were randomly assigned to one of the following treatments: 0, 5, 10, and 20 g/lamb/day OptiLysine (Nuproxa México) and allotted in pens and fed a growing diet testing linear and quadratic effects in lamb growth. Daily intake, final BW and ADG were improved linearly as dose of herbal amino acid was increased ( $p < 0.10$ ). Results indicate that the OptiLysine contains bypass amino acid and may improve daily gain by 10% and in females this will favor an early puberty.

**Keywords:** Feed plant additive. Lysine. Lamb.



NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# Effect of DHA and EPA supplementation during the early gestation and feedlot on fatty acid profile and gene expression in liver in finished lambs

Francisco Oviedo Ojeda<sup>1,2</sup>, Alejandro Roque Jimenez<sup>1,2</sup>, Héctor Aaron Lee Rangel<sup>2</sup>, Alejandro E. Relling<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Animal Science, The Ohio State University (OSU), Wooster, USA

<sup>2</sup> Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), Soledad de Graciano Sánchez, México

## Abstract

Supplementation with fatty acids during pregnancy can generate changes in fetal programming and modify the fatty acid profiles in different tissues on offspring. The objective was to evaluate the effects of with eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) supplementation during the early gestation in ewe on fatty acid profiles and gene expression in liver on lambs in feedlot. Seventy-nine lambs born of sheep supplemented in the early gestation with 1.5% Ca salts rich in monounsaturated FA (MUFA) or PUFA (DHA and EPA) (Dam supplementation (DS)) were distributed after weaning in 20 pens (three to five lambs per pen) blocked by sex and size in a 2 x 2 factorial arrangement of treatments to feedlot. The lambs received an isoenergetic diet only differed in the profiles of fatty acids MUFA or PUFA (Lamb supplementation (LS)). On day fifty-six, 24 lambs were slaughtered, and samples of liver were obtained for fatty acid profile and mRNA concentration analysis. The data was analyzed with a mixed model in SAS (9.4). An interaction by DS x LS for C 20:4 and C 14:0 ( $p \leq 0.10$ ). There were increased concentration from total PUFA and total MUFA ( $p = 0.01$ ) on liver by effect of LS. Lambs born from ewe who received PUFA supplementation showed a greater liver mRNA abundance ( $p \leq 0.05$ ) for Glucose transporter 1 (GLUT1), Insulin Like Growth Factor 1 (IGF-1), lipoprotein lipase (LPL) and peroxisome proliferator-activated receptor gamma (PPAR  $\gamma$ ). There were LS effects ( $p \leq 0.10$ ) for elongation of very long chain fatty acid 2 (ELOVL2) and fatty acid binding protein 1 (FABP-1). There were a DS x LS interaction for DNA methyltransferase 3b (DNMT3b), Fatty acid binding protein 1 (FABP-1), Fatty acid binding protein 5 (FABP-5), Stearoyl CoA desaturase (SCD) and Sterol regulatory element binding protein 1 (SREBP-1) ( $p \leq 0.05$ ). These results show that the fatty acid profile in liver were influenced by the LS independently of the DS, while the changes in the gene expression of the offspring they were due to the interaction between maternal supplementation in the early gestation and the feedlot phase.

**Keywords:** Fatty acid. Liver. Gene expression.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

## Effect of herbal choline supplementation in placenta and fetus development at different times during gestation in ewes

Jose Alejandro Roque-Jimenez<sup>1\*</sup>, Anayeli Vázquez-Valladolid<sup>1</sup>, Alejandro E Relling<sup>2</sup>, German D Mendoza<sup>3</sup>, Héctor Aaron Lee-Rangel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Agronomy, Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), San Luis Potosí, México

<sup>2</sup> Department of Animal Sciences, Ohio State University (OSU), Wooster, USA

<sup>3</sup> Department of Agricultural and Animal Production, Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Ciudad de México, México

### Abstract

Choline is an essential bioactive micronutrient often grouped with B vitamins, accounts for multiple biological functions such as decreases inflammation and oxidative stress damage in mammals. However, its role in fetus growth, placenta development, and fetus delivery is unknown. The objective of this study was to determinate the effects of herbal choline supplementation during different time of gestation on lambs birth weight, time of placental expulsion, and placental weight. Herbal choline (BioCholine) contains conjugates of choline (phosphatidylcholine), that showed increase on mRNA abundance of phosphatidylcholine transports; and was supplemented on the different thirds of gestation. Rambouillet ewes (n = 25) were blocked by pregnancy day. Treatments were: no herbal choline supplementation (control), 4 g per day of additive BioCholine on the first third (1TG), second third (2TG), last third of gestation (3TG) and during the entire gestation (AG). Data were collected immediately at the time of delivery and placenta expulsion. Ewes were assigned to one of the 5 experimental treatments according to a complete randomized block design, and data were analyzed using a mixed procedure (SAS). The time for placenta expulsion was shorter ( $p < 0.05$ ) on 2TG and 3TG, than control, 1TG and AG. Placenta was heavier ( $p < 0.05$ ) on ewes in 3TG and AG. Finally, lambs born from 3TG were heavier ( $p < 0.05$ ) with the choline conjugates supplementation. These results suggest that herbal choline have different effect on lamb birth weight, time of placental expulsion, and placenta weight depending the time of gestation when they are supplemented. In conclusion, placenta could be modulating nutrient abundance as well as choline metabolism. Many of the choline induced effects appear to be responses that could be related to choline effects on placenta perfusion and vascularization, reducing the time of placental expulsion and increase the newborn and placental weight.

**Keywords:** Choline. Placenta. Retention. Fetal growth.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# Engorde a corral de caponcitos caprinos con distintas fuentes proteicas regionales en la ración

Elsa Patricia Chagra Dib<sup>1,3\*</sup>, Héctor Daniel Leguiza<sup>1</sup>, Carlos Gustavo Cabrera<sup>1</sup>, Graciela Romero<sup>1</sup>, Tomás Aníbal Vera<sup>1,2</sup>, Héctor Rivera<sup>3</sup>, Julieta Fernández Madero<sup>3</sup>, Mónica Daniela Sleiman<sup>3</sup>, Malvina Tolaba<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Estación Experimental Agropecuaria (EEA), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Salta, Argentina

<sup>2</sup> Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar, Región Nor Oeste Argentino (IPAF NOA), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Posta de Hornillos, Argentina

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Universidad Católica de Salta (UCASAL), Salta, Argentina

## Resumen

El objetivo del trabajo fue evaluar el engorde de caponcitos caprinos, utilizando como fuentes proteicas dos tipos de poroto descarte y pellet de soja. Se trabajó con 18 machos castrados de 5 meses de edad, con un peso inicial promedio de 17 kg, los que se asignaron al azar a tres tratamientos, durante 120 días. Las raciones de los mismos se formularon de tal manera de asegurar un mismo nivel de energía y proteína. En todos se ofreció como forraje fibroso 0,820 g/día/animal de heno de avena y se adicionó Núcleo Vit Mineral 15 g/día/animal mientras que el suplemento varió: T1 - Poroto Blanco 0,360 g/día/animal + Maíz grano 0,240 g/día/animal; T2 - Poroto Negro 0,280 g/día/animal + Maíz grano 0,250 g/día/animal; T3 - pellet de soja 0,180 g/día/animal + Maíz grano 0,250 g/día/animal. El consumo de materia seca se determinó mediante la diferencia entre el alimento ofrecido y el rechazado de lunes a domingos. El seguimiento del peso vivo se realizó tres veces por semana de manera individual, previo al suministro de

alimentos, con 8 h de ayuno. El consumo de avena fue similar en los tres tratamientos, mientras que el de concentrados y la eficiencia de conversión de las raciones se modificaron con la utilización de las distintas fuentes proteicas, siendo inferiores las raciones con poroto blanco en todo el periodo evaluado. Los resultados obtenidos muestran la posibilidad de obtener animales pesados para la venta a corta edad utilizando como fuente de alimentación subproductos descarte (poroto) de origen local, contribuyendo a la diversificación de la oferta de carne caprina.

**Palabras clave:** Suplementos proteicos. Engorde. Caprino.

## Introducción

En la República Argentina existen 55849 Unidades Productivas, cuyas producciones tienen

componentes ganaderos mixtos entre los que se destacan, en las áreas marginales, los caprinos. En su gran mayoría, las familias se dedican a la agricultura familiar. En el país se cuenta con un total de 4.252.823 cabezas caprinas (SENASA, 2012). La producción de carne caprina está orientada a la producción de carne de cabrito mamón o chivito que se comercializa con un peso de faena de 10 - 12 kg, entre los 45 y 90 días de vida, obteniéndose una carcasa de 4 - 6 kg limpios.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el engorde a corral de caponcitos caprinos como categoría no tradicional, utilizando como fuentes proteicas dos tipos de poroto descarte y pellet de soja.

## Material y métodos

La experiencia se realizó en la provincia de Salta, Argentina. Se utilizaron 18 caponcitos anglo Nubian, con un peso promedio inicial de  $17,8 \pm 0,9$  kg con 5 meses de edad, los que se distribuyeron al azar en tres tratamientos. Las raciones de los mismos se formularon de tal manera de asegurar un mismo nivel de energía y proteína. En todos se dio como forraje fibroso 0,820 g/día/animal de heno de avena y se adicionó Núcleo Vit Mineral 15 g/día/animal mientras que el suplemento varió: T1 - Poroto Blanco 0,360 g/día/animal + Maíz grano 0,240 g/día/animal; T2 - Poroto Negro 0,280 g/día/animal + Maíz grano 0,250 g/día/animal; T3 - pellet de soja 0,180 g/día/animal + Maíz grano 0,250 g/día/animal.

El ensayo se dividió en dos periodos, uno de acostumbramiento (los primeros 15 días) y otro de medición, los días 120 días posteriores. La estimación del consumo de materia seca se determinó mediante la diferencia entre el alimento ofrecido y el rechazado de lunes a domingos, considerándose como repetición cada uno de los 6 corrales. El seguimiento del peso vivo se realizó tres veces por semana, pesando cada animal durante la mañana, previo al suministro de alimentos, con 8 h de ayuno. Los datos se analizaron mediante ANOVA con un Diseño Completamente Aleatorizado con repeticiones en el tiempo (SAS, 2008).

## Resultados

Los valores de proteína encontrados en ambos tipos de poroto descarte utilizado como fuente proteica, coinciden con los descriptos por Vargas-Torres et al. (2004) y Carmona-García et al. (2007), quienes determinaron rangos entre 18,9 y 24,2% en cuatro variedades de esta leguminosa (Tabla 1). Lo mismo ocurrió en los valores encontrados para su digestibilidad León et al. (1993).

**Tabla 1** - Composición química de los alimentos

ITEM	Heno de avena	Maíz grano	Poroto blanco	Poroto negro	Pellet de soja
MS %	90,50	88,70	91,60	91,00	90,00
DIVMS <sup>1</sup> %	58,05	91,50	82,40	81,65	84,70
FDN %	68,50	12,00	23,50	34,10	10,20
FDA %	39,20	3,00	8,40	9,30	5,50
PB %	8,70	9,60	20,60	22,70	42,00
EM <sup>2</sup> (Mcal/kg MS)	2,09	3,29	2,98	2,94	3,050

Nota: MS = Materia seca; DIVMS = Digestibilidad in vitro de la MS; FDN = Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácido; PB = Proteína bruta. Expresado como % de la MS. 1\* - DIMS % =  $88,9 - (0,779 * FDA)$ . 2\* - EM =  $3,608 * Digestibilidad$ .

Se puede observar en la Tabla 2 que el consumo de avena fue similar en los tres tratamientos, mientras que el de concentrados hubo diferencia significativa, siendo menor el de pellet de soja y más alto la ración que contenía poroto blanco. Ello llevó a una diferencia en el consumo de materia seca total menor para el tratamiento con soja. Sin embargo, no se observaron problemas digestivos ni de palatabilidad en ninguno de los tratamientos en los niveles usados de proteína en todo el período de medición.

Williams et al. (1984) encontraron que en corderos alimentados con altos niveles de *Phaseolus vulgaris*, se presentaron desordenes digestivos, mientras que con niveles bajos no se apreció efecto alguno, aunque si se observó un problema de palatabilidad.

La suplementación de *Phaseolus vulgaris* en ovejas alimentadas con una ración de baja calidad de fibra, arrojó resultados satisfactorios con un nivel

bajo y moderado de suplementación que rondaba entre el 10 - 20 gr/kg PV0,75, pero cuando se elevó a un nivel alto entre de 40gr kg PV0,75 se notó que el consumo solo alcanzaba el 82% y que a medida que transcurría el ensayo las heces perdían consistencia y solidez (James et al., 1975).

Las ganancias de peso obtenidas en el T1 (Tabla 3) fueron similares a lo hallado en sistemas semiextensivos, sobre pasturas a base Panicum máximum en caponcitos caprinos media sangre boer x anglonubian (González et al., 2009) y en engorde de caponcitos criollos de 120 días de edad a base de Atriplex nummularia y alfalfa (Chagra Dib et al., 2011).

**Tabla 2** - Consumo de materia seca

Alimentos	T1	T2	T3	EEM	Efecto
Avena kg/día/animal	0,689	0,700	0,685	0,005	NS
Concentrado kg/día/animal	0,580 <sup>A</sup>	0,520 <sup>AB</sup>	0,485 <sup>B</sup>	0,080	*
Consumo total de MS kg/día/animal	1,270 <sup>A</sup>	1,220 <sup>A</sup>	1,120 <sup>B</sup>	0,100	*

Nota: EEM = Error estándar de la media; NS = No significativo. \* Significativo con  $p < 0,05$ .

**Tabla 3** - Ganancia de peso

Tratamiento	Ganancia de peso diaria GPD (kg/día)	Ganancia de peso Total GPT kg (120 días)	Eficiencia de conversión (consumo MS/GPD)
T1	0,080 <sup>a</sup>	9,600 <sup>a</sup>	15,70 <sup>a</sup>
T2	0,110 <sup>b</sup>	13,210 <sup>b</sup>	11,09 <sup>b</sup>
T3	0,120 <sup>b</sup>	14,420 <sup>b</sup>	9,33 <sup>c</sup>
EEM	0,015	0,075	0,11
Efecto	*	*	**

Nota: EEM = Error estándar de la media. \* Significativo con  $p < 0,05$ . \*\* Significativo con  $p < 0,01$ .

Dayenoff et al. (2002), en un engorde de caponcitos criollos caprinos en sistemas extensivos con suplementación de maíz y alfalfa, obtuvieron ganancias de peso promedios de 0,094 kg/día entre los 6 y 12 meses de edad.

Los valores encontrados en el T2 y T3 se asemejaron más a ensayos realizados en engordes intensivos que oscilaron entre 0,100 y 0,140 kg/día en categorías similares (Cufre et al., 2006; González et al. 2009; Chagra Dib et al., 2015; Juárez et al., 2015; Sleiman et al., 2017).

## Conclusión

El reemplazo de pellet de soja por poroto blanco y negro descarte, subproducto de bajo costo en la región, como fuente proteica en la alimentación de caponcitos caprinos no modificó el consumo de materia seca de heno de avena, pero si lo hizo con el consumo de concentrado, siendo menor el de pellet de soja para igual consumo de proteína. El crecimiento, las ganancias de peso de los animales y la eficiencia de conversión de las raciones se modificaron con la utilización de las distintas fuentes proteicas. Las raciones con utilización de poroto blanco fueron inferiores, mientras que las de poroto negro y pellet de soja presentaron un crecimiento similar y mayor.

Los resultados obtenidos muestran la posibilidad de obtener animales pesados para la venta a corta edad utilizando como fuente de alimentación subproductos de origen local como el poroto descarte, contribuyendo así a la diversificación de la oferta de carne caprina.

## Referencias

- Carmona-García R, Osorio-Díaz P, Agama-Acevedo E, Tovar J, Bello Pérez LA. Composition and effect of soaking on starch digestibility of *Phaseolus vulgaris* (L.) cv. 'Mayocoba'. Int J Food Sci Technol. 2007;42(3):296-302.
- Cufre G, Bonvillani A, Godio I, Chaves M, Pedernera M, Posadas S, et al. Nivel de alimentación sobre el desempeño productivo y caracteres de la canal en cabrillonas. Rev Arg Prod Anim. 2006;26(Supl 1):383-5.
- Chagra DIB EP, Leguiza HD, Vera TA, Aguilar MG. Utilización de Atriplex nummularia, en reemplazo de heno de alfalfa, en engorde de caponcitos caprinos Criollos. Arch Latinoam Prod Anim. 2011;19(Supl 1).

- Chagra Dib EP, Usandivaras J, Leguiza HD, Candotti JJ. Evaluación de dos suplementos proteicos en el engorde a corral de capones caprinos. IX Congreso Latinoamericano de Especialistas en Rumiantes Menores y Camélidos Sudamericanos (ALEPRyCS); 6-8 maio 2015; La Rioja, Argentina. ALEPRyCS; 2015. p. 259-63.
- Dayenoff P, Bolaño M, Aguirre E, Giovanardi E. Crecimiento y rendimiento de carcasa de una alternativa de producto comercial cárnico para el actual sistema de explotación caprina. Publicaciones INTA - Estación Experimental Rama Caída; 2002.
- González MF, Quinteros Duprás MJ, Pivotto R, Herrera VG. Categoría no tradicional de consumo de carne caprina. Rendimiento, composición regional y composición Tisular Trabajo completo. VI Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos (ALEPRyCS); 8-12 sept 2009; Querétaro, México. ALEPRyCS; 2009.
- James LF, Allison MJ, Littledike ET. Production and modification of toxic substances in the rumen. In: McDonald IW, Warner ACI (eds). Digestion and metabolism in the ruminant: proceedings of the 4th International Symposium on Ruminant Physiology; Aug 1974; Sydney, Australia. Armidale, Australia: University of New England Publishing Unit; 1975. p. 576-90.
- Juárez AM, Gallagher M, Gruhn I, Zoratti O. Engorde intensivo de cabritos machos enteros y castrados. Congreso Latinoamericano de Especialistas en Rumiantes Menores y Camélidos Sudamericanos (ALEPRyCS); 6-8 maio 2015; La Rioja, Argentina. ALEPRyCS; 2015. p. 365-70.
- León RA, Angulo I, Jaramillo M, Requena F, Calabrese H. Caracterización química y valor nutricional de granos de leguminosas tropicales para la alimentación de aves. *Zootecnia Trop.* 1993;11(2):151-70.
- SAS Institute Inc. SAS/STAT® 9.2 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.; 2008.
- SENASA. Manual SIGSA - Sistema Integrado DE Gestión de Sanidad Animal. 2012 [acceso 04 mar 2019]. Disponible en <https://tinyurl.com/y643h3gw>.
- Sleiman M, Chagra Dib EP, Leguiza HD, Fernández Madero J, Setti W, Rivera H, et al. Evaluación de crecimiento, características y rendimiento de la canal de categorías jóvenes caprinas en un sistema de engorde a corral en un establecimiento del Valle de Lerma, Salta. 2017. XXIX Reunión Nacional e Internacional sobre Caprinocultura; 11-13 out 2017; San Sebastián Xhala, México. San Sebastián Xhala: Facultad de Estudios Superiores - FES Cuautitlán; 2017.
- Vargas-Torres A, Osorio-Díaz P, Islas-Hernández JJ, Tovar J, Paredes-López O, Bello-Pérez LA. Starch digestibility of five cooked black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. *J Food Compos Anal.* 2004;17(5):605-12.
- Williams PEV, Pusztai AJ, MacDearmid A, Innes GM. The use of Kidney beans (*Phaseolus vulgaris*) as protein supplements in diets for young, rapidly growing beef steers. *Anim Feed Sci Technol.* 1984;12(1):1-10.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# Estrategias de alimentación de una majada caprina en condiciones extensivas de serranías bajas del Valle Central de Catamarca, Argentina

Rafael Horacio Santa Cruz<sup>1\*</sup>, María Florencia González<sup>1,2</sup>, Noemí Arévalo Martínez<sup>1</sup><sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Catamarca (UNCA), Catamarca, Argentina<sup>2</sup> Instituto Nacional de Tecnologías Agropecuarias (INTA), Catamarca, Argentina.

## Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo brindar información sobre las estrategias de alimentación del ganado caprino en condiciones extensivas de producción. Las observaciones se efectuaron en un establecimiento productivo ubicado en la localidad El Portezuelo, Departamento Valle Viejo, Provincia de Catamarca, Argentina. La metodología utilizada consistió en visitas exploratorias al área registrando *in situ* las distintas especies vegetales, relevamiento mediante observación directa de la majada en pastoreo especie consumida y preferencia de consumo, durante dos épocas bien marcadas. La composición botánica de la dieta en Otoño y Primavera, está compuesta por un total de 42 plantas que presentan una preferencia de grado 3 y 4, medianamente consumidas y muy consumidas respectivamente. Un 32% está compuesta por las familias *Anacardiaceae*, *Asteraceae*, *Bignoniaceae*, *Bombacaceae*, *Capparaceae*, *Celatraceae*, *Lamiaceae*, *Polygonaceae*, *Urticaceae*, *Santalaceae*, *Simaroubaceae*, *Solanaceae*, *Ulmaceae*; un 29% por la *Fabaceae*; un 20% por las *Bromeliaceae*, *Rhamnaceae*, *Verbenaceae*, *Zygophyllaceae*; un 12% por la *Cactaceae* y un 7% por la *Poaceae*. Para el área de estudio como para ambientes similares, la familia *Fabaceae*, se constituye en un recurso apreciado en la alimentación del ganado doméstico, debido a su alto valor nutritivo, las plantas ramoneadas durante estación seca, resulta de vital importancia. En cuanto a la preferencia animal en el período otoño, son 21 las especies, de las cuales un 43% son árboles, un 33% arbustos, un 14% gramíneas, 5% cactáceas y 5% herbáceas. En primavera se destacan 11 especies por su preferencia animal, un 45% corresponde a arbustos, las herbáceas y epifitas cada una con el 18%, mientras árboles y gramíneas con el 9%. De igual manera que las especies consumidas en otoño, la disponibilidad es en su mayoría escasa. Los resultados indican que los caprinos son altamente selectivos en la composición de su ingesta y que poseen la capacidad de cambiarla según época del año, disponibilidad de forrajes y necesidades nutricionales.

**Palabras clave:** Caprinos. Forraje nativo. Preferencia animal. Ramoneo.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# Estudio retrospectivo sobre lactancias artificiales ocurridas en el periodo 2015-2018 en una granja comercial en Querétaro, México

Viridiana Ramírez<sup>1</sup>, Abel Trujillo<sup>2</sup>, Andrés Ducoing<sup>3</sup>, Adriana Alarcón<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Tequisquiapan, México

<sup>2</sup> Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Animal en Altiplano (CEIEPAA), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Tequisquiapan, México

<sup>3</sup> Departamento de Rumiantes, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Tequisquiapan, México

<sup>4</sup> Granja del Carmen, Tequisquiapan, México

## Resumen

El objetivo de este trabajo fue realizar un estudio retrospectivo sobre la metodología de lactancia artificial de cabritas en una granja comercial caprina para determinar la eficiencia del proceso. El estudio se realizó en Granja del Carmen®. Las cabritas se identificaron y calostraron al nacimiento. Posteriormente, se alimentaron con leche de cabra dos veces por día, máximo 2 litros por día, hasta los 12 kilogramos de peso, donde el suministró leche una vez por día a razón de 1,5 litros, hasta que alcanzaron el peso de destete entre los 15 y 16 kilogramos de peso. Se recopilaron datos de 201 animales, desde el año 2015 hasta el 2018; cada año se realizaron tres lactancias correspondientes a las épocas de primavera, otoño e invierno. Se realizó un pesaje al nacimiento y semanal. La evaluación de la información recopilada se realizó con el programa JMP versión 14.1, mediante un modelo lineal anidado, donde se incluyeron los efectos del año, estación de parto, sexo, tipo de parto y peso al nacimiento, donde las variables de respuesta fueron la ganancia de peso diario (gdp) y la edad al destete (dd). Se encontró diferencia estadística ( $p \geq 0,05$ ) en la lactancia de invierno de 2015 con respecto a las demás lactancias, dando una gdp de 130 g y 89 dd, cuando el promedio es de 163 g de gdp y de 73,5 dd. El manejo en la granja a lo largo de los últimos cuatro años, les ha permitido obtener resultados favorables y constantes en cada lactancia artificial, independientemente del periodo o año en los que han implementado esta metodología.

**Palabras clave:** Lactancia artificial. Cabras. Ganancia diaria de peso.



NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

## Evaluación productiva de cabritos lactantes alimentados con leche adicionada con miel

Alejandra Eguiza Piña\*, Yesmin Maria Domínguez Hernández, Alfredo Perez Guiot, Maria Fernanda Escamilla González, Viridiana Ramírez Díaz, Emma Merecias Aparicio, Joseline Aimee Nuñez Barajas, Valeria Lizeth Ortiz Rojas

Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Animal en Altiplano (CEIEPAA), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidade Nacional Autónoma do México (UNAM), Tequisquiapan, México

### Resumen

Un factor para el desarrollo de las crías es la alimentación durante la lactancia, ya que pueden manifestar su potencial de crecimiento alcanzando mejores pesos al abasto y destete, por lo tanto, el objetivo fue evaluar el efecto productivo que tuvo la miel como aditivo en cabritos lactantes. El estudio se realizó en las instalaciones del CEIEPAA-FMVZ-UNAM, durante 60 días se ocuparon 16 cabritos de razas Alpino Francés y Toggenburg, previamente calostrados, se lotificaron en casetas y se formaron dos grupos al azar el grupo control que se le dio lactancia artificial con leche de cabra (GC)(n = 8), y al otro grupo se adicionaron 15 g de miel por cada K de leche de cabra administrada (GM)(n = 8) durante 60 días. Se midió el consumo diario de leche, de alfalfa henificada, pesaje semanal, y al final del estudio fueron sacrificados ocho cabritos de los que se tomó muestra de líquido ruminal para medición de ácidos grasos volátiles (AGV) y biopsia de rumen para medición de papilas ruminales (PR) y rendimiento de canal. Se incluyó el peso al nacimiento como covariable. Los datos se analizaron con los procedimientos PROC GLM y TUKEY, para la comparación de medias usando el paquete estadístico SAS. Los resultados en el peso promedio y la GDP en la semana 3 se empezó a encontrar diferencia significativa de  $6,8938 \pm 0,2675$  K,  $0,224 \pm 0,008$  K/día en GM y  $5,9563 \pm 0,267$  K,  $0,150 \pm 0,008$  K/día para GC ( $p > 0,05$ ), cabe mencionar que a los 35 días el GM obtuvo un peso promedio de  $9.31 \pm 0.94$  K mientras que el GC obtuvo  $8,6 \pm 1,09$  K ( $p > 0,05$ ), sin embargo la diferencia no fue significativa en el peso al final del estudio ( $\bar{x} = 15,7$  K). A pesar del proceso del cierre del surco reticular, los AGV y tamaño de PR no hubo diferencia entre los grupos obteniéndose promedios grupales de acetato  $966,95 \pm 5,40$  mg/L, propionato  $218,56 \pm 3,11$  mg/L y butirato  $172,97 \pm 0,45$  mg/L y, en el tamaño de PR  $1147,54 \mu\text{m}$  de largo, datos que pueden variar según el alimento sólido que se proporcione en esta etapa. En cuanto a la canal no se encontraron diferencias significativas, en el peso, ni en el rendimiento de la misma  $7,200 \pm 0,403$  K, 42,15% en GM y  $6,925 \pm 0,350$  K, 41,54% en GC. Se concluye que el uso de miel como aditivo en la lactancia de cabritos para abasto de 35 días de nacidos es recomendable ya que permite tener en menor tiempo el peso a la venta como "cabrito lechal", mas no en animales de reemplazo hasta el destete.

**Palabras clave:** Lactancia. Cabritos. Miel. GDP. Canal. AGV. Papilas ruminales.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# Ganancia de peso vivo de llamas al destete con diferentes patrones de alimentación en pastoreo, en Oruro, Nolivia

Rene Wilson Aro Ancari, Flavio Eudaldo Merlo Maydana, Julio Cesar Mina Quiroga, Juana Felisa Cruz Carrillo

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Área de Ciencia Agrícolas, Pecuarias y Recursos Naturales, Universidad Pública de El Alto (UPEA), Laja, Bolivia

## Resumen

El presente trabajo de investigación fue con el objetivo de evaluar la ganancia de peso vivo de llamas al destete alimentadas con diferentes patrones de alimento (cebada, arbustiva y pajonal) con base en pastoreo en el Municipio de San Pedro de Totora del departamento de Oruro, Bolivia. Para realizar el experimento se ha seleccionado 42 llamas al nacimiento, estas fueron divididas en tres tratamientos, es decir animales alimentadas con: cebada (*Hodeum vulgare*, más pradera nativa dominada por *Festuca dolichophylla*), arbustiva (*Baccharis* sp., *Adesmia* sp., *Stipa ichu*, *Paspalum* sp., *Trifolium amabile*, *Muhlebergia fastigiata*) y pajonal (*Festuca ortophylla*, *Stipa ichu*, *Nasella pubiflora*, *Hipochaeris taraxacoides*, *Muhlebergia* sp., *Bouteloua simplex*), 12 animales en cada una de los tratamientos, se ha registrado el peso inicial y la final, para determinar la ganancia de peso al destete a 240 días. Para la comparación de la variable de respuesta se utilizó el diseño completamente al azar. Los resultados de la ganancia de peso vivo al destete dieron diferencias significativas ( $p \leq 0,000$ ) entre los diferentes alimentos, en la comparación de medias del peso vivo a través de la prueba múltiple de Duncan, animales alimentados en el pajonal fueron inferiores con un promedio 35,36 kg, y animales alimentados en arbusto tuvieron un promedio de 40,22 kg, sin embargo, los animales alimentadas con cebada fueron superiores y diferentes a los otros tratamientos con un promedio de 46,61 kg. En conclusión, la suplementación con la cebada en las crías de llamas (*Lama glama*) al destete, genero mejores ganancias en peso vivo.

**Palabras clave:** llamas. Cría. Crecimiento. Destete.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# Impacto de la suplementación en la dieta de cabras criollas de reposición

Mariana Marcela Varas<sup>1\*</sup>, Patricia Martínez<sup>1</sup>, Ana Josefina Arias Torres<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Chilecito (UNdeC), Chilecito, La Rioja, Argentina

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina

## Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación sobre la evolución del peso vivo (PV), la ganancia diaria de peso (GDP) y metabolitos sanguíneos en cabras criollas de reposición en primavera. El ensayo se llevó a cabo en el campo de un productor (29° 06'S, 67° 37'O), durante los meses de octubre a diciembre de 2016. Se utilizaron cabras criollas de reposición de 1 año de edad y 27,8 Kg de peso vivo, las cuales pastorean en campo abierto. Se formuló un balanceado comercial peletizado compuesto por Orujo de Uva (30%), Maíz (15%), Alfalfa (35%) y Expeller de Soja (20%). Se consideró dos lotes: T0 = Pastizal natural (PN) y T1 = PN + 0,5 % del peso vivo de Balanceado Comercial (BC). El periodo experimental duró 75 días, con 15 días de acostumbamiento y 60 de evaluación. El suplemento se entregó luego del pastoreo. El peso de las cabras se tomó quincenalmente por la mañana antes del pastoreo y las muestras de sangre se extrajeron al iniciar y finalizar el ensayo por venopunción yugular para determinar la concentración de metabolitos sanguíneos. Los resultados fueron analizados mediante ANOVA (test Tukey HSD para separar las medias, nivel de significancia  $p < 0.05$ ). Los promedios para PV y GDP no muestran diferencias significativas entre los tratamientos. Al finalizar el periodo de evaluación los animales suplementados (T1) muestran valores significativamente más altos de glucosa, colesterol y urea. Con respecto a NEFA, los valores más altos son los encontrados en el grupo T0 lo que concuerda con el déficit energético presentado por estos animales. Los valores de creatinina y de fosfatasa alcalina disminuyen con la suplementación en T1, indicando una mejor funcionalidad renal y hepática con el mayor aporte de nutrientes. La suplementación con balanceados con orujo de uva constituye una alternativa alimentaria para caprinos bajo sistemas extensivos de producción ya que impacta positivamente en los metabolitos sanguíneos.

**Palabras clave:** Producción extensiva. Metabolitos sanguíneos. Orujo de uva.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# In vitro gas production of garlic straw (*Allium savitum*) with plant extracts: Thyme (*Thymus vulgaris*) and Moringa (*Moringa oleifera* Lam.)

Manuel Gonzalez Ronquillo<sup>1\*</sup>, Alondra Cristel Narvaez Lopez<sup>2</sup>, Sergio Radic Schilling<sup>3</sup>, Lizbeth Esmeralda Robles Jimenez<sup>1</sup>, Alfonso Chay Canul<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autonoma del Estado de Mexico (UAEM), Toluca, Mexico

<sup>2</sup> Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Villahermosa, Mexico

<sup>3</sup> Universidad de Magallanes.(UMAG), Punta Arenas, Chile

## Abstract

This study was conducted to investigate the effects of increasing doses of plant extracts (Moringa and Thyme) - 0 (control), 6 (low), 12 (medium) and 18 (high)  $\mu\text{l/g}$  DM on in vitro gas production (GP) - and some ruminal fermentation parameters of garlic straw in goats. The GP was recorded at 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 60 and 72 h of incubation. After 72 h, the incubation was stopped and filtered to determine dry matter degradability (DMD), organic matter degradability (OMD), partitioning factor (PF72), gas yield (GY24), and microbial crude protein production (MCP). Data were analyzed as a factorial design  $2 \times 4$ , also quadratic and linear effects were determined. The increasing extract dose as well as their interaction (plant extract  $\times$  doses) tended ( $p > 0.08$ ) to increase GP. Gas production rate tended to increase ( $p = 0.06$ ) using Moringa. As a conclusion, the inclusion of thyme as an extract increases DMD, OMD, PF72 and MCP compared to Moringa plant extracts, without affecting gas production in goats' ruminal content.

**Keywords:** Gas production. Goats. Moringa. Thyme.

## Introduction

The use of antimicrobial drugs or growth promoters has been used as a strategy in animal feeding at industrial scale (Ronquillo and Hernandez, 2017). In addition, antibiotic residues in animal products, are harmful to consumers and becomes a problem in livestock production systems. The use of essential oils and / or plant extracts has been shown to improve ruminal fermentation, without affecting human consumption of animal byproducts. The objective of this study was to evaluate the kinetics of ruminal fermentation and in vitro degradability at ruminal level in goats, using Thyme and Moringa extracts.

## Material and methods

### Substrate and treatments

The residue (stem and dry leaves) of garlic plant (*Allium savitum*) was used as substrate with two

additive treatments, Thyme plant extract (*Thymus vulgaris*) and Moringa plant extract (*Moringa oleifera* lam.) with different inclusion levels ( $\mu\text{l/g DM}$ ): control (0 $\mu\text{l}$ ), low (6 $\mu\text{l}$ ), medium (12 $\mu\text{l}$ ) and high (18 $\mu\text{l}$ ). To determine the kinetics of ruminal fermentation, the in vitro gas production technique was used (Theodorou et al., 1994) in three incubation runs using three flasks per treatment and level. Rumen fluid was collected before the morning feeding from three ruminally-fistulated, non-lactating and non-gravid goats (LW 45  $\pm$  5 kg). The volume of gas was recorded at 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, and 72 hours of incubation using a Delta pressure transducer (Model 8804 HD).

This study was carried out according to the recommendations of the animal care and use committee of Universidad Autonoma del Estado de Mexico.

### In vitro gas production

The accumulated gas volume of each of the samples (n= 72) was adjusted to the model proposed by Krishnamoorthy et al. (1990) using the model:  $GP \text{ (ml gas/g DM)} = B (1 - e^{-Ct})$ , where GP = Gas production (ml gas/g DM initial); B = total gas

production (ml gas / g DM initial); C = degradation rate compared with the time (hours); t = time (h). The dry matter disappeared (DMD96h) and OM disappeared (OMD, mg/100 mg), gas production at 24h (GY24), partition factor (PF72h, ml of gas/g DMD) and the microbial crude protein production (MCP) were determined. For parameters of in vitro gas production and in vitro microbial fermentation, a 2 x 4 factorial design and its interaction (Steel et al., 1997) were used, and the linear and quadratic effects of each of the levels were analyzed. A value of  $p < 0.05$  was considered as a significant difference between treatments.

## Results

### In vitro fermentation

A linear effect ( $p < 0.05$ ) was observed for fraction B of the extracts (Table 1), and a trend was observed ( $p = 0.08$ ) per dose. No differences were observed for the rest of the fractions ( $p > 0.05$ ) (C, lag time), the addition of increasing doses of the plant extract ( $p < 0.05$ ) affected DMD, OMD, PF72 and MCP.

**Table 1** - In vitro gas production (ml gas/g DM initial) using garlic straw as substrate added with exogenous additives (Thyme and Moringa plant extracts) at different doses included in goat ruminal fluid (0, 6, 12, 18  $\mu\text{l}$  plant extract/g DM of substrate)

Gas parameters	Extracts		Doses					P value				
	Thyme	Moringa	0	6	12	18	SEM	Ext	Doses	ExtxDoses	L	Q
B	150.3	154.3	146.4	155.3	150.1	157.3	0.5584	0.2113	0.0870	0.0930	0.0232	0.6492
C	0.0575	0.0608	0.0583	0.0583	0.0600	0.0600	0.0130	0.0628	0.8014	0.5847	0.4897	0.6885
Lag time	1.9	1.9	1.9	1.8	2.09	1.9	0.1163	0.8480	0.4748	0.4706	0.7798	0.2214
<b>Ruminal fermentation</b>												
DMD	64.59 <sup>a</sup>	59.61 <sup>b</sup>	63.3	61.0	63.2	60.8	0.4482	0.0224	0.7046	0.4221	0.3856	0.6278
OMD	454.1 <sup>a</sup>	453.7 <sup>b</sup>	454.0	454.0	453.9	453.9	0.1092	0.0041	0.8893	0.0776	0.5540	0.8190
GY24h	4.2	4.2	4.1	4.3	4.1	4.2	0.1226	0.9114	0.7083	0.0407	0.5835	0.6186
PF96	235.5 <sup>b</sup>	265.3 <sup>a</sup>	235.6 <sup>a</sup>	259.3 <sup>c</sup>	241.5 <sup>b</sup>	265.3 <sup>c</sup>	0.8866	0.0014	0.0449	0.0867	0.0149	0.3608
MCP	579.1 <sup>a</sup>	527.1 <sup>b</sup>	567.7	541.3	565.4	537.9	1.4012	0.0157	0.5876	0.3804	0.2890	0.6001

Note: B = asymptotic gas production (ml gas/g DM); C = rate of gas production (h<sup>-1</sup>); Lag time = initial delay before gas production begins (h). DMD = dry matter degradability (mg/100 mg); OMD = Organic matter degradability (mg/100 mg); PF72 = partitioning factor at 72 h of incubation (ml gas/g DMD); GY24 = gas yield at 24 h (ml gas/g DM); MCP = microbial CP production (mg/g DM).

In the interaction doses x extracts, a tendency was observed ( $p < 0.08$ ) in OMD and PF96, and an effect was observed in GY24 ( $p < 0.05$ ). Similar to the present study Kholif et al. (2018) observed greater digestibility in the diet when integrating Moringa extract. In the particular case of essential oils derived from plants, they improve the metabolism of ruminants, positively influencing microbial activity, and the reported antioxidant activities of the oils may be useful for animal health when used as a non-covenantal oils or as additives for animal feeds (Abbassy et al., 2018).

## Conclusion

The inclusion of Thyme increases Dry matter degradability, Organic matter degradability and Microbial crude protein synthesis compared to Moringa plant extracts, without affecting gas production in ruminal goats' content. Increasing doses of plant extract (Thyme or Moringa) does not affect in vitro gas production parameters.

## References

Abbassy MMS, Salem MZM, Rashad NM, Afify SM, Salem AZM. Nutritive and biocidal properties of agroforestry trees of *Moringa oleifera* Lam., *Cassia fistula* L., and *Ceratonia siliqua* L. as non-conventional edible vegetable oils. *Agroforest Syst.* 2018;1-13.

Kholif AE, Gouda GA, Olafadehan OA, Abdo MM. Effects of replacement of *Moringa oleifera* for berseem clover in the diets of Nubian goats on feed utilization, and milk yield, composition and fatty acid profile. *Animal.* 2018;12(5):964-72.

Krishnamoorthy U, Soller H, Steingass H, Menke KH. A comparative study on rumen fermentation or energy supplements in vitro. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl).* 1991;65(1-5):28-35.

Ronquillo MG, Hernandez JCA. Antibiotic and synthetic growth promoters in animal diets: Review of impact and analytical methods. *Food Control.* 2017;72(b):255-67.

Steel RGD, Torrie JH, Dickey DA. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 3rd. New York: McGraw-Hill; 1997. 66 p.

Theodorou MK, Williams BA, Dhanoa MS, McAllan AB, France J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim Feed Sci Technol.* 1994;48(3-4):185-97.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# Influência da suplementação de taninos condensados na dieta sobre o consumo e conversão alimentar de cordeiros

Sthefany Kamile Santos<sup>1\*</sup>, Jesséa de Fátima França Biz<sup>1</sup>, Jordana Andrioli Salgado<sup>1</sup>, Renata Ernlund Freitas Macedo<sup>1,2</sup>, Rebecca Mayre Miranda Jesus<sup>1</sup>, Nathaniele Penso Gonçalves Viana<sup>2</sup>, Rafaella Riva Affolter<sup>2</sup>, Cristina Santos Sotomaior<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, Brasil

<sup>2</sup> Graduação em Medicina Veterinária, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, Brasil.

## Resumo

Taninos condensados (TC) são compostos polifenólicos provenientes do metabolismo secundário de plantas. Devido à capacidade de formação de complexos com macromoléculas, especialmente proteínas, os taninos vêm sendo estudados na produção de pequenos ruminantes, principalmente na nutrição e controle do parasitismo gastrointestinal. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da suplementação com diferentes níveis de TC [extrato comercial de Quebracho (*Schinopsis lorenzii*)] sobre o consumo de matéria seca (CMS) e conversão alimentar (CA) de cordeiros desmamados. Vinte e quatro cordeiros (Texel x Suffolk), com idade média de 108 dias e peso médio de 25,5 kg, foram divididos em quatro grupos homogêneos com seis repetições cada: CON - dieta basal (DB) sem suplementação de TC; T1% - DB + TC ao nível de 1% da MS; T3% - DB + TC ao nível de 3% da MS; e T6% - DB + TC ao nível de 6% da MS. O período experimental foi de 49 dias, sendo realizadas semanalmente as avaliações de peso, enquanto a avaliação de consumo foi realizada diariamente por meio da pesagem da quantidade de silagem e concentrado ofertados e das sobras desses alimentos. A média de todo o período foi analisada por ANOVA e pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Para o CMS, os grupos CON e T1% obtiveram os maiores valores (45,8 e 44,6 kg, respectivamente), diferindo dos grupos T3% (37,0 kg) e T6% (31,1 kg). Os animais do CON (10,3 kg) ganharam mais peso que os do grupo T1% (8,7 kg), T3% (6,2 kg) e T6% (3,3 kg), os quais também diferiram entre si. Apesar disso, os grupos CON, T1% e T3% não apresentaram diferença para a CA, sendo o CON (4,6 kg MS kg ganho<sup>-1</sup>) e T1% (5,6 kg MS kg ganho<sup>-1</sup>) mais eficientes que o grupo T6% (16,5 kg MS kg ganho<sup>-1</sup>), enquanto o grupo T3% (7,2 kg MS kg ganho<sup>-1</sup>) foi similar aos grupos CON, T1% e T6%. Os resultados indicam que níveis de inclusão de TC acima de 1% na MS afetam negativamente o consumo de matéria seca pelos cordeiros e, por conseguinte, o ganho de peso e a eficiência alimentar.

**Palavras-chave:** Desempenho. Ovinos. Quebracho. *Schinopsis lorenzii*.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

## Niveles de glucosa y nitrógeno ureico en sangre en ovinos de pelo en el Caribe seco Colombiano

Clara Rua-Bustamante\*, Juan Ricardo Zambrano-Ortiz, José Edwin Mojica-Rodríguez

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de Investigación Motilonia, Agustín Codazzi, Cesar, Colombia

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar la concentración de glucosa y nitrógeno ureico en sangre - NUS en ovinos de pelo. Se tomaron muestras de sangre de hembras lactantes (200) y corderos en levante (122 machos y 82 hembras) en 12 granjas del departamento del Cesar, Colombia. La glucosa se determinó en campo mediante glucómetro y el nitrógeno ureico en sangre (NUS) se obtuvo usando kit comercial. En los corderos se registró el peso vivo (PV), la condición corporal (CC) y edad. En las hembras lactantes, los días en leche, número de crías y peso de las crías. Se realizó análisis descriptivo en software SAS 9.3. Las ovejas se encontraron entre 0 y 157 días en leche, 86% de con partos simples y 14% con partos dobles, el PV promedio fue de  $34 \pm 6,7$  kg y CC entre 1 y 2 (89,5%), los niveles de glucosa encontrados fueron entre 23 y 134 mg/dL, con una media de 59,1 mg/dL y el valor medio de NUS fue de  $37,3 \pm 12,07$  mg/dL. Las corderas presentaron un PV medio de 21 kg, una CC media de 1,9, los niveles de glucosa y NUS promedio fueron 65,8 mg/dL y 34,3 mg/dL respectivamente. Los corderos tuvieron un PV de 21,6 kg, CC de 2, glucosa de 67 mg/dl y NUS de 33,4 mg/dL. El 55% de los animales tuvieron como fuente de alimento principal la pastura de *Bothriochloa pertusa* con una PB en promedio de 7,5% y 48,8% de TDN, seguido de *Megathyrsus maximus* cv. *Tanzania*, *Cynodon nlemfuensis* y *Andropogon gayanus*. Se encontró un rango muy amplio en los valores de glucosa en hembras lactantes, sin embargo los valores promedio para ambos grupos, estuvieron dentro del rango para la especie, al igual que los valores medios de NUS.

**Palabras clave:** Metabolismo energético. Metabolismo proteico. Nutrición animal.



NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

## Parámetros de degradación *in situ* en llamas del pastizal Chilliar a diferentes edades en época de lluvias en Tiahuanacu, Bolivia

Flavio Eudaldo Merlo Maydana<sup>1</sup>, Juan Carlos Ku Vera<sup>2</sup>, Rene Condori Quispe<sup>1</sup>, Luis Pérez Lugo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Estudios y Formación de Posgrado e Investigación, Universidad Pública de El Alto (UPEA), La Paz, Bolivia

<sup>2</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), Mérida, México

<sup>3</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Chapingo (UACH), Texcoco, México

### Resumen

El objetivo fue evaluar los parámetros de degradación en el primer compartimento (C1) de llamas de la materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN) y la fibra detergente ácida (FDA) del forraje *E. dolichophylla* cosechado a 3, 6, 9, 12 y 15 semanas de crecimiento durante la época de lluvias. Los parámetros de degradación *in situ* fueron descritas por la ecuación  $D = a + b(1 - \exp^{-ct})$ . Se uso un diseño bloques completamente al azar. Los parámetros de degradación de MS (c, a, b, a+b) no fueron difidentes ( $p < 0,05$ ) entre edades y bloques, la tasa (c)  $3,1 \% h^{-1}$ , intercepto de la curva (a) 23,4 %, y el potencial de degradación (a + b) 91,4 %. Sin embargo, la degradación efectiva de MS (estimada con una tasa de flujo de  $k=2 \% h^{-1}$ ) fue afectado ( $p < 0,05$ ) por la edad, que disminuyó de 69,2 y 58,9 % de 3 a 15 semanas de crecimiento, respectivamente. Las tasas de degradación de PC,  $6,7 \% h^{-1}$ , FDN,  $3,9 \% h^{-1}$  y la FDA,  $3,6 \% h^{-1}$ , no fueron afectados ( $p > 0,05$ ) por la edad de crecimiento. Sin embargo, la degradación potencial y la efectiva ( $k = 2 \% h^{-1}$ ) fue influida por la edad de crecimiento, variando de 97,7 a 90,1 %, 86,0 a 80,8 %, y de 72,4 a 71,9 % de 3 a 15 semanas de crecimiento. La degradación efectiva de la PC, FDN y FDA fue afectada ( $p < 0,05$ ) por la edad de crecimiento, disminuyendo de 88,6 a 63 %, 63,5 a 57,1 %, y de 51,7 a 40,3 % de 3 a 15 semanas de crecimiento. Se concluye que la degradación acelerada de la proteína a tempranas horas, y baja degradación de paredes celulares provoca un desbalance en la disponibilidad de proteína y ausencia de energía.

**Palabras clave:** Chilliar. Estacionalidad. Madurez. Cinética de degradación. Calidad de pasto nativo.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# Perfil hematológico de corderos en etapa de engorda suplementados con henilaje de nopal y tuna

Alfonso Soto Sánchez\*, Alexis Aguilar Monroy, Juan Manuel González Alvarado, Jorge Luis Yáñez Hernández, Joel Flores Bonilla

Licenciatura de medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala, México

## Resumen

En México la producción de tuna y nopal para plato son cultivados y consumidos por un amplio sector de la población, esta planta se adapta muy bien a condiciones climáticas extremas, sirve de cobertura vegetal para disminuir la erosión de los suelos, se puede utilizar como forraje y su costo de mantenimiento o producción es bajo (Urrutia-Morales et al., 2008). La tuna, su cáscara y los nopales que no son comercializables, se pueden utilizar en la alimentación animal. En esta investigación se estudia el perfil hematológico de corderos alimentados con dietas integrales basadas en la comparación de dos concentrados y henilajes de nopal y tuna (NT) adicionados con subproductos para compensar la deficiencia de proteína que el nopal y la tuna presentan. Los henilajes fueron aplicados manejando una relación forraje: concentrado (F:C) de 75:25 en base fresca. Se utilizaron 10 corderos de pelo (Dorper x Pelibuey; 21,4 ± 1,5 kg de peso vivo) para evaluar 5 tratamientos dietéticos durante 5 periodos consecutivos utilizando un diseño en cuadro latino 5 × 5 duplicado. Se realizaron análisis de biometría hemática y bioquímica sanguínea. Los corderos alimentados con henilajes tendieron a presentar mayor proporción de linfocitos y menor

proporción de neutrófilos. En cuanto a la bioquímica sanguínea, los efectos de las dietas fueron más evidentes en el caso de colesterol y urea, pero no se presentaron cambios en triglicéridos, proteínas totales y creatinina. Los corderos que consumieron henilajes presentaron menor concentración sérica de colesterol que los corderos que consumieron forrajes secos. La adición de 2% de urea al henilaje provee suficiente Nitrógeno para corregir la deficiencia de proteína cruda del nopal y tuna. El consumo de henilajes de nopal y tuna es seguro y factible para corderos en etapa de engorda porque no altera la biometría hemática, no provoca anemia ni altera el estatus inmunológico.

**Keywords:** Cordero. Forraje seco. Henilaje. Nopal. Perfil hematológico.

## Introducción

Un problema que enfrentan los ganaderos es la escasez de forraje, lo que causa un pobre comportamiento productivo (pérdida de peso, baja

fertilidad, bajo peso en los corderos); además, de problemas de orden económico y complicaciones sanitarias. El uso de especies vegetales nativas de regiones áridas y semiáridas ha constituido una alternativa para la alimentación de las especies animales (Flores-Valdez, 2004). El nopal (*Opuntia* spp.) cultivo versátil e importante para los procesos de reconversión productiva y diversificación del campo; además, es una planta muy atractiva como alimento para el ganado (Flores, 2001). De acuerdo con Gutiérrez (2007). Sin embargo, debe ser combinado con otros alimentos ya que, aunque es rico en carbohidratos y calcio (Pichardo-Álvarez, 2012), tiene bajos contenidos de proteína. Particularmente en el sector dedicado a la engorda de corderos, el alto precio de los cereales ha obligado a buscar recursos diferentes a los granos (Huerta-Bravo, 2008). Los ovino-cultores del Municipio de San Bernardino Contla en el Estado de Tlaxcala cultivan la tuna y nopales para plato, y solicitan información para aplicar sus sobrantes en la alimentación de su ganado. Es necesario conocer su efecto en la dieta a través de la evaluación de biometría hemática Si bien no se cuenta con suficiente información se considera la vida media de las células sanguíneas de entre tres a siete días (Duckes y Swenson, 1983) y bioquímica sanguínea en el potencial aporte de los residuos de *Opuntia*, tratados mediante una fermentación anaeróbica, ya que pueden contribuir a mejorar la producción de carne y desarrollo del sector pecuario en las regiones secas de México y del estado de Tlaxcala.

## Material y métodos

Se siguieron las normas oficiales mexicanas sobre el uso, cuidado humanitario y transportación de los animales domésticos (NOM-051-ZOO-1995). El ensayo se realizó en la unidad experimental del Centro Demostrativo Ovino de la Facultad de Agrobiología de la Universidad Autónoma de Tlaxcala ubicado en Huamantla, Tlaxcala, México (19,31° latitud norte y 97,92° longitud oeste, a 2426 msnm).

Se obtuvieron muestras de tejido hemático por punción en la vena yugular de los corderos alimentados con dietas integrales (CGSM y CCDO) y HNT + (U) y SG. El T1 contenía 34% de nopal, 34%

de tuna, 30% rastrojo de maíz (RM) y 2% de urea (HNT+U); el T2 misma proporción de HNT y 10% SG; al T3 misma proporción de HNT y 10% GM. Los henilajes fueron aplicados a tres dietas integrales manejando una relación forraje: concentrado (F:C) de 75:25 en base fresca agregando CGSM o CCDO., se fabricaron dos dietas extras con forrajes secos manteniendo la misma relación F:C; T4 dieta con HA y el mismo concentrado utilizando con los henilajes (HA+CGSM); T5 dieta que incluyó RM y concentrado (RM+CCDO). Se utilizaron 10 corderos de pelo (Dorper x Pelibuey; 21,4 ± 1,5 kg de peso vivo; 78 ± 9 d de edad) para evaluar los cinco tratamientos dietéticos durante cinco periodos consecutivos utilizando un diseño en cuadro latino 5 × 5 duplicado. Cada periodo tuvo una duración de nueve días de adaptación y dos de colecta sanguínea de los animales en ayuno.

Los efectos del henilaje, los forrajes secos, el tipo de concentrado y la adición de proteína vegetal se analizaron mediante contrastes ortogonales. Los contrastes estudiados fueron: C1 - Henilaje vs. Forraje seco; C2 - CGSM vs. CCDO; C3 - Henilaje sin proteína vegetal vs. Henilaje con proteína vegetal; C4 - Adición de SG vs. GM.

## Resultados

Se detectaron tres efectos particulares de las dietas sobre leucocitos, linfocitos y neutrófilos. Los corderos alimentados con henilajes tendieron a presentar mayor proporción de linfocitos (63,6 vs. 59,0%;  $p = 0,086$ ) y menor proporción de neutrófilos (31,2 vs. 36,1%;  $p = 0,051$ ) comparados con los que consumieron forrajes secos (C1). Por otro lado, la inclusión de CGSM al henilaje, tendió a reducir el conteo total de leucocitos en comparación con la inclusión de GM [7930 vs. 9440 leucocitos/mm<sup>3</sup>; (C4),  $p = 0,103$ ]. En la bioquímica sanguínea, los efectos de las dietas fueron más evidentes sobre el colesterol y urea, pero no se presentaron cambios en triglicéridos, proteínas totales y creatinina. Se detectó que los corderos que consumieron henilajes presentaron menor concentración sérica de colesterol (53,4 vs 60,2 mg/dL;  $p < 0,05$ ) y mayor de urea (30,1 vs. 22,8 mg/dL;  $p < 0,01$ ) que los corderos que consumieron forrajes secos (C1); además, el HNT+GM redujo aún

más la concentración de colesterol en comparación con HNT+SG [48,3 vs. 57,2; mg/dL; (C4),  $p < 0,05$ ] La inclusión de proteína verdadera (GM) al henilaje tendió a incrementar la concentración de creatinina al compararla con la inclusión exclusiva de urea [1,35 vs 1,10 mg/dL; (C3)  $p = 0,095$ ].

## Discusión

Aunque la concentración sérica de proteínas totales no fue afectada por las dietas, todos los promedios fueron bajos y fuera de rango normal, sugiere baja ingesta de proteína dietética. Se registra efecto hipocolesterolémico del consumo de HNT, el cual puede estar asociado a fitosteroles presentes en la semilla de tuna. La adición de 2% de U al henilaje provee suficiente NNP para corregir la deficiencia de proteína cruda del nopal y tuna, pero el bajo suministro de carbohidratos fermentable con dietas integrales basadas en una relación F:C 75:25, no es adecuado para eficientizar la utilización del nitrógeno en rumen y el exceso de amonio repercute en alta concentración de urea en sangre.

## Conclusión

El consumo de henilajes de nopal y tuna no afecta negativamente la biometría hemática de los animales en etapa de engorda, tampoco induce signos de anemia, ni cambios en el perfil hematológico en corderos en etapa de engorda. Se recomienda incrementar la proporción de concentrado en la dieta al usar HNT; además, consideramos conveniente, en trabajo futuro, aprovechar la capacidad hipocolesterolémica de los subproductos de nopal y tuna encontrados en nuestros resultados.

## References

Duckes HH, Swenson MJ. Fisiología de los animales domésticos. Madrid: Ed. Aguilar; 1983.

Flores VCA. El uso del nopal como forraje en el mundo. En: Flores VC A. Memorias del curso-taller El nopal forrajero, una alternativa alimentaria para el ganado. Guadalupe, NL; 2001.

Flores-Valdez CA. Los nopales y la lucha contra la desertificación. In: Esparza-Frausto G, Valdez-Cepeda RD, Méndez-Gallegos SJ (Eds.). El nopal: tópicos de actualidad. Chapingo: Universidad Autónoma de Chapingo; 2004. p.167-82.

Gutiérrez OE. Manejo de dietas a base de nopal. In: Aréchiga F et al. (Eds.). El Nopal en la producción animal. Zacatecas: Ed. Universidad Autónoma de Zacatecas; 2007. p. 95-115.

Huerta-Bravo, M. 2008. Uso de subproductos fibrosos en la alimentación de rumiantes. In: González-Alvarado JM (Ed.). Mem. Simposium Nacional sobre Nutrición y Alimentación Animal CAPPS. Tlaxcala: Universidad Autónoma de Tlaxcala; 2008. p.51-64.

Pichardo-Álvarez LO. Suplementación de ensilado de nopal (*Opuntia* spp.) con urea y melaza para tres razas de cabras (*Capra hircus*) [tesis profesional]. Saltillo: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; 2012.

Urrutia-Morales J, Aranda-Osorio G, Luna-Vázquez J. Uso del nopal en la alimentación de rumiantes. Tríptico para productores No.33. INAFAP; 2008.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

## Peso al nacimiento de cabritos de cabras suplementadas con colina herbal en la gestación tardía

Ana Laura Morales-Lopez<sup>1</sup>, Germán David Mendoza-Martínez<sup>1</sup>, Javier Gutiérrez-Molotla<sup>2</sup>, Augusto César Lizarazo-Chaparro<sup>2</sup>, José Antonio Martínez-García<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Doctorado en Ciencias Agropecuarias, Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana UAM), Coyoacán, México

<sup>2</sup> Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Tlalpan, México

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue Evaluar el efecto de la suplementación de colina herbal durante el parto sobre el peso al nacimiento de cabritos y el peso corporal al parto de cabras lecheras. Dieciocho cabras Alpino Francés se asignaron a uno de los tratamientos que consistieron en una dieta base (alfalfa, avena, ensilado y concentrado comercial) más la adición de colina herbal (0, 4 y 8 g/día). La colina se ofreció peletizada vía oral, desde el día 130 de gestación al día 90 de lactación. Se registró el peso corporal (PC), el peso al nacimiento (PN) y el consumo de materia seca (CMS). Se analizó por ANOVA y una comparación de medias por Tukey. El suplemento no mostró efecto sobre el PC de las cabras a los tres días preparto (0 = 70,7; 4 = 70,1; 8 = 73,9 kg) o al quinto día posparto (0 = 58,2; 4 = 56,0; 8 = 61,0 kg,  $p > 0,10$ ), tampoco afectó el PN de las crías (0 = 3,7; 4 = 3,3; 8 = 3,8 kg,  $p > 0,10$ ) o el CMS (0 = 1,7; 4 = 1,7; 8 = 2,0 kg/d). No existió correlación entre las variables. El déficit nutricional causa pérdidas de peso en la madre y crías con bajo PN. La suplementación con cloruro de colina (RPC) en cabras lecheras no ha mostrado efecto sobre el PC en el periparto, pero ha aumentado el CMS, aunque esta respuesta se ha asociado con un mayor requerimiento nutricional para una mayor producción, además, aumentó el PN de las crías, esto se atribuye a la utilización de dosis más altas ( $> 10$  g/d) y a un periodo de suplementación prolongado. El RPC aporta colina libre, mientras que la colina herbal aporta fosfatidilcolina, la cual moviliza lípidos y contribuye a un mejor aprovechamiento de los nutrientes ingeridos evitando la pérdida de peso sin el incremento en el CMS. Se concluye que la colina herbal no afectó el CMS, peso al parto, y peso de cabritos al nacimiento.

**Palabras clave:** Cabras lecheras. Colina herbal. Cambios de peso. Peso al nacimiento.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

## Physiological and productive parameters of Katahdin lambs fed with total mixed rations and raised under heat stress

José Suarez, Abner A Rodriguez\*, John Fernandez

Department of Animal Science, Universidad de Puerto Rico (UPR), Mayagüez, Puerto Rico

### Abstract

In tropical regions, sheep are exposed to temperature and humidity index (THI) higher than 72. Sheep are mostly raised on extensive grazing systems using crossbred animals and low-quality pastures. To enhance lamb production, it's important to characterize the performance of purebreds and other feeding systems under heat stress conditions. The physiological (rectal temperature = RT, respiratory rate = RR, heart rate = HR), and productive parameters (dry matter intake = DMI, water consumption = WC, weight gain = WG, and feed conversion = FC) of 6 months Katahdin lambs fed with total mixed rations under heat stress were determined. THI was calculated during the 28 days of the trial and the RT, RR and HR of 6 lambs ( $\bar{x} = 22.16 \text{ kg} \pm 2.92$ ) were determined weekly and compared to normal values. Lambs were fed a diet composed of 30% grass hay, 15.4% soybean meal and 54.6% corn grain containing 13% crude protein and 66% total digestible nutrients. Diet was formulated for a daily gain of 200g and offered at 4% of lamb BW/DMB. A completely randomized design over time was utilized to analyze the data. THI variation was between 78 and 80. The averages of HR and RT were within accepted values for thermal comfort, 108.7 beats/min and 103 °F, respectively. The average RR (62.6 breaths/min) was higher than the value considered acceptable for thermal comfort. Katahdin lambs had a DMI of 935.4g (3.14% BW/DMB), a WC of 3.5 L, a WG of 226.2 g/d, and a FC of 4.74. In conclusion, it is possible to obtain optimal WG and CA in purebred lambs fed under heat stress with diets formulated to meet their nutritional requirements.

**Keywords:** Heat stress. Katahdin. Total mixed rations.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# Physiological parameters, weight gain, and carcass yield of crossbred lambs grazing naturalized pastures under heat stress

José Suarez, Jonathan Collazo, Abner A Rodriguez, John Fernandez

Department of Animal Science, Universidad de Puerto Rico (UPR), Mayagüez, Puerto Rico

## Abstract

Sheep production in tropical areas is mostly conducted under heat stress (temperature humidity index, THI > 72) using crossbred lambs in extensive grazing conditions of naturalized pastures (NP). To improve lamb performance, it is necessary to develop a baseline and document the physiological parameters of animals associated with heat stress and quantify its performance and carcass yield. The physiological parameters (rectal temperature = RT, respiratory rate = RR, heart rate = HR), weight gain, and carcass yield of 10 lambs (X = 19.4kg) were determined when fed during 10 weeks in a rotational grazing system with an occupation period of 7d and a rest period of 21d. The NP *Paspalum virgatum*, *Rhynchospora ciliata*, and *Paspalum millegrana* predominated in the paddocks. Lambs had daily access to the grazing area for a minimum of 6hr, grass hay and water ad libitum, a daily supplement of 100g containing 12% CP and 56% TDN, and a mineral block. THI was monitored daily during the trial. RT, RR, HR and weight of each lamb was recorded weekly and the daily gain calculated (g/d). Six of the lambs were slaughtered at 27.5kg. The THI ranged between 78 and 80. The averages of HR and RT were within accepted thermal comfort values, 117 beats/min and 39.2°C, respectively. The average RR (53 breaths/min) was greater than normal values for thermal comfort. Lambs fed under these conditions had a low body weight gain (56.3g/d) and a low hot (35.1%) and cold carcass (31.9%) yield. Grazing systems using NP in areas where crossbred lambs are exposed to heat stress do not result in gain and carcass yield that could be considered economically viable.

**Keywords:** Heat stress. Lambs. Grazing.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

## Predicción del peso vivo en llamas (*Lama glama*) Bolivianas usando el perímetro torácico

Guadalupe Garcia-Garcia<sup>1</sup>, Flavio E. Merlo Maydana<sup>2</sup>, Jorge Canul Solis<sup>3</sup>, Ángel Piñeiro Vázquez<sup>4</sup>, Ricardo A. García Herrera<sup>1</sup>, Alfonso Chay Canul<sup>1\*</sup>, Fernando Casanova-Lugo<sup>5</sup>, Juan Carlos Ángeles Hernández<sup>6</sup>

<sup>1</sup> División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Villahermosa, México

<sup>2</sup> Centro de Estudios y Formación de Post Grado e Investigación, Universidad Pública de El Alto (UPEA), Cochabamba, Bolivia

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Tizimin, Tizimin, México

<sup>4</sup> Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Conkal, Conkal, Mexico

<sup>5</sup> Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Othón P. Blanco, México

<sup>6</sup> Consultor privado

### Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la relación entre el peso vivo (PV) y el perímetro torácico (PT) en llamas (*Lama glama*) mantenidas en condiciones del altiplano Boliviano (5129 msnm). El estudio se realizó con los registros del PT y el PV de 515 animales (202 machos y 313 hembras), divididos de acuerdo a la edad en juveniles  $\leq 3$  años ( $n = 404$ ) y adultos  $>$  de 3 años ( $n = 107$ ). Para la medición se utilizó una cinta de fibra de vidrio flexible y las mediciones se expresaron en cm. Los animales pesados en una báscula digital portátil con 500 kg y precisión de 0,1 kg. Se evaluó el efecto de sexo, edad y su interacción a través de un modelo de efectos fijos por medio del PROCGLM del SAS. Las relaciones entre el PV y el PT fueron estimados por medio de modelos regresión. Se analizaron el modelo lineal, cuadrático y potencial utilizando los PROC REG, PROC GLM y el PROC NLIN del SAS respectivamente. El mejor modelo fue elegido teniendo como criterio menor cuadrado medio del error (CME). El coeficiente de correlación ( $r$ ) entre las variables se determinó por medio del PROC CORR del SAS. El PV varió de 21,70 a 121,90 kg, mientras que PT varió de 59 a 129 cm. La interacción sexo x edad no fue significativa, el sexo no tuvo efecto sobre el PV y PT ( $p > 0,05$ ), mientras que la edad si tuvo efecto ( $p < 0,05$ ). El  $r$  entre el PV y PT fue de 0,97 ( $p < 0,001$ ). Las ecuaciones de regresión tuvieron un CME que varió de 33,39 a 38,91 con desviaciones estándares residuales (DES) de 6,03 a 6,26. A pesar de que el uso de todos los modelos tuvieron una DES similar, el modelo lineal es más sencillo de utilizar. El PT permite predecir con precisión el PV de llamas mantenidas en condiciones del altiplano Boliviano, el error de predicción correspondió aproximadamente al 10% del PV promedio.

**Palabras clave:** Peso vivo. Mediciones corporales. Llamas.



NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

## Productividad del pastizal nativo chilliwar *Festuca dolichophylla* en Tiahuanaco, Bolivia

Flavio Merlo Maydana<sup>1\*</sup>, Juan Carlos Ku Vera<sup>2</sup>, Rene Condori Quispe<sup>1</sup>, Luis Pérez Lugo<sup>3</sup>, Aldo Albarracin Villa<sup>1</sup>, Alfonso Chay Canul<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Área de Ciencia Agrícolas, Pecuarias y Recursos Naturales, Universidad Pública de El Alto (UPEA), El Alto, Bolivia

<sup>2</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), Mérida, México

<sup>3</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Chapingo (UACH), Texcoco, México

<sup>4</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Teapa, México

### Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el, rendimiento, y calidad (composición química) del pastizal chilliwar *Festuca dolichophylla* a cinco edades (3, 6, 9, 12, 15 semanas) y dos épocas (lluvias y secas). Se utilizó un diseño de parcelas divididas en completamente al azar en pastizal de *F. dolichophylla* perenne de años, donde la parcela principal fue la época y la sub-parcela la edad. Se encontró que, el rendimiento de materia seca fueron diferentes entre épocas, y edad ( $p < 0,05$ ). En la medida que la edad avanzo el incremento el rendimiento de materia seca, siendo el mayor rendimiento en ambas épocas a la edad de 15 semanas de crecimiento del pasto, en la época de lluvias con 3,89 t MS ha<sup>-1</sup> y 1,09 t MS ha<sup>-1</sup> en época seca respectivamente. Conforme avanzó la edad del pastizal chilliwar *F. dolichophylla*, el contenido de PC se redujo un 71,2 y 41,3% en época de lluvias y secas y el contenido de fibra detergente neutra, fibra detergente acida y lignina se incrementó en ambas épocas. No obstante, en ambas épocas, la PC disminuyo por debajo del 7% en las edades de 12 y 15 semanas de crecimiento, aunque en comparación con la época de lluvias en la cual la PC fue 7% a la edad de 12 semanas. Se concluye que conforme avanza la edad de crecimiento del pastizal nativo de *F. dolichophylla* el rendimiento de forraje se incrementa mientras que su calidad se reduce en las dos épocas evaluadas.

**Palabras clave:** Chilliwar. Edad. Calidad de pasto nativo.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

## Relación entre el índice de masa corporal y la condición corporal en ovejas Pelibuey

Eufracia del R Salazar-Cuytun<sup>1,2</sup>, Luis A Sarmiento-Franco<sup>1</sup>, Armando J Aguilar-Caballero<sup>1</sup>, Martin Ptáček<sup>3</sup>, Alfonso J Chay-Canul<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), Mérida, México

<sup>2</sup> División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Tabasco, México

<sup>3</sup> Department of Animal Husbandry, Faculty of Agrobiology, Food and Natural Resources, Czech University of Life Sciences Prague (CULS), Praga, República Checa

### Resumen

Estudios recientes han reportado que existe una buena relación entre el índice de masa corporal (IMC) las reservas corporales de energía en ovejas y, por lo tanto, podría usarse como un predictor de estas reservas. Sin embargo, no conoce cómo el IMC y la condición corporal (CC) de los animales se interrelacionan entre sí, ya que solo hay información limitada. Por lo tanto, los objetivos de este estudio fueron determinar la relación entre el IMC y la puntuación de la CC en las ovejas Pelibuey y desarrollar ecuaciones para predecir el IMC de acuerdo a la CC del animal. El peso corporal (PV), la altura de la cruz, (AC), la longitud del cuerpo (LC) y la CC se determinaron en 402 ovejas no gestantes y no lactantes. El IMC se calculó como:  $IMC = [PV (kg) / AC (m) / LC (m)] / 10$ . Las correlaciones de Pearson entre variables se evaluaron mediante el PROC CORR del SAS. Las relaciones se estimaron mediante modelos de regresión utilizando PROC REG del SAS. El IMC y la CC presentaron un coeficiente de correlación ( $r$ ) de 0,80 ( $p < 0,001$ ). La ecuación de regresión entre IMC y CC fue:  $IMC (kg/m^2) = 8,38 (\pm 0,189 ***) + 1.70 (\pm 0,064 ***) \times CC$  ( $r^2 = 0,65$ , CME: 2,56; RCME: 1,60;  $P < .0001$  y  $n = 402$ ). Hubo una alta relación entre IMC y la CC. El IMC podría usarse como un indicador del grado de obesidad en ovejas Pelibuey no gestantes y no lactantes bajo condiciones de campo.

**Palabras clave:** Índice de masa corporal. Medidas corporales. Grasa corporal. Reservas de energía.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

## Rendimiento de la canal de ovinos criollos de pelo colombiano, bajo dos sistemas de manejo alimenticio

Lorena Inés Mestra-Vargas\*, Martha Santana-Rodriguez, Diego Andres Medina-Herrera

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Cereté, Colombia

### Resumen

La demanda creciente por el consumo de carne, obliga a los actores de la cadena productiva de ovinos a implementar mejoras en el manejo alimenticio para optimizar la calidad de la canal. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la suplementación energético-proteica sobre la ganancia de peso y rendimiento de la canal de ovinos criollos. Dieciséis ovinos no castrados de 5 meses y  $16,5 \pm 2,5$  Kg de peso, fueron distribuidos durante la fase de levante-ceba en dos tratamientos: Control; pastoreo y Suplementados: pastoreo y suplementación energético-proteica al 3% del peso vivo. Se evaluó el peso final y medidas morfométricas sobre la canal: longitud (LC), rendimiento centesimal en caliente (RCC%):  $PCC/PVC \times 100$ , rendimiento centesimal en frío (RCF%):  $PCF/PVS \times 100$ . Los datos se analizaron mediante ANOVA y LSD de Fisher para comparación de medias. El peso final de animales Suplementados correspondió a:  $35,9 \pm 3,26$  kg; control:  $29,01 \pm 4,02$  kg. Hubo diferencias ( $p \leq 0,05$ ) entre los tratamientos para LC (cm) ( $p = 0,0017$ ), RCC (%) ( $P = 0,0027$ ) y RCF (%) ( $p = 0,0020$ ). En animales suplementados, correspondió a: 68,75 cm de LC, 40,7%, RCC y 40,17% de RCF. Para el control: 63,13 cm de LC, 38,31% RCC y 37,30% de RCF. Las mayores ganancias de peso correspondieron a los animales suplementados con 23,8% más del peso vivo comparado con el control, lo cual se atribuye a la mayor eficiencia de utilización de energía metabolizable para la ganancia de peso. Los mayores RCC% y RCF% de animales suplementados se relacionan al mayor peso al sacrificio, respecto al control ya que estos presentaron mayores ganancias de peso, que produjo efectos sobre los rendimientos en canal. La suplementación energético-proteica durante la fase de levante-ceba de ovinos criollos promovió un mejor comportamiento productivo y rendimiento de la canal.

**Palabras clave:** Medidas morfométricas. Nutrición. Pequeños rumiantes. Producción animal.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# Rendimiento productivo y evaluación de canales de corderos en engorda alimentados con dietas con distintos niveles de inclusión de subproducto de galleta

Jesús Luis Enríquez-Palos, José Luis Bórquez-Gastelum, Ignacio Arturo Domínguez-Vara, Felix Salazar-García, Daniel Trujillo-Gutiérrez\*

Especialidad en Producción Ovina, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Toluca, México

## Resumen

La producción animal demanda el uso de dietas con mayor contenido energético, que permitan una mayor producción de carne, específicamente en animales en etapa de finalización. Sin embargo, las fuentes de energía encarecen la producción y determinan el rendimiento en el crecimiento y la composición de la canal. El objetivo fue evaluar el efecto de cuatro niveles de inclusión de subproducto de galleta (0, 70, 140 y 210 g kg<sup>-1</sup> MS) en la dieta sobre la respuesta productiva y características de la canal de ovinos en engorda. Se utilizaron 32 corderos RambouilletxDorper machos enteros (27,8 ± 0,5 kg de peso vivo) aleatorizados en un diseño completamente al azar. La inclusión de subproducto de galleta en la dieta no afectó ( $p > 0,05$ ) el rendimiento productivo y las características de la canal entre tratamientos. No obstante, se observó efecto cuadrático de polinomio ( $p < 0,05$ ) para el nivel de inclusión de 70 g kg<sup>-1</sup> MS en CMS, CA y costo por kg de incremento de peso, a medida que aumentó la cantidad de galleta en la dieta. Se concluye que la utilización de subproducto de galleta,

suple la energía y nutrientes necesarios para una adecuada eficiencia del crecimiento y rendimiento de la producción de carne de ovinos en finalización.

**Palabras clave:** Subproducto de galleta. Características de la canal. Ovinos.

## Introducción

La alimentación intensiva de corderos en corral es costosa, y demanda que los productores busquen alternativas baratas de insumos. El subproducto de galleta aporta 112 g PC kg<sup>-1</sup> MS, y 3,3 Mcal kg MS en forma de almidón (33.9 %), azúcares (13,2 %) y lípidos (11 %) (NRC, 2007), además, su composición, calidad y precio es constante. La inclusión de subproducto panadería en dietas para corderos en niveles de 25 y 50 % no afecta

ganancia de peso, peso vivo final y calificación de las canales (Hetherington y Krebs, 2002). Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la inclusión de niveles crecientes de subproducto de galleta en la dieta de corderos en finalización sobre el rendimiento productivo y las características de la canal.

## Material y métodos

Esta investigación se realizó en Santa Juana 2<sup>o</sup> Sección, Almoloya de Juárez, México. Se utilizaron 32 corderos machos enteros RambouilletxDorper (27,8 ± 0,5 kg PV) alojados en corraletas individuales bajo techo con comedero y bebedero. Las dietas (Tabla 1) fueron isonitrogenadas (144,5 g kg<sup>-1</sup> MS de PC) e isoenergéticas (1,17 Mcal ENg kg<sup>-1</sup> de MS) para corderos en finalización (NRC, 2007).

**Tabla 1** - Composición de dietas para corderos con distintos niveles de galleta

Ingredientes	Tratamientos (g kg <sup>-1</sup> MS)			
	0	70	140	210
Heno de avena	23,61	23,56	23,52	23,47
Maíz grano molido	34,63	28,41	20,58	13,46
Triticale molido	28,42	27,55	28,39	28,38
Pasta de Soya	6,03	6,21	6,27	6,39
Salvado de trigo	2,98	2,97	2,97	2,96
Subproducto de galleta	0,00	7,00	14,00	21,00
Bicarbonato de sodio	1,67	1,67	1,67	1,67
Carbonato de calcio	1,32	1,30	1,28	1,26
Levadura de cerveza	0,21	0,21	0,21	0,21
Premezcla de vitaminas y minerales	1,11	1,11	1,11	1,11

Los animales estuvieron 10 días en adaptación al alimento y manejo; además fueron desparasitados (Closantel, 10 mg kg<sup>-1</sup> PV), inmunizados (Exgon 10<sup>®</sup>) y vitaminados (Vigantol<sup>®</sup> ADE fuerte, 1 mL animal<sup>-1</sup>). El alimento se dio a las 800 y 1500, con agua a libre acceso durante 60 d. El consumo de materia seca (CMS) fue medido diario, y la ganancia de peso cada 15 d. Al finalizar del período de ceba los animales

se ayunaron 24 h previo al sacrificio. Posterior al sacrificio, se evaluaron rendimiento productivo, morfometría de la canal, grado de engrasamiento y engrasamiento renal (European Community, 2008). Los datos con medidas repetidas fueron analizados con PROC MIXED, el resto de variables fueron analizadas con PROC GLM. La comparación de medias se realizó con Tukey con  $p < 0,05$  (SAS, 2004).

## Resultados y discusión

La inclusión en la dieta de subproducto de galleta no afectó ( $p > 0,05$ ) el crecimiento y rendimiento de los corderos (Tabla 2). No obstante, hubo efecto cuadrático de polinomio para el nivel de inclusión 70 g kg<sup>-1</sup> MS, lo que representa efecto positivo en la disminución de CMS (1171 g d<sup>-1</sup>), CA y costo por kg de incremento de peso.

**Tabla 2** - Rendimiento productivo de ovinos alimentados con niveles crecientes de subproducto de galleta en la dieta

Variables	Tratamientos (g kg <sup>-1</sup> MS)				
	0	70	140	210	EEM <sup>1</sup>
PVI, kg	28,02	28,24	27,10	27,79	0,78
<sup>2</sup> CMS, g d <sup>-1</sup> UQ <sup>c</sup>	1327,00 <sup>c</sup>	1171,00 <sup>d</sup>	1393,00 <sup>a</sup>	1363,00 <sup>b</sup>	10,00
GDP, g d <sup>-1</sup>	248,39	245,60	290,10	232,40	23,00
<sup>2</sup> CTA/kg GP <sup>Q</sup>	26,94	19,80	23,81	25,05	5,68
<sup>2</sup> CA, kg <sup>Q</sup>	5,67	4,27	5,25	5,66	1,23
PVS, kg	50,78	51,99	52,81	50,96	4,78
PVV, kg	47,81	48,25	49,66	47,50	4,71
PCC, kg	23,37	23,81	24,25	23,38	1,82
PCF, kg	22,71	23,36	23,67	22,8	1,72
RC, %	45,18	45,09	44,85	44,78	4,01
RV, %	49,49	49,72	48,89	49,36	4,68

Nota: PVI = peso vivo inicial; CMS = consumo de materia seca; GDP = ganancia diaria de peso; CTA = costo alimento; CA = conversión alimenticia; PVS = peso vivo al sacrificio; PVV = peso vivo vacío; PCC = peso de la canal caliente; PCF = peso de la canal fría; RC = rendimiento comercial; RV = rendimiento verdadero. <sup>1</sup> Error estándar de la media. <sup>2</sup> Efecto de polinomio, lineal (<sup>+</sup>), cuadrático (<sup>Q</sup>) y cúbico (<sup>c</sup>) ( $P < 0,05$ ). Medias con distinta literal en la misma hilera son diferentes ( $p < 0,05$ ).

No hubo diferencias ( $p > 0,05$ ) entre tratamientos en las características de la canal (Tabla 3); estos resultados fueron similares al alimentar corderos en corral con dietas con 25 y 50 % de inclusión de subproducto de panadería (Hetherington y Krebs, 2002).

**Tabla 3** - Características de la canal de ovinos alimentados con niveles crecientes de subproducto de galleta en la dieta

Variables	Tratamientos (g kg <sup>-1</sup> MS)				
	0	70	140	210	EEM <sup>1</sup>
Grasa dorsal 12 <sup>a</sup> costilla, mm	3,50	4,36	3,62	3,47	1,22
Longitud de la canal, cm	67,12	68,3	67,75	67,42	1,98
Longitud de pierna, cm	34,00	35,65	35,87	35,68	2,89
Diámetro de pierna, cm	43,12	44,27	43,56	41,62	2,62
Perímetro de grupa, cm	65,93	66,90	67,21	64,90	2,46
Ancho de grupa, cm	22,56	22,96	23,76	22,93	1,26
Ancho de tórax, cm	22,13	24,33	24,43	23,18	2,26
Profundidad de tórax, cm	25,25	27,53	26,31	26,87	2,12
Conformación muscular <sup>§2</sup>	R	R	R	R	-
Conformación muscular (NMX) <sup>§3</sup>	B	B	B	B	-
Grado de engrasamiento <sup>†4</sup>	1	1	1	1	-
Grasa interna (riñón) <sup>‡5</sup>	2	2	3	2	-

Nota: <sup>1</sup> Error estándar de la media. <sup>§</sup> Moda. <sup>†</sup> Mediana. <sup>2</sup> E, excelente; U = muy buena; R = buena; O = normal; P = pobre. <sup>3</sup> Conformación muscular según NMX-FF-106-SCFI-2006 (E = excelente; B = buena; D = deficiente). <sup>4</sup> Grado de engrasamiento de cobertura (1 = muy magra; - 5 = muy grasa). <sup>5</sup> Grasa interna (1 = riñones descubiertos; 2 = riñones con gran ventana; 3 = riñones con pequeña ventana; 4 = riñones cubiertos totalmente).

## Conclusión

La inclusión de 70 g kg<sup>-1</sup> MS de subproducto de galleta en la dieta de corderos disminuye la cantidad de alimento y el costo por kg de incremento de peso, sin detrimento en el rendimiento productivo y las características de la canal.

## Referencias

European Community. Commission Regulation (CE) no 1249/2008 of 10 December 2008 laying down detailed rules on the implementation of the Community scales for the classification of beef, pig and sheep carcasses and the reporting of prices thereof; 2008.

Hetherington RF, Krebs GL. The use of bakery in feedlot rations for sheep. Proc Aust Soc Anim Prod. 2002;24:89-92.

NRC (National Research Council). Nutrient requirements of small ruminants - Sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, DC: National Academy Press; 2007.

SAS Institute Inc. SAS/STAT® 9.1 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.; 2004.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

## Suplementación de levaduras de *Saccharomyces cerevisiae* durante la etapa de lactancia en cabritas

Yesmin María Dominguez Hernández\*, Juan Antonio Rodríguez García, Abel Manuel Trujillo García, Irma Eugenia Candanosa Aranda

Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Animal en Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Tequisquiapan, México

### Resumen

El objetivo del trabajo fue valorar el efecto de la inclusión de levaduras de *Saccharomyces cerevisiae* en cabritas lecheras durante la etapa de lactancia (60 días), para lo cual se emplearon 46 cabritas en lactancia artificial que fueron alimentadas con leche entera de cabra y divididas en dos grupos: Testigo sin levaduras (GT) y Grupo 1 (G1) que se le adiciono 200 mg de levadura al día suministrada en la primera toma de leche a partir del cuarto día del nacimiento, ambos grupos recibieron adicionalmente a partir de la tercera semana de vida, alimento pre-iniciador de borrego a libre acceso (17% proteína y 58,5% E.L.N). La información se analizó empleando un diseño experimental completamente aleatorio y utilizando la prueba de Tukey para la comparación de medias. Se obtuvo como resultado que la administración de cultivos de levadura de *Saccharomyces cerevisiae* incrementa el consumo de materia seca del alimento pre-iniciador en GT 50,10 g y en G1 69,01 g al día ( $p < 0,05$ ); sin embargo, no repercute de manera positiva en una mayor ganancia diaria de peso ( $x = 0,161 \pm 0,006$  g), el peso al destete ( $x = 12,9 \pm 0,376$  g) ni en desarrollo de papilas ruminales ( $x = 1,7 \pm 0,241$  mm de altura y  $x = 0,855 \pm 0,080$  mm). Se concluye que el empleo de cultivos de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* incrementa el consumo de materia seca del alimento pre-iniciador no obstante se recomienda seguir realizando estudios que determinen el impacto de este incremento en el consumo de alimento sólido tanto sobre la velocidad de crecimiento del animal en cuanto a ganancia diaria de peso, peso al destete, como sobre el desarrollo ruminal y su repercusión al pre-rumiante y su transición a rumiante.

**Palabras clave:** Lactancia artificial. Levaduras. Cabritas. Papilas ruminales.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

# Utilización de pasturas subtropicales en la alimentación del ganado caprino

Maria Florencia González<sup>1,2</sup>, Ornella Eugenia Castro<sup>1,2</sup><sup>1</sup> Estación Experimental Agropecuaria Catamarca, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Catamarca, Argentina<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Catamarca, Argentina

## Resumen

Los caprinos se distribuye por todo el territorio provincial, el 40 % de las existencias caprinas se concentra en los Dpto. correspondientes a los distritos Chaco Semiárido y Chaco Árido de la Provincia Fitogeográfica Chaqueña. El sistema es complejo, presenta limitantes no tan solo de lo técnico-productivo, sino también de lo económico, ecológico- ambiental y sociocultural. Las especies de pasturas subtropicales fueron introducidas en las zonas áridas y semiáridas del país con la finalidad de mejorar e incrementar la disponibilidad de forraje para los sistemas ganaderos bovinos. En Catamarca, el 94 % de la superficie implantada con pasturas perennes son especies subtropicales (80.000 Ha), de las cuales el 60,23 % corresponde a *Panicum maximum* y el 39,47 % a *Cenchrus ciliaris*. Si bien el ganado caprino por definición en su hábito de consumo se lo considera ramoneador generalista también puede ser un especialista en el uso de determinados alimentos y es por ello, que a través de estas características particulares, ha permitido ser utilizado en diferentes sistemas de producción. El presente trabajo tiene como objetivo indagar si pasturas de alta producción como los *Panicum* spp., que fueron suficientemente evaluados con bovinos pero escasamente con caprinos, pueden constituir una de las principales fuentes de alimentación en esquemas mejorados de producción, para lo cual se efectuó un análisis de producción caprina utilizando como base de alimentación un encadenamiento de pasturas subtropicales. En conjunto, y en función de los resultados obtenidos conducen a pensar que, no existe limitaciones técnicas para la producción de carne en sistemas que incorporan *Panicum* sp. Es posible incrementar la productividad de carne caprina lográndose 166,95 kg carne de cabritos/ha. Este incremento en la productividad de carne, se encuentra íntimamente relacionado con el nivel de oferta de forraje de *Panicum* sp., lo que permitió mantener una carga de 13,85 cabra/ha durante todo el ciclo productivo evaluado. La eficiencia de producción de cabritos logrados/cabra 1,3 es, sustancialmente superior a lo referenciado para el área (0,78). La posible inclusión de *Panicum* sp., en los sistemas tradicionales permitirá, además de regular el uso de la vegetación nativa, plantear esquemas de utilización y descanso del monte nativo que favorezcan el crecimiento de especies nativas de interés para los caprinos a fines de ser utilizadas en épocas estratégicas permitirá incrementar los índices productivos de las majadas.

**Palabras clave:** Caprinos. *Panicum* spp. Estrategias. Alimentación.



NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

## Utilización de plantas proteínicas en ovinos y caprinos

Andrés Ramírez Baffi<sup>1\*</sup>, Deborah Lao Calaña<sup>2</sup><sup>1</sup> Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes (IIPF), La Habana, Cuba<sup>2</sup> Grupo Empresarial AZCUBA, La Habana, Cuba

### Resumen

Desde el año 2013 se lleva a cabo en las áreas ganaderas del Grupo Empresarial azucarero AZCUBA un programa para obtener niveles productivos aceptables, alimentando animales solo con plantas forrajeras como Morera (*Morus alba*), Moringa (*Moringa oleifera*), Tithonia (*Tithonia diversifolia*) y diferentes especies de Hierba Elefante (*Pennisetum purpureum*). El régimen de explotación consiste en el confinamiento permanente de los animales en naves con pisos ranurados y elevados del piso donde se le suministra el alimento generalmente molido por maquinas forrajeras. Se ha ensayado con cabras para la producción de leche y ovinos para la ceba. En total se registró la producción de leche de 123 cabras mestizas pertenecientes a cuatro cooperativas de producción y se registraron los datos de crecimiento post destete de 385 corderos Pelibuey pertenecientes a nueve cooperativas de producción. El régimen de alimentación para ambas especies se basa en proporcionar el 12% del peso vivo promedio de los animales en base fresca, de forma permanente, con una composición de 40 % de Morera o Tithonia, 40 % de diferentes variedades de hierba elefante y otras gramíneas forrajeras y 20 % de Moringa. Los resultados generales demuestran que la producción de leche de las cabras se incrementó de un valor promedio de 0.5 l/cabra/día al inicio del trabajo, a 1.5 l/cabra/día hasta finalizar este estudio y en el engorde de los corderos se ha logrado alcanzar una ganancia diaria de peso de hasta 209 g por animal; siendo el peso promedio a sacrificio entre 35 y 40 kg en 130 días con un peso inicial al entrar al cebadero entre 15 y 18 kg. Además se ha mejorado el control del rebaño, la aplicación de antiparasitarios ha disminuido (solo se hizo una aplicación), la utilización de la fuerza de trabajo es más eficiente, y en el caso de los ovinos los criadores refieren un mayor rendimiento de carne en canales y una mejor calidad de esta. Se puede afirmar que con esta tecnología se incrementa la necesidad de fuerza de trabajo, pero por la elevación de la producción se puede sufragar ese costo e incrementar los salarios de los trabajadores. Se concluye que es factible la ceba de corderos y la producción de leche de cabras, con niveles aceptables, para las condiciones de Cuba, utilizando plantas proteínicas y prescindiendo de los concentrados.

**Palabras clave:** Ovinos. Caprinos. Alimentación. Plantas proteínicas.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

## Valoración nutricional de especies forrajeras utilizadas en la alimentación de ovinos (*Ovis Aries*) en Córdoba, Colombia

Lorena Inés Mestra-Vargas\*, Diego Andres Medina-Herrera, Martha Oliva Santana-Rodríguez

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Cereté, Colombia

### Resumen

Los recursos forrajeros han sido utilizados en la alimentación animal de manera empírica, desconociendo su calidad y uso eficiente en condiciones específicas de producción. El objetivo de este trabajo fue valorar la calidad nutricional de forrajes disponibles en sistemas de producción ovina del departamento de Córdoba, Colombia, para generar recomendaciones que optimicen el desempeño de ovinos. Se obtuvieron 88 muestras de recursos forrajeros - Gramíneas (62) Arbóreos (19) y Frutos de árboles (7) - de fincas de producción ovina localizadas en las subregiones de Córdoba: Alto Sinú (4,6%), Medio Sinú (26,1%), Bajo Sinú (26,1%), Sabanas (15,9%) y San Jorge (27,3%). Los análisis bromatológicos de las especies forrajeras se realizaron mediante espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS™) modelo DS2500 y pruebas de digestibilidad in vitro de materia seca (DIVMS). Los resultados se analizaron mediante estadística descriptiva, utilizando el software SPSS versión 15.0. Se encontraron altos contenidos de proteína cruda (PC%) en las especies arbóreas: *Moringa oleifera* (Moringa) ( $29,8 \pm 5,93\%$ ) y *Gliricidia sepium* (Matarratón) ( $25,5 \pm 3,61\%$ ). En gramíneas, *Dichanthium aristatum* (Angleton) ( $16,5 \pm 3,39\%$ ), *Bothriochloa pertusa* (Colosoana) ( $15,3 \pm 4,44\%$ ), *Cynodon nlemfuensis* (Estrella) ( $12,3 \pm 1,56\%$ ), en frutos de árboles de las especies *Enterolobium cyclocarpum* (Orejero) ( $13,8 \pm 2,51\%$ ) y *Albizia saman* (Campano) ( $98,0 \pm 4,48\%$ ). Los mayores valores de DIMS se encontraron en frutos de árboles de las especies *Albizia saman* (Campano) ( $92,4 \pm 2,98\%$ ), *Guazuma ulmifolia* (Guácimo) ( $81,5 \pm 0,13\%$ ) y *Cassia grandis* (cañafístula) ( $87,3 \pm 2,14\%$ ); en gramíneas, *Cynodon nlemfuensis* (Estrella) ( $65,0 \pm 1,54\%$ ) y *Brachiaria hibrido* (cv.Mulato II) ( $65,6 \pm 4,16\%$ ). Los resultados del aporte nutricional de las especies forrajeras evaluadas, en términos de PC (%) y DIVMS (%) coinciden con lo reportado por otros investigadores para estas especies en sistemas de producción del Caribe seco colombiano. La calidad nutricional de plantas arbóreas y frutos de árboles, contribuyen favorablemente a la implementación de programas de nutrición estratégica para los sistemas ovinos en Córdoba.

**Palabras clave:** Digestibilidad. Nutrición. Pequeños rumiantes. Recursos forrajeros.

## PRODUCCIÓN

# Avances en la aceptación de tecnologías y manejos en productores ovinos del sector social en Tlaxcala, México

Omar Salvador Flores<sup>1\*</sup>, Gabriela Castillo Hernández<sup>2</sup>, Miguel Ángel Pérez Razo, José de Lucas Tron<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias Pecuarias, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

## Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar la adopción de tecnologías o manejos en productores ovinos del sector social. Derivado de un diagnóstico de caracterización de sistemas en 109 rebaños del estado de Tlaxcala México, se propuso la adopción de 17 tecnologías. Para ello se capacitaron los productores sobre los objetivos y beneficios de su aplicación y se evaluó su aceptación antes y después. El análisis de los datos se realizó mediante  $X^2$ . Se evaluaron 104 rebaños. Los resultados pre y post capacitación mostraron diferencias ( $p \leq 0,05$ ) y fueron: control de montas 33% vs 78%; evaluación del rebaño de cría e identificación de animales improductivos 40% vs 89%; evaluación de machos y hembras pre monta 15% vs 59%; implementación del efecto macho 18% vs 61%; aplicación de selenio pre monta y al final de la gestación 35% vs 96% y aplicación de selenio a los corderos 58% vs 99%; desparasitación estratégica 38% vs 90%; vacunación último tercio de gestación o ubradas 32% vs 71%; atención en el periparto 40% vs 83%; implementación de corraletas paridero movibles 2% vs 11%; implementación de alternativas de alimentación 15% vs 84%; conservación de forrajes 71% vs 86%; evaluación de indicadores (fertilidad, prolificidad, sobrevivencia y tasa de destete) 4% vs 39%; destete (requisitos y parámetros) 29% vs 77%; estandarización de lotes de corderos para finalización 18% vs 60%; presencia de acondicionamiento del corral de engorda (instalaciones, alimento y espacio) 25% vs 74%; diseño e implementación de dietas para la finalización 22% vs 67%. Los resultados muestran buena aceptación de las tecnologías o manejos propuestos; que están en concordancia con los sistemas y da pauta a que los programas gubernamentales cambien su forma de transferir tecnología y de apoyos económicos.

**Palabras clave:** Ovinos. Tecnología. Transferencia. Productores sociales.

\* A la memoria del Dr. Miguel Ángel Pérez Razo, coautor de este trabajo.

PRODUCCIÓN

## Caracterización de la morfología mamaria en ovejas de pelo con propósito cárnico

Silvia Angélica Campos Marmolejo\*, Alam Augusto Martínez López, Omar Salvador Flores

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

### Resumen

El objetivo del trabajo fue caracterizar la morfología de la ubre en ovejas de pelo con propósito cárnico para relacionarlas con su capacidad de ordeño mecánico. Se utilizaron 40 ovejas de pelo (cruzas 3/4 Katahdin 3/4 criolla) que se encontraban entre la 3 - 4 semana de lactación, alimentadas bajo un sistema estabulado con peso vivo de 60 kg y una condición corporal de 1.8. Se evaluaron las características morfológicas: largo, circunferencia y profundidad considerando la distancia desde la inserción craneal de la ubre hasta la inserción caudal de la misma y en el pezón se valoró el ángulo de inserción, largo y ancho. Para determinar la cisterna se consideró la distancia de la base del pezón a la parte más ventral de la ubre y la producción láctea se estimó aplicando oxitócica intravenosa, obteniendo la leche con ayuda del cordero y por ordeño manual. Resultados de la morfología: circunferencia -  $49,9 \pm 5,7$ cm; profundidad -  $27,9 \pm 3,4$ cm; cisterna -  $2,4 \pm 0,8$  cm; largo del pezón -  $3,4 \pm 0,7$  cm; ancho -  $1,75 \pm 0,3$  cm; ángulo de inserción -  $49,8^\circ \pm 9,4^\circ$ . Producción láctea:  $1,54 \pm 0,63$  kg. El diámetro de la ubre tiene una correlación positiva con la producción láctea y en este estudio ( $49,9 \pm 5,7$ ) fue mayor que en oveja Castellana (40,08 cm) y Churra (47,29 cm). La cisterna 2,4 cm es mayor que Lacanune (2,29 cm) y Churra (1,86 cm), ubres con cisternas altas están asociadas a mayores volúmenes de leche de repaso a máquina, por lo que su ordeño es más laborioso. A medida que el ángulo aumenta los inconvenientes en el ordeño son más importantes, en este trabajo el ángulo del pezón ( $49^\circ$ ) fue menor que en la Churra ( $50,1^\circ$ ) y mayor que Manchega y Lacanune  $40^\circ$  y  $46,6^\circ$  respectivamente. La producción láctea en pico de lactación fue de 1,54L que está por debajo de la, Awwasi, Assaf, 2,69 L y 2,6 L respectivamente. Las características morfológicas de la ubre y la producción láctea están por debajo de razas especializadas en leche, sin embargo, se puede recurrir al mejoramiento genético. Este estudio puede contribuir a establecer características morfología y producción láctea ya que la información acerca de este tema es escasa y esta puede ser una herramienta importante para conocer las características productivas en leche y confirmar o descartar la opción de éstas razas para su uso en la producción láctea.

**Palabras clave:** Glándula mamaria. Morfología. Oveja de pelo.

---

PRODUCCIÓN

## Caracterización social del sistema de producción de alpacas en Huancavelica, Perú

---

Rene Antonio Hinojosa Benavides\*, Jaime Antonio Ruiz Béjar

Universidad Nacional Autónoma de Huanta (UNAH), Huanta, Perú

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue caracterizar el sistema de producción de alpacas (SPA) en Huancavelica, Perú, en función del componente social, para identificar aspectos sociales responsables de las diferencias en el proceso productivo y priorizar aquellos que optimizan los resultados de dicho sistema. Se estudiaron 224 unidades productivas con alpacas (UPA) con más de 100 cabezas cada una, extractadas de una población de 755 UPA mediante muestreo aleatorio estratificado con afijación proporcional, recolectándose información mediante encuestas directas al productor con formulario estructurado por 100 preguntas cerradas. Se analizaron 30 variables representativas de la estructura productiva y patrimonial de las explotaciones, su dimensión e intensificación, y sociológicas. El SPA se caracteriza por ser íntegramente de tipo familiar, donde el 97% de los propietarios son hombres de una edad promedio de  $54,1 \pm 2,7$  años, con estudios secundarios en un 60% y estudios primarios en un 40%, habitando instalaciones de  $33,3 \pm 7,4$  años de antigüedad. Dimensión promedio de  $133,4 \pm 68,5$  ha y  $143,8 \pm 45,3$  animales. Capacidad de carga animal de  $0,8 \text{ UA} \pm 0,1/\text{ha/año}$ . Estructura patrimonial de S/34574 en promedio, destacando principalmente las alpacas y animales de carga (equinos y llamas) donde ambos representan el 95,1% del patrimonio total de la UPA, con baja inversión en corrales de manejo (2%), estancia (1,2%) y equipos (1,7%). No se incluye a la tierra, por ser de uso comunal (99%). Las UPA de Huancavelica son de carácter familiar, donde la experiencia de los productores en la actividad, el número de hijos en promedio del propietario (5) y la elevada dependencia de mano de obra familiar (100%), confieren estabilidad a la UPA, aun con infraestructuras y vías de acceso inadecuadas que, en términos generales constituyen factores técnicos que limitan el desarrollo eficiente y sostenible del sistema de producción de alpacas en Huancavelica.

**Palabras clave:** Caracterización social. Sistema. Alpacas.

## PRODUCCIÓN

# Comparación entre un sistema ovino convencional contra un sistema con buenas practicas en áreas protegidas de montaña en el centro de México

Juan Carlos Escobedo Alcántara<sup>1\*</sup>, Juan Antonio Reyes González<sup>1</sup>, Rosa Isabel Higuera Piedrahita<sup>1</sup>, Luis Miguel Argueta Morales<sup>1</sup>, Amado Fernández Islas<sup>2</sup>, David Caffagni Portillo<sup>3</sup>, Marco Antonio Acevedo Hernández

<sup>1</sup> GFA Consulting Group (Alemania), México

<sup>2</sup> Áreas Naturais Protegidas (ANP), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Izta-popo, México

<sup>3</sup> Áreas Naturais Protegidas (ANP), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Chichinautzin, México

<sup>4</sup> Áreas Naturais Protegidas (ANP), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Valle de Bravo, México

## Resumen

Este trabajo se realizó en el marco del proyecto COBEN entre la GIZ y CONANP, el cual busca que las áreas protegidas mejoren su efectividad, por ello se planteó como objetivo resaltar los beneficios que tiene la conversión de la ovinocultura convencional a sistemas con buenas prácticas ganaderas en ecosistemas de alta montaña en tres áreas naturales protegidas (Valle de Bravo, Chichinautzin e Izta-Popo). Así como, mostrar las características ambientales y costos que le atañen a este tipo de unidades de producción, con ello se mejorará la oferta de bienes y servicios ecosistémico, generando una actividad más resiliente. Se trabaja desde el 2017 a la fecha en 3 localidades pilotos en donde por medio de un diagnostico con metodología cualitativa y participativa, se caracterizó el modelo ovino convencional que se encuentra dentro o cerca de las ANP. Con esa línea base se diseñaron talleres participativos sobre la aplicación de buenas prácticas ganaderas con enfoque de manejo de recursos naturales y gestión territorial. Esto incluyó mejoras en la unidad de producción, aumentando parámetros de productividad; así como gobernanza en el uso comunitario de recursos naturales, como zonas de pastoreo y fuentes de agua. Resultados y conclusiones: (i) El proceso ha cambiado el enfoque de atención a la ganadería por parte de los administradores de las 3 ANP: de amenaza a una actividad que puede mejorar los servicios ecosistémicos; (ii) Las comunidades empiezan con acuerdos de gobernanza para liberar zonas de conservación y disminuir el tiempo de pastoreo, reduciendo la carga animal y sus impactos negativos; (iii) los conocimientos de alternativas de alimentación en épocas críticas, ha disminuido el uso de fuego y sus consecuencias; y (iv) hay una sensibilización hacia la gobernanza hídrica, tanto para mejorar su eficiencia en la ganadería como para evitar la contaminación de las fuentes de agua.

**Palabras clave:** Ovinocultura. Montañas. Áreas protegidas. Buenas prácticas.

PRODUCCIÓN

# Efecto de la aplicación de medidas tecnológicas sobre el mejoramiento de indicadores productivos en un rebaño de ovinos Columbia

Gabriela Castillo Hernández\*, Omar Salvador Flores, José De Lucas Tron

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

## Resumen

El objetivo del trabajo fue el impacto de la aplicación de tecnologías sobre indicadores productivos en un rebaño de ovinos Columbia de una granja comercial. Se conformaron dos rebaños, uno con 307 y otro con 327 ovejas adultas a partir de uno general. Se implementaron las siguientes tecnologías: evaluación de sementales previo al empadre, toma de condición corporal del rebaño, aplicación del *flushing*, uso de efecto macho (introducción de machos vasectomizados 18 días antes del empadre), suplementación al final de la gestación, utilización de corraletas paridero móviles y un velador en los partos. Para medir el impacto fueron considerandos cuatro indicadores reproductivos y dos indicadores productivos. Para el análisis se utilizó el programa IBM SPSS Statistics 2018 y las pruebas de Chi cuadrada y t-Student. Se encontraron diferencias ( $p \leq 0,05$ ) antes y después: fertilidad (ovejas paridas de expuestas al semental) 10,4% vs 88,8%, mortalidad del nacimiento al destete (corderos muertos de nacidos al destete) 16% vs 7% y porcentaje de destete (corderos destetados de ovejas expuestas al semental X 100) 0,09 vs 0,85, solo en la prolificidad (corderos nacidos de paridas) 1,04 vs 1,14, no hubo diferencias ( $p \geq 0,05$ ). Respecto al peso al nacer y al destete fue respectivamente de 5,2 vs 5,6 kg y 20,9 vs 22,7 kg, no habiendo diferencias ( $p \geq 0,05$ ). En la distribución de los partos se encontraron diferencias, en el primer rebaño el 12% de las ovejas parieron en los primeros 18 días y el 88% restante en los 18 días posteriores, en el segundo rebaño el 83% de las ovejas parieron en los primeros 18 días y el 17% restante 18 días posteriores ( $p \geq 0,05$ ). Este estudio, reafirma la importancia del empleo de tecnologías aplicables en ovinos que han mostrado sus bondades y que, no obstante estar al alcance de los productores no son aplicadas, e incluso cuando hay alguna asesoría técnica.

**Palabras clave:** Ovinos. Tecnologías. Productores. Parámetros productivos.

A la memoria del Dr. Miguel Ángel Pérez Razo, coautor de este trabajo.

---

PRODUCCIÓN

## Efecto de la aplicación de tecnologías y manejos sobre parámetros reproductivos en rebaños del sector social en Tlaxcala, México

---

Gabriela Castillo Hernández\*, Omar Salvador Flores, Miguel Ángel Pérez Razo Miguel, José De Lucas Tron

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto de la aplicación de tecnologías en 23 rebaños a través de la capacitación de productores del sector social en el estado de Tlaxcala. Previo al inicio se realizó un diagnóstico para determinar el estatus de parámetros reproductivos, sobre esta base durante 10 meses se capacitó a los productores sobre diferentes tecnologías con objeto de mejorar su producción, una de las tecnologías implementadas consistió en el uso de una bitácora, al año se analizó la información recopilada y se compararon previo al inicio y al final del estudio los parámetros evaluados fueron reproductivos de fertilidad (ovejas paridas de expuestas al semental), prolificidad (corderos nacidos de ovejas paridas), mortalidad al destete (corderos muertos de nacidos hasta el destete) y tasa de destete (corderos destetados de ovejas expuestas al semental). Tras la implementación de tecnologías se encontraron cambios favorables en los parámetros reproductivos antes de su implementación y después, siendo los siguientes: fertilidad 76,1% vs 81,2%; prolificidad 1,02 vs 1.1, mortalidad al destete 19,4% vs 7,2% y tasa de destete 0,63 vs 0,83. Tras la aplicación de manejos y tecnologías derivadas de un estudio de diagnóstico de los sistemas de producción en pequeños rumiantes, se muestran signos de mejora en los niveles productivos de los rebaños del sector social en México.

**Palabras clave:** Ovinos. Tecnologías. Productores. Parámetros reproductivos.



---

PRODUCCIÓN

## Efecto de la elección de tecnologías y su transferencia a productores ovinos sobre los indicadores productivos

---

Laura Castillo Hernández\*, Omar Salvador Flores, José De Lucas Tron, Miguel Ángel Pérez Razo, Sandra González Luna

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

### Resumen

Se evaluó el efecto de la elección y transferencia de tecnologías en ovinocultores del sector social del Estado de México sobre indicadores productivos. **Materiales y método.** A través de un programa de repoblación ovina, a 125 productores del sector social se les dotó de rebaños de distinto tamaño compuestos por ovejas primerizas cruza de distintas razas. Se realizó un diagnóstico previo que determinó características y limitantes de cada una de las unidades de producción; sobre esta base se eligieron tecnologías que pudieran resolver igual número de problemas detectados (como: llevar bitácoras de trabajo, registro de animales, identificación del rebaño, evaluación de machos, programación de empadres, aplicación de selenio, realización de destetes; desparasitación tras análisis de FAMACHA y utilización de “creep feeding”). Al año se avaluó el efecto de las tecnologías sobre indicadores. Se utilizó el programa SPSS Statistics 2018, pruebas de Kolmogorov-Smirnov para comprobar normalidad y t de Student para muestras relacionadas. Se encontraron diferencias ( $p \leq 0.05$ ) antes y después en los siguientes indicadores: fertilidad (ovejas paridas de expuestas al semental 61,8% vs 84,1%, mortalidad al destete (corderos muertos de nacidos hasta el destete) 42,9% vs 16% y tasa de destete (corderos destetados de ovejas expuestas al semental) 0.38 vs 0.84; en la prolificidad (corderos nacidos de ovejas paridas) 1,1 vs 1,2, no se encontraron diferencias ( $p \geq 0.05$ ). Los resultados muestran que la aplicación de tecnologías acordes a las necesidades de los productores, tienen efectos positivos en la producción.

**Palabras clave:** Ovinos. Tecnología. Transferencia. Productores sociales.

*A la memoria del Dr. Miguel Ángel Pérez Razo, coautor de este trabajo.*

## PRODUCCIÓN

# Efecto del cambio climático sobre la producción y reproducción de alpacas en condiciones de puna seca

Teodosio Huanca Mamani Teo<sup>1\*</sup>, Julio Sumar Kalinosky<sup>2</sup>, Mary Luz Naveros Flores<sup>1</sup>, Armando Nina Zuñiga<sup>1</sup>, Jhunion CCopa CCallata<sup>1</sup>, Ruben Mamani Cato<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Anexo Experimental Quimsachata, Puno, Perú

<sup>2</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Lima, Perú

## Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar el impacto del cambio climático y su impacto sobre la producción y reproducción de alpacas a 4000 msnm. El estudio se realizó en seis distritos de puna seca, tres distritos de puna húmeda y en el anexo experimental Quimsachata del Instituto Nacional de Innovación Agraria, Puno, Perú. Para el estudio a nivel de comunidades campesinas se utilizó las planillas de contada de ganado vacuno, ovino, alpacas y llamas y para el caso del anexo experimental Quimsachata se analizó los registros de peso al nacimiento y empadre controlado de los años 2015, 2016, 2017 y 2018. Los datos fueron analizados con el programa estadístico SAS versión 9.4. Los resultados muestran que a nivel de puna seca la mayor población de animales está conformado por las alpacas el cual representa el 66,90%, seguido de los ovinos con 21,11%, llamas 10,76% y vacunos 1,23%. A nivel de puna húmeda la mayor población de animales está conformado por las alpacas con 78,42%, seguido de los ovinos 19,42%, llamas 1,82% y vacunos 0,34%. El peso al nacimiento de las alpacas fue mayor en el año 2015 cuyo promedio fue de 6,57 kg y el menor promedio se observó en el año 2016 con 5,13 kg ( $p < 0,01$ ). El mayor

porcentaje de preñez se observó en el año 2018 cuyo valor fue de 83,95% y el menor porcentaje se observó en el año 2016 con 71,20% ( $p < 0,01$ ). Se concluye que el año de producción tiene influencia directa sobre la producción y reproducción de las alpacas.

**Palabras clave:** Alpaca. Cambio climático. Preñez.

## Introducción

Perú ocupa el primer lugar en el mundo en la producción de alpacas estimada en 3.685.516 cabezas; el segundo en llamas, con 746269; y el primero en vicuñas, con 205742 unidades (INEI, 2012). La población de camélidos domésticos se distribuye actualmente en 82459 unidades agropecuarias. El aprovechamiento de esta ventaja productiva y el uso de la mejora genética de los camélidos bajo las condiciones actuales de cambio climático, es uno de los retos que tiene el país como

el medio más efectivo de lucha contra la pobreza y la inseguridad alimentaria, que afecta a numerosas comunidades campesinas que viven de la cría y explotación de estas especies ganaderas. La zona alto andina está considerada como uno de los estratos con mayores niveles relativos de pobreza 35,9% (INEI, 2012), debido a la baja rentabilidad de la actividad ganadera, consecuencia de su escasa productividad y la baja calidad de sus productos, manejo tradicional de sus rebaños 70%, deterioro de los recursos naturales (pastos y aguas), sistemas tradicionales de comercialización de sus productos y el limitado apoyo del estado; sin embargo los camélidos andinos es patrimonio del Perú y son las únicas especies que están en armonía con el medio ambiente y es el principal medio de vida de 150 mil familias que viven directamente de esta crianza. En la actualidad el cambio climático es un proceso en marcha y sus efectos son notorios sobre los 4000 msnm donde resalta la reducción del área de los nevados de la cordillera occidental y central, reducción de las áreas de pastoreo como son los bofedales, sobrepastoreo de zonas potenciales que viene incidiendo en la producción y reproducción animal.

## Material y métodos

El estudio se realizó en el Centro de Investigación y Producción Quimsachata del Instituto Nacional de Innovación agraria ubicada en la zona agroecológica de puna seca a 4200 msnm, esta zona está relacionado con la cordillera occidental, es una zona que está conformada por pastizales de puna, de ladera y pampa (pajonal, tolar y bofedal),

con predominancia de suelos de baja fertilidad, que se distribuyen 86% de pastos de secano, 11% de bofedal permanente y 4% de bofedal temporal de reducida extensión, que reciben una precipitación media anual de 450 a 600 mm, llegando a 353 mm en años secos. Generalmente las lluvias comienzan en diciembre prolongándose a marzo (Dollfus, 1981). En la época de estiaje, la evaporación promedio es de 1,5 m por año siendo mayor en el período de vientos. Las bajas temperaturas (-18 a +16 °C) no hace posible la agricultura, dedicándose los pobladores casi exclusivamente a la crianza de camélidos sudamericanos, en rebaños mixtos con ovinos y vacunos criollos.

Se analizó la base de datos de 1700 alpacas del banco de germoplasma de alpacas de color, los registros de peso al nacimiento y empadre controlado de los años 2015, 2016, 2017 y 2018. Los datos fueron analizados en un diseño completamente al azar y la prueba de Chi-cuadrada usando el programa estadístico SAS versión 9.4 (SAS, 2012).

## Resultados

La precipitación pluvial en zona alta andina es irregular, en la Tabla 1, se observa que el año de producción tiene una influencia altamente significativa sobre el peso al nacimiento en alpacas ( $p < 0,01$ ), observándose el mayor promedio en el año 2018 cuyo promedio fue de 6,57 kg y el menor promedio se observó en el año 2016 con 5,13 kg, se observa que existe una relación directa entre la precipitación pluvial y el peso al nacimiento, es decir a mayor precipitación pluvial existe mayor peso al nacimiento de las crías.

**Tabla 1** - Efecto del año de nacimiento sobre el peso al nacimiento en alpacas Huacaya

Año	n	Media (kg)	Desviación estándar (kg)	Coeficiente de variabilidad (%)	Intervalo de confianza al 95%		Precipitación pluvial acumulada (mm)*
					Inferior	Superior	
2015	335	5,47 <sup>b</sup>	0,91	16,64	5,38	5,57	490,70
2016	199	5,13 <sup>c</sup>	0,74	14,49	5,03	5,24	404,50
2017	264	5,37 <sup>b</sup>	1,03	19,22	5,24	5,50	717,20
2018	345	6,57 <sup>a</sup>	1,10	16,72	6,45	6,68	622,20

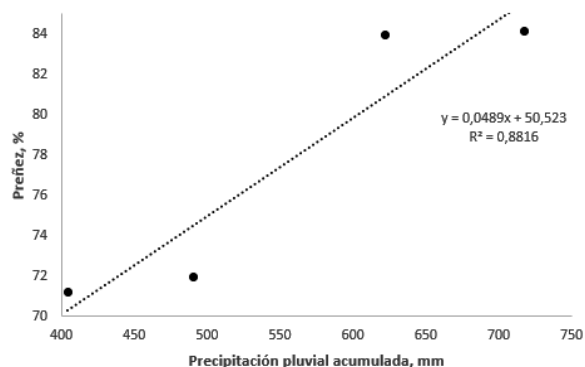
Nota: \* SENAMHI, 2019. Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa ( $p < 0,05$ ), prueba de Tukey.

**Tabla 2** - Porcentaje de preñez acumulada, según año de empadre controlado Porcentaje de preñez acumulada, según año de empadre controlado

Año	Vacías	Preñadas	Alpacas empadradas	Porcentaje de preñez acumulada	PPA (mm)
2015	175	449	624	71,96	490,7
2016	146	361	507	71,20	404,5
2017	81	430	511	84,15	717,2
2018	96	502	598	83,95	622,2
Total	498	1742	2240	77,77	

Nota: PPA = precipitación pluvial acumulada (SENAMHI, 2019) ( $p < 0,01$ ) Prueba Chi-Cuadrada.

El porcentaje de preñez acumulada a los 90 días post empadre controlado en general fue de 77,77%. Los porcentajes fueron diferentes en los años de estudio; el mayor porcentaje de preñez se observó en el año 2018 cuyo valor fue de 83,95% y el menor porcentaje se observó en el año 2016 cuyo valor fue de 71,20% (Tabla 2). Al análisis estadístico con la prueba de Chi Cuadrada el porcentaje de gestación está asociado significativamente con el año de producción ( $p < 0,01$ ); asimismo se puede observar una relación directa entre el porcentaje de preñez y la precipitación pluvial acumulada, observándose que en los años de mayor precipitación pluvial también se incrementó el porcentaje de preñez (Figura 1).



**Figura 1** - Correlación entre precipitación pluvial y preñez en alpacas de puna seca.

## Conclusión

El año de nacimiento muestra influencia significativa sobre el peso al nacimiento de las crías, está en función a la precipitación pluvial.

La precipitación pluvial influye en el porcentaje de preñez, peso de la cría al nacimiento, producción de fibra y carne en alpacas.

Los efectos del cambio climático es notorio en la zona alto andina sobre los 4,000 msnm en el capital pecuario del criador generando un menor ingreso económico.

El cambio climático influye de manera negativa sobre los índices productivos y reproductivos.

## Referencias

Dollfus O. Territorios andinos: reto y memoria. Lima: Institut Français d'Études Andines; 1991.

INEI - Instituto Nacional de Estadística e Informática. IV Censo Nacional Agropecuario, Instituto Nacional de Estadística e Informática, Lima, Perú : INEI ; 2012.

SAS Institute Inc. SAS/STAT® 9.4 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.; 2012.

SENAMHI. Mapa de Estaciones. 2019 [acceso 25 ene 2019]. Disponible en: <https://tinyurl.com/y3eshups>.

---

PRODUCCIÓN

## El impacto de la elección de tecnologías y su transferencia a productores ovinos. I. Aceptación de tecnologías

---

Laura Castillo Hernández\*, Omar Salvador Flores, José De Lucas Tron, Miguel Ángel Pérez Razo, Sandra González Luna

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la elección y transferencia de tecnologías con productores ovinos del sector social del Estado de México. A través de un programa de repoblación ovina se dotaron a 25 productores con rebaños de ovejas primerizas cruza de distintas razas. El técnico realizó un diagnóstico previo que determinó características y limitantes de cada uno de los sistemas; sobre esta base se eligieron 10 tecnologías que pudieran resolver igual número de problemas detectados. Algunas de ellas requirieron capacitación sobre los objetivos y sus beneficios. Las propuestas fueron: implementar bitácoras, registro e identificación, separación de machos, programación de empadres, aplicación de selenio, destetes, desparasitación fundamentada (FAMACHA), implementación de corraletas de parición, creep feeding. Durante un año se evaluó (el porcentaje) la aceptación y adopción de las tecnologías propuestas, para posteriormente medir su efecto sobre la producción de corderos para venta y reposición. Para el análisis se utilizó la prueba de Chí cuadrada. El avance de todos los indicadores fueron significativos ( $p \leq 0.05$ ) entre antes y después: identificó el ganado 20 vs 96%; adoptaron la bitácora 0 vs 92% y por ende registraron: nacimientos, muertes, manejos; 8 vs 100% aplicaron selenio, 0 vs 56% desparasitaron, 24 vs 96% destetaron sus corderos en forma programada; 0 vs 72% programaron empadres; 0 vs 72% separaron machos del rebaño; 0 vs 68% usaron corraletas de parición y 0 vs 40% el creep feeding. El diagnóstico de las características de los sistemas de producción permite la elección adecuada de tecnologías acordes a necesidades de los productores.

**Palabras clave:** Ovinos. Tecnología. Transferencia. Productores sociales.

*A la memoria del Dr. Miguel Ángel Pérez Razo, coautor de este trabajo.*

PRODUCCIÓN

# Estacionalidad de la producción caprina en el Altiplano de Tamaulipas, México

Lizeth Vázquez-Rocha<sup>1</sup>, Daniel López-Aguirre<sup>1\*</sup>, Luz Y. Peña-Avelino<sup>2</sup>, Andrés G Limas-Martínez<sup>1</sup>, Froylán A Lucero-Magaña<sup>1</sup>, Anastacio García-Martínez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), Ciudad Victoria, México

<sup>2</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia "Dr. Norberto Treviño Zapata", Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), Ciudad Victoria, México

<sup>3</sup> Centro Universitario UAEM Temascaltepec, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Temascaltepec de González, México

## Resumen

Tamaulipas destaca con dos regiones de producción caprina: al norte el valle de San Fernando y al suroeste el altiplano, en ésta última, la producción caprina se desarrolla con cruces de razas bajo un sistema extensivo y el objetivo del presente trabajo fue identificar la estacionalidad de la producción de acuerdo a las características de las unidades de producción. La información se obtuvo en comunidades de los municipios de Jaumave, Tula y Bustamante, pertenecientes a la región del altiplano tamaulipeco. Mediante un diseño de muestreo no probabilístico se seleccionaron a 40 productores de ganado caprino a los cuales se les aplicó una encuesta estructurada entre los meses de octubre 2017 y marzo 2018, posteriormente se realizó un análisis factorial de componentes principales y un análisis clúster mediante el Programa Estadístico de Ciencias Sociales versión 24. De acuerdo a las características de las unidades de producción, se identificaron cuatro grupos con 11, 5, 10 y 14 productores de ganado caprino, los cuales expresan dos

ciclos de producción anual distribuidos en las cuatro estaciones. Se concluye que en la región del altiplano tamaulipeco existe diversidad de ganaderos caprinos, por lo que la estacionalidad de la producción se puede manifestar durante todo el año, siendo las estaciones de verano y otoño donde se concentra la mayor producción de cabritos y leche.

**Palabras clave:** Producción caprina. Cabritos. Leche. Altiplano de Tamaulipas.

## Introducción

La población caprina en el estado de Tamaulipas es de alrededor de 250 mil cabezas, destacando dos regiones de producción: al norte el valle de San Fernando y al suroeste el altiplano, esta última presenta cruces de ganado criollo con raza alpina, nubia, boer, togenburg y/o saanen (OEIDRUS,

2012). El altiplano tamaulipeco presenta una cubierta vegetal de matorral espinoso y la actividad ganadera más adaptable a estas condiciones es la producción de pequeños rumiantes (Herrera et al., 2015). La producción caprina se ha asociado con familias que han diversificado sus actividades agrícolas, debido, principalmente a las prolongadas sequías (Echavarría et al., 2006), estos sistemas son heterogéneos y generalmente presentan deficiencias (Aréchiga et al., 2008). El objetivo del presente trabajo fue identificar la estacionalidad de la producción caprina en el altiplano de Tamaulipas de acuerdo a la tipología de productores.

## Material y métodos

El estudio se desarrolló en comunidades de los municipios de Jaumave, Tula y Bustamante en el estado de Tamaulipas localizado al noreste de México, las cuales presentan clima semiárido en altitudes de 830 a 1730 metros sobre el nivel de mar, con precipitaciones medias anuales de 454 a 567,7 mm y temperaturas medias anuales de 16,8 °C a

21,5 °C (SMN, 2019). El muestreo no probabilístico se basó en la idea de red social (Blanco y Castro, 2007), mediante una encuesta estructurada aplicada entre los meses de noviembre 2017 y marzo 2018 se obtuvo información de 40 productores pecuarios que tienen como actividad principal la cría de caprinos complementando en algunos casos con bovinos y ovinos. La información se analizó mediante el Programa Estadístico de Ciencias Sociales versión 24 se realizó un análisis factorial de componentes principales y un análisis clúster para agrupación de productores (Stehlik-Barry y Babinec, 2017).

## Resultados

Del análisis factorial de componentes principales, se obtuvieron cuatro factores con valor propio > 1 que explicaron el 75,77 % de la varianza total, lo que corrobora la adecuación del modelo para la clasificación de los mismos. En Análisis Clúster, de acuerdo a las características de las unidades de producción se identificaron cuatro grupos con 11, 5, 10 y 14 productores de ganado caprino (Tabla 1).

**Tabla 1** - Medias y error estándar de las unidades de producción

Grupo	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Total	Error estándar
Número de productores	11	5	10	14	40	de la media
Total de animales*	65,09	130,2	44,3	55,79	64,78	7,32
Función zootécnica <sup>a*</sup>	2,45	2,60	1,20	2,86	2,30	0,15
Ciclos de producción al año*	1,91	2,00	2,00	1,93	1,95	0,03
Estación (Ciclo I) <sup>b</sup>	1,36	1,60	1,70	2,00	1,70	0,13
Hembras productoras (Ciclo I)	15,28	37,00	10,50	17,54	17,60	3,11
Estación (Ciclo II) <sup>b</sup>	2,64	3,00	3,40	3,57	3,20	0,16
Hembras productoras (Ciclo II)	25,00	24,80	14,80	19,64	20,55	3,02
Crías por hembra por ciclo*	1,55	1,00	1,00	1,50	1,33	0,08
Leche diaria por hembra (ml)	604,55	630,00	430,00	885,71	662,50	49,73

Nota: \* Variables utilizadas en el modelo. <sup>a</sup>1 = carne, 2 = leche, 3 = doble propósito; <sup>b</sup>1 = primavera, 2 = verano, 3 = otoño, 4 = invierno.

## Discusión

La finalidad zootécnica de la mayoría de las unidades de producción caprina en el altiplano

de Tamaulipas está orientada al doble propósito (carne y leche). Escareño et al. (2011) mencionan que la venta de leche y, en segundo lugar, el cabrito, representan los principales productos del sistema

de producción en el norte de México. De acuerdo al último reporte del Sistema de Información Agroalimentario y Pesquero (SIAP, 2017) sobre la estacionalidad de la producción de carne y leche caprina 2013 - 2017, existe producción todo el año, destacado la mayor producción tanto a nivel nacional como estatal en verano, en el altiplano tamaulipeco la mayor producción de cabritos y leche destaca en verano y otoño (Tabla 2), lo que corresponde con la mayor precipitación pluvial que se presenta en la región (SMN, 2019), esto coincide

con Salinas-González et al. (2016) donde señalan que la producción de leche varía entre rebaños y entre épocas, mostrando una mayor venta de leche en los meses de verano (junio - agosto).

De acuerdo a las características de las unidades de producción, en el presente estudio se identificaron cuatro grupos de productores (Tabla 1), esto muestra la heterogeneidad de las unidades de producción caprina que existen en México (Aréchiga et al., 2008; Salinas-González et al., 2016).

**Tabla 2** - Producción anual de cabritos y leche de los 40 productores evaluados en el Altiplano de Tamaulipas

	Producción de cabritos				Producción de leche (L)			
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Grupo I	261	0	426	0	12194	0	19950	0
Grupo II	0	185	124	0	0	13986	9374	0
Grupo III	0	105	148	0	0	5418	7637	0
Grupo IV	0	368	0	412	0	26099	0	29224
Total	261	658	698	412	12194	45503	36961	29224

## Conclusión

Se concluye que en la región del altiplano de Tamaulipas existe diversidad de productores, por lo que la estacionalidad de la producción caprina se puede manifestar durante todo el año, siendo las estaciones de verano y otoño donde se concentra la mayor producción de cabritos y leche.

## Referencias

Aréchiga C, Aguilera J, Rincón R, Méndez de Lara S, Bañuelos V, Meza-Herrera C. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Trop Subtrop Agroecosyst*. 2008;9(1): 1-14.

Blanco MCMC, Castro ABS. El muestreo en la investigación cualitativa. *Nure Investigación*. 2007;27.

Echavarría FG, Gutiérrez R, Ledesma RI, Bañuelos R, Aguilera JI, Serna A. Influencia del sistema de pastoreo

con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano. I Vegetación nativa. *N Téc Pecu Méx*. 2006;44(2):203-17.

Escareño LM, Wurzinger M, Pastor F, Salinas H, Sölkner J, Iñiguez L. La cabra y los sistemas de producción caprina de los pequeños productores de la Comarca Lagunera, en el norte de México. *Rev Chapingo Ser Cienc for Ambient*. 2011;17(no. spe):235-46.

Herrera O, Vera R, Martínez E. Tamaulipas a través de sus regiones y municipios. Tomo VI. Ciudad Victoria, México: Gobierno de Estado Libre y Soberano de Tamaulipas; 2015. 215 p.

OEIDRUS. 2012. La caprinocultura en Tamaulipas. *Boletín de la OEIDRUS*. 2012;6(1) [acceso 30 ago 2017]. Disponible en: <https://tinyurl.com/y3nfxosk>.

Salinas-González H, Valle ED, Santiago ML, Veliz FG, Maldonado JL, Vélez LI, et al. Análisis descriptivo de unidades caprinas en el suroeste de la región lagunera, Coahuila, México. *Interciencia*. 2006;41(11):763-8.



SIAP - Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Estacionalidad de la producción ganadera. 2017 [acceso 10 mar 2019]. Disponible en: <https://tinyurl.com/yy995qkb>.

SMN. 2019. Servicio Meteorológico Nacional. Información climatológica por estado. 2019 [acceso 27 feb 2019]. Disponible en: <https://tinyurl.com/y2uqyqcg>.

Stehlik-Barry K, Babinec AJ. Data Analysis with IBM SPSS Statistics : Implementing data modeling, descriptive statistics and ANOVA. Birmingham, UK: Pack Publishing; 2017. p. 316-90.

PRODUCCIÓN

## Evaluación de días de medición necesarios para estimar el consumo residual del alimento en ovinos

Gracialda Ferreira de Ferreira\*, Gabriel Ciappesoni, Elly Ana Navajas, Diego Giorello, Jose Ignacio Velazco, Georgget Bancharo, Ignacio De Baribieri

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Tacuarembó, Uruguay.

### Resumen

Con el objetivo de estimar el consumo residual de alimento (CRA) de la forma más precisa y económica posible, se evaluaron diferentes tiempos en la determinación de consumo y peso vivo (PV) en ovinos (establecido 40 - 60 días). Se utilizaron 66 corderos Corriedale ( $357 \pm 14$  días de edad) sorteados por sexo y peso vivo en cinco corrales, que fueron alimentados *ad-libitum* con silo de alfalfa (19,7% PC, 33,9% FDN, 33,0% MS), con comederos y plataformas de pesaje electrónico automático. El período de evaluación fue de 44 días post-acostumbramiento, donde se evaluaron cuatro períodos, utilizando dos modelos: 1) consumo (P1: 44; P2: 34; P3: 24 y P4 :14 días) = PV metabólico+ ganancia de PV (regresión peso promedio diario por días) + Tipo de parto (1 o 2)+ corral de prueba+  $\epsilon$ , con CRA individual como residuo. 2) medidas repetidas por semana de los 4P (P1', P2', P3', P4')- consumo (media por semana) = PV metabólico+ ganancia de PV (diferencia de peso medio entre una semana y otra/7) + semana+ Tipo de parto+ corral+  $\epsilon$ , con CRA individual como residuo. Las correlaciones se determinaron mediante el Método de Spearman ( $p < 0,001$ ), donde para el modelo 1 la correlación entre P1 con P2, P3 y P4 fueron 0,96, 0,91 y 0,85, respectivamente. Para el modelo 2 la correlación entre P1' con P2', P3' y P4' fue 0,99, 0,99 y 0,98 respectivamente. Al utilizar el Método de Pearson ( $p < 0,001$ ), las correlaciones para el modelo 1 entre P1 con P2, P3 y P4 fueron 0,96, 0,90 y 0,84, en tanto que para el modelo 2 la correlación entre P1' y los otros tres períodos fue 0,99. La correlación más alta entre los dos modelos (0,95, Spearman y Pearson) se registró entre P3 y P3'. Esos resultados preliminares indican la posibilidad de reducir los días de prueba utilizando el modelo de medidas repetidas al contar con peso vivo diario de los animales.

**Palabras clave:** Consumo residual del alimento. Eficiencia de conversión. Ovinos.

---

PRODUCCIÓN

## Evaluación de la aceptación de tecnologías y manejos en productores del sector social en Tlaxcala, México

---

Gabriela Castillo Hernández\*, Omar Salvador Flores, Miguel Ángel Pérez Razo, José De Lucas Tron

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar la adopción de tecnologías en 23 rebaños a través de la capacitación de productores del sector social en el Estado de Tlaxcala. Partiendo de un diagnóstico previo que determinó limitantes de los sistemas, se eligieron 10 tecnologías que pudieran resolver igual número de problemas detectados. Para ello se capacitaron a los productores sobre los objetivos y beneficios de las tecnologías elegidas, las cuales fueron: implementar bitácoras de trabajo, registro de animales, identificación del rebaño, separación de machos, programación de empadres, aplicación de selenio, destetes, desparasitación fundamentada, aumento en el tiempo de pastoreo y *creep feeding*. El periodo de capacitación se hizo a lo largo de 10 meses. Al año se avaluó la adopción o no. para el análisis, se consideraron tendencias, porcentajes o proporciones según el caso. Todos identificaron el ganado con aretes plásticos (26% vs 100%), adoptaron la bitácora 4% vs 91% y por ende registra los eventos del rebaño como: nacimientos, muertes, manejos, aplicaron selenio de acuerdo a necesidades 17% vs 100%, el desparasitaron después de diagnóstico de laboratorio 0 vs 87%, aumentaron de una a dos horas el tiempo de pastoreo 0% vs 65%, destetaron sus corderos en forma programada 22% vs 57%, programaron empadres 0% vs 39%, el separaron los machos del rebaño 0% vs 35%, y 9% vs 26% utilizó *creep feeding*. Destaca que las tecnologías o manejos adoptados fueron por voluntad de los productores, este trabajo es de los pocos que evalúan transferencia de tecnología.

**Palabras clave:** Ovinos. Tecnología. Transferencia. Productores sociales.

PRODUCCIÓN

## Evaluación de la adopción tecnológica en pequeños productores en Chile central: introducción de ovinos de pelo en el secano costero de la Región de O'Higgins

Constanza del Río, José Luis Riveros\*

Departamento Ciencias Animales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

### Resumen

En Chile los ovinos han disminuido en 28,8% entre 2007/2017 (INE, 2017), conduciendo a una especialización productiva. Pese a lo anterior, > 80% del ganado pertenece a la agricultura familiar campesina (AFC), caracterizada por baja tecnificación, comercialización informal y asentarse en zonas de baja productividad, como el secano central de Chile. Este territorio requiere de animales de alta rusticidad donde la raza más utilizada ha sido Suffolk Down. Sin embargo, dada su baja calidad de lana y el incremento del costo de esquila, se ha proyectado especializar la producción hacia carne. Nuestro trabajo evaluó la percepción de los ganaderos sobre la introducción de razas de pelo mediante hibridaje en rebaños doble propósito. Se realizó en la Región de O'Higgins comuna de Marchigüe (34°24'00"S 71°38'00"O), mediante entrevistas individuales basado en 48 preguntas cerradas y cinco abiertas. Los resultados indican una duración 30-40 minutos por encuestado con una cobertura de 22,4% del total comunal (46 ganaderos). Estos alcanzan los 61,6 ± 12,3 años de edad donde el 65% posee menos de 8 años de escolaridad. La producción está orientada a la carne para venta y autoconsumo, con una base racial Suffolk (81% de los encuestados). En su totalidad declaran estar conformes con su raza, pero insatisfechos con la calidad y precio de lana (76%), principalmente por el costo de la esquila (81%), donde el 69,6% quiere mejorar algún parámetro productivo del rebaño, siendo rendimiento de canal el principal (30%). Al considerar introducir una nueva raza a su rebaño, el 65% de los encuestados prefieren mantener las características físicas de Suffolk. Por lo cual, la introducción del paquete tecnológico mediante el hibridaje permitiría especializar aún más la producción cárnica, dando como resultado el aumento del rendimiento de canal y eliminación de lana del rebaño.

**Palabras clave:** Adopción tecnológica. Ovinos de pelo. Pequeños productores. Chile central.

PRODUCCIÓN

# Factor de localización espacial como determinante de la competitividad territorial en la caprinocultura mexicana

Gabriela Rodríguez Licea<sup>1</sup>, José Guadalupe Gamboa<sup>2</sup>, María del Rosario Santiago Rodríguez<sup>1\*</sup>, María Zamira Tapia Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Universitario UAEM Amecameca, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Amecameca de Juárez, México

<sup>2</sup> Universidad del Mar, Oaxaca, México

## Resumen

Ante la poca participación que tiene la caprinocultura en el Subsector Pecuario Mexicano, se estima la correlación espacial regional para identificar clusters que impulsen la competitividad de la cadena productiva caprina. A través del análisis exploratorio del volumen de la producción de carne en canal de caprino acumulado en 2000/17, de la estimación del estadístico de dependencia espacial y del Indicador Local de Asociación Espacial; se encontró evidencia de dependencia espacial entre tres estados de la Región Norte y tres de la Península, resultado que fue soportado con un valor del Índice de Moran positivo (0,2203) con una  $p = 0,0225$ : se demuestra que la vecindad de los estados productores no afectaría la conformación de clusters. Con la Prueba de LISA se identificaron grupos estadísticamente significativos que soportan la evidencia de que la concentración espacial de la producción favorece la conformación de clusters e impulsa la competitividad cadena productiva caprina.

**Palabras clave:** Autocorrelación espacial. Índice de Moran. Prueba de LISA.

## Introducción

En México, la carne constituye un componente importante en la nutrición de la población; no obstante, existe déficit o superávit en la oferta estatal de este producto de origen pecuario. Esta dinámica se repite en cada especie pecuaria de consumo doméstico; aunque, particularmente la carne de caprino se ha caracterizado por ser la de menor participación al representar solo el 0,72% de las 5,25 millones de toneladas de carne en canal que se producen en promedio al año en el país.

Bajo el panorama planteado, el objetivo es identificar a través de correlación espacial regional de la producción de carne en canal de caprino, la conformación de cluster que impulsen la integración de la cadena productiva y la competitividad.

## Material y métodos

La metodología se basa en Anselin (1988, 1995), quien a través de la econometría espacial estableció la relación funcional entre un punto

dado en el espacio y lo que ocurre en cualquier otro punto. Se realizó un análisis exploratorio del volumen acumulado de la producción de carne en canal de caprino durante 2000/17; y, a través del Exploratory Spatil Data Analysis se establecieron características espaciales de los indicadores productivos para identificar clusters. Se parte de que la autocorrelación espacial es positiva si un fenómeno en una región propicia su expansión a regiones circundantes y dicha expansión genera la concentración del mismo; y, negativa, cuando fenómenos en una región dificultan la aparición de estos en regiones vecinas.

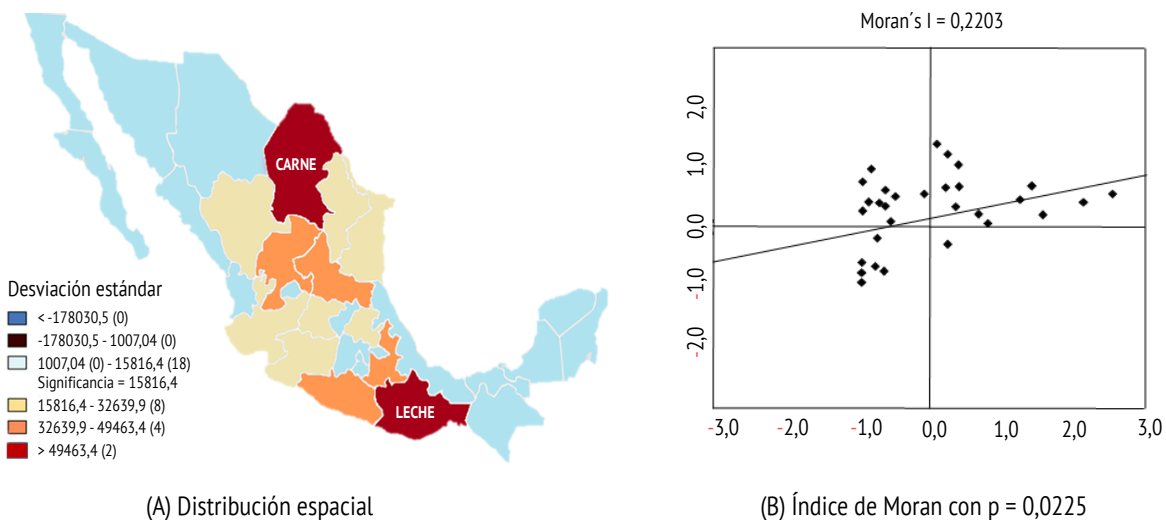
Utilizando la matriz de pesos espaciales se estimó el Índice de Moran (IM) (Moran, 1948) y se graficó el resultado de dispersión desagregado por tipo de asociación espacial en cuatro categorías asociadas a cada cuadrante (C) del plano cartesiano: C-I, estados con alta producción rodeados por vecinos altamente productivos [ $X_{\text{alto}}$  vs  $Y_{\text{alto}}$  (++/positivo)]; C-II, estados con baja producción rodeados de estados con alta producción [ $X_{\text{bajo}}$  vs  $Y_{\text{alto}}$  (-+/negativo)]; C-III, estados con baja producción rodeados de estados poco productivos [ $X_{\text{bajo}}$  vs  $Y_{\text{bajo}}$  (--/positivo)]; C-IV, estados con alta producción rodeados por vecinos poco productivos [ $X_{\text{alto}}$  vs  $Y_{\text{bajo}}$  (+-/negativo)]. La condición multidireccional de dependencia espacial refiere que una región puede estar afectada por regiones contiguas o vecinas que la rodean y que ella puede

afectar a éstas; por tal motivo, se realizó un análisis local a través de la prueba de LISA para evaluar la aleatoriedad espacial comparando los valores del indicador en cada estado con estados vecinos.

### Resultados y discusión

El análisis exploratorio permitió identificar la dinámica de la producción de carne en canal de cabra y mapear su distribución geográfica (véase Figura 1a), a partir de la cual se identificó que en 2000/17 Coahuila, Oaxaca, Puebla, Zacatecas, San Luis Potosí y Guerrero generaron conjuntamente el 51,9% de la producción nacional; destaco el primero en el norte en producción de carne y el último en el sur en leche.

En el occidente se registró un incremento en la producción por parte de Michoacán, Jalisco y Guanajuato en 5,84, 5,28 y 4,59 por ciento, respectivamente, favoreciendo así la conformación de clusters. Los resultados anteriores son soportados con el IM, a través del cual se identificó autocorrelación espacial positiva baja respaldada con el siguiente valor  $IM_{\text{caprino}} = 0,2203$ ; con probabilidad de 0,0225 (véase Figura 1b). Bajo este escenario se rechaza la hipótesis nula de aleatoriedad, mostrando evidencia de que la dependencia espacial positiva es significativa.

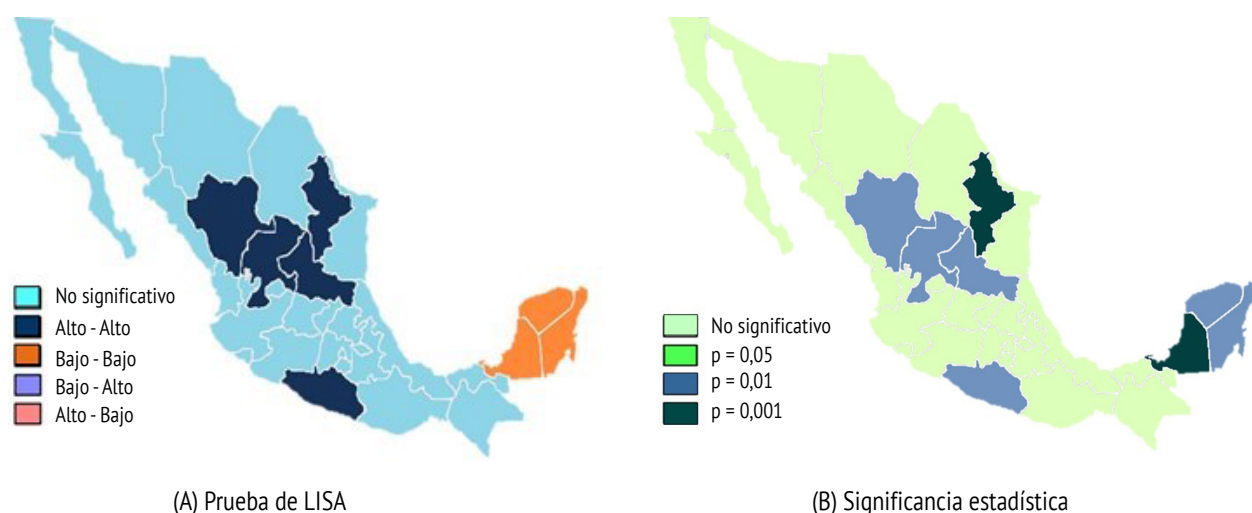


**Figura 1** - Distribución espacial de la producción de carne en canal de caprino, 2000-2017. Elaboración propia con OpenGeoDa ver. 0,9,8,14; a partir de datos de la CNOG, 2018.

A través de la prueba de LISA se identificaron dos asociaciones estatales (Figura 2a y 2b): Norte, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí y Nuevo León podrían especializarse en cabrito y cubrir el mercado de Monterrey; Península, Campeche, Yucatán y Quintana Roo deberían implementar nuevos sistemas productivos y reestructurar los existentes a fin de impulsar la integración de la cadena productiva.

Los resultados se asemejan a los reportados por Rodríguez-Licea et al. (2016), quienes aplicando econometría espacial encontraron que,

excepto por Guerrero, las entidades de mayor producción tienen las características técnico-productivas para impulsar la competitividad regional a través de clusters. Por otro lado, las evidencias empatan con el trabajo de Rodríguez et al. (2011), autores que señalan que a pesar de que Oaxaca ocupa la segunda posición en la producción caprina nacional, ésta actividad se desarrolla por ramoneo y trashumancia con la única finalidad de conservar la tradición sociocultural representativa de Huajuapán de León que es el mole de caderas.



**Figura 2** - Indicadores de Asociación Espacial Local: carne en canal de caprino, 2000-2017. Estimación propia con OpenGeoDa ver. 0,9,8,14; a partir de datos de la CNOG, 2013.

## Conclusión

El análisis exploratorio de datos y mapeo de la distribución geográfica evidenciaron el grado de concentración espacial de la producción de carne de caprino en México en 2000/17; y, a partir del análisis de autocorrelación se identificaron clusters entre estados del norte y península, cuyo patrón de distribución espacial estableció una relación entre sus características productivas que favorecen el impulso de la competitividad. El alcance de los resultados se verá reflejado en el sector agropecuario mexicano, aunado a esto, se contribuirá a reducir la brecha en la literatura de esta área de investigación, y se coadyuvará a la toma de decisiones.

## Referencias

- Anselin L. Spatial Econometrics: Methods and Models. London: Kluwer Academic Publishers; 1988.
- Anselin L. Local Indicators of spatial association-LISA. *Geographical Analysis*. 1995;27(2):93-115.
- Moran P. The interpretation of statistical maps. *J R Stat Soc*. 1948;10(2):243-55.
- Rodríguez G, Gamboa J, García J, Rivera J. Tradición sociocultural de la caprinocultura en el estado de Oaxaca: un análisis sobre el potencial económico en beneficio de la región de Huajuapán de León. En: Cavalloti BA

et al. (Eds.). La ganadería ante el agotamiento de los paradigmas dominantes. Vol. 2. Texcoco, México: Universidad Autónoma de Chapingo; 2011. p. 321-34.

Rodríguez-Licea G, García-Salazar JA, Hernández-Martínez J. Identificación de conglomerados para impulsar las cadenas productivas de carne en México. *Agromeso*. 2016;27(2):353-65.



PRODUCCIÓN

# Fertilizante orgánico mineral en la producción sustentable de ovejas de pelo en la Amazonía Ecuatoriana

Juan Carlos Moyano Tapia<sup>1,2\*</sup>, Juan Pablo Garzon<sup>2,3</sup>, Ana Karina Suin Arévalo<sup>4</sup>, Hendry Francisco Patiño Ordóñez<sup>4</sup>, Pablo Roberto Marini<sup>2,5,6</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica, Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador

<sup>2</sup> Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras (CLEPL), Santa Fe, Argentina

<sup>3</sup> Estación Experimental del Austro, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Ecuador

<sup>4</sup> Departamento de Investigación La Colina Cía. Ltda, Ecuador

<sup>5</sup> Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR), Santa Fe, Argentina

## Resumen

El objetivo del trabajo fue evaluar la utilización de un fertilizante orgánico-mineral para lograr un manejo sustentable de la producción de ovejas de pelo en la Amazonía Ecuatoriana pertenecientes al Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica. El ensayo se realizó en ocho potreros de 2500 m<sup>2</sup> durante el año 2018, los ovinos permanecieron en pastoreo de 7:00 am a 16:00 pm y durante 16 ± 2 días en dos potreros utilizados, siendo estabulados durante la noche con consumo de agua a voluntad. Todos los animales se pesaron y se tomaron muestras de forraje al ingreso y a la salida de cada potrero. El pasto utilizado fue *Arachis pintoii* y *Brachiaria brizantha*. Se utilizó el fertilizante orgánico mineral "Pasto leche" de empresa La Colina Cía. Ltda. y los ocho potreros se dividieron en cuatro tratamientos, teniendo ocho repeticiones, T: testigo sin fertilizar, F<sub>+1</sub>: 21,4 kg, F<sub>0</sub>: 10,7 kg y F<sub>-1</sub>: 5,36 kg. Las variables utilizadas fueron: kg Materia Seca (MS), Carga instantánea por m<sup>2</sup> en kg. Se probó si existían diferencias significativas mediante la aplicación de análisis de la variancia (ANOVA) a un criterio de clasificación y pruebas de comparaciones múltiples de Tukey- Kramer HSD (p = 0,05). Los valores promedios ± error estándar obtenidos fueron T: 373 ± 31 b kg MS, F<sub>+1</sub>: 573 ± 31 a kg MS, F<sub>0</sub>: 525 ± 31 a kg MS y F<sub>-1</sub>: 481 ± 31 ab kg MS y en el segundo ensayo T: 343 ± 24 c kg MS, F<sub>+1</sub>: 490 ± 24 a kg MS, F<sub>0</sub>: 440 ± 24 ab kg MS y F<sub>-1</sub>: 360 ± 24 ab kg MS. La carga animal que promedio año fue de 1100 kg de ovino, que implica una carga animal instantánea de 0,220 kg/m<sup>2</sup>/día. Se concluye que la utilización de un fertilizante orgánico de forma sistemática podría lograr una producción ovina de pelo sustentable de la Amazonía Ecuatoriana.

**Palabras clave:** Ovinos de pelo. Fertilizante orgánico-mineral. Sustentabilidad. Amazonía.

## PRODUCCIÓN

# Impacto de la aplicación de tecnologías y manejos sobre parámetros productivos en rebaños ovinos del sector social en Tlaxcala, México

Omar Salvador Flores<sup>1\*</sup>, Gabriela Castillo Hernández<sup>2</sup>, Miguel Ángel Pérez Razo, José de Lucas Tron<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias Pecuarias, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

## Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto de la aplicación de 17 tecnologías o manejos sobre parámetros reproductivos y productivos antes y después de su aplicación. Se evaluaron 104 rebaños de productores del sector social del Estado de Tlaxcala en el Altiplano Central de México. Las tecnologías (se citan en el trabajo de avances) derivaron de un diagnóstico estático y se implementaron. Para medir el impacto fueron considerandos 4 indicadores reproductivos (fertilidad, prolificidad, sobrevivencia al destete y tasa de destete) y un manejo integral (finalización de corderos), antes y después de la aplicación de las tecnologías. Para el análisis se utilizó el test t de Student. En el comportamiento de todos los indicadores se encontraron diferencias ( $p \leq 0,05$ ) en: fertilidad (ovejas paridas de expuestas al semental) 83,0% vs 93,2%, prolificidad (corderos nacidos de ovejas paridas) 1,09 vs 1,14, sobrevivencia de nacimiento al destete 84.5 % vs 93,9% y tasa de destete (corderos destetados de ovejas expuestas al semental) 0,78 vs 1.0. El número de corderos finalizados paso de 992 vs 1773. Estos resultados muestran signos de que las tecnologías y manejos propuestos mejoran la producción de rebaños y apoya la teoría de que toda nueva propuesta se debe basar en el conocimiento de los sistemas de producción y objetivo de los productores y no transferir aquellas que solo sean copia de otros lugares.

**Palabras clave:** Ovinos. Tecnologías. Productores. Parámetros productivos.

---

PRODUCCIÓN

# Importancia de la comunicación entre los participantes de una red de trabajo científico-productiva: el boletín electrónico

---

Adela Bidot<sup>1\*</sup>, Gustavo Castro<sup>2</sup>, Claudio Barragán<sup>3</sup>, Juan José Paretas<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones para el Mejoramiento Animal de la Ganadería Tropical (CIMAGT), La Habana, Cuba

<sup>2</sup> Facultad de Veterinaria de Montevideo (FVET), Montevideo, Uruguay

<sup>3</sup> Publicista privado

## Resumen

Los boletines electrónicos son usados generalmente con fines comerciales los cuales difunden con una frecuencia determinada, informaciones relacionadas con lo que se quiere vender. Sin embargo, se ha comprobado su utilidad cuando lo que se quiere enviar o compartir, está relacionado con otras esferas, como en el caso de la información científico-técnica. Los boletines electrónicos deberán contar con la aprobación de los usuarios, a través de la entrega de un producto de utilidad para la actividad que se realiza y en el proceso formativo, personal y profesional, evitándose saturar a los que lo reciben, de la información que éstos no necesitan o que no está relacionada con el grupo o Red a la cual pertenecen. Se debe elaborar un producto de calidad, con información variada y nueva en cada ocasión y con una frecuencia determinada pero fija, que estimule al usuario a que espere la llegada del Boletín en el período de tiempo en que el mismo debe llegar. Con este objetivo, en abril de 2016, salió a la circulación el primer número del Boletín de la Red Cubana de Pequeños Rumiantes (RECUPER), para divulgar todo el trabajo que se realiza con estas especies (ovinos y caprinos) a nivel nacional e internacional tanto en la docencia, la producción, los servicios y las investigaciones y como un sello para la identificación de la Red Cubana de Pequeños Rumiantes. Hasta el momento, lo reciben tanto los miembros de la Red, así como un número importante de especialistas que aún no pertenecen a la misma, con circulación nacional e internacional.

**Palabras clave:** Boletines electrónicos. Redes. Información técnica.

PRODUCCIÓN

# Innovación tecnológica en una unidad de producción caprina

Jorge Pedro Rivera-Sandoval <sup>1</sup>, Víctor Hugo Rincón-Núñez<sup>1</sup>, Sonia Patricia Castillo-Rodríguez <sup>2</sup>, Daniel López-Aguirre <sup>2</sup>, Juan Carlos Martínez-González <sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural del Gobierno de Guanajuato, Celaya, México

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), Victoria, México

## Resumen

La especie caprina en el Estado de Guanajuato, México está ampliamente distribuida, la información para este estudio se obtuvo de los registros productivos de unidades de producción (UP) del centro del Estado. El objetivo fue realizar un análisis socioeconómico de acuerdo a las características de las UP y de los productores. La información procedía de encuestas estructuradas a 30 productores y de sus registros productivos, las UP se localizaban en la comunidad de San Juan de la Cruz en el municipio de Santa Cruz de Juventino Rosas, Guanajuato. La comunidad se destaca por su producción agrícola de temporal, sembrando principalmente maíz, frijol, cebolla y sorgo. En materia de ganadería sobresale el ganado caprino para la producción de leche y carne (cabrito lechal). La comercialización de la leche es con las empresas Carol de Querétaro y Proleco de León, mientras que los cabritos se comercializan a través de intermediarios. Se identificaron cuatro grupos de productores, en donde reflejan que las particularidades tanto del entorno, de la UP y de los productores, determinan la cantidad de ingreso económico generado por la actividad, y no precisamente el número total

de animales, además la producción de leche destaca con mayores ingresos anuales que la producción de cabritos. En este sentido, es importante implementar proyectos estratégicos enfocados a la rentabilidad eficiente de la producción caprina. Se observó que la mayoría de las UP han generado utilidad aunque en la tienen poco de iniciado las lactancias, por lo que se está trabajando con entusiasmo. Se concluye que la transferencia y adopción de tecnologías es indispensable para un mejor desarrollo.

**Palabras clave:** Productores. Análisis socioeconómico. Prinos.

## Introducción

La caprinocultura en México se ha considerado como una actividad relegada a los productores de escasos recursos, encontrándose su mayor parte en unidades de producción de tipo extensivo (Martínez et al., 2017). Las condiciones de manejo y alimentación no son las más recomendadas para este

tipo de ganado, siendo por esto que los productos no son bien aceptados por los consumidores, por la carencia de calidad. Andrade-Montemayor (2017) mencionó que la caprinocultura se realiza principalmente como una actividad familiar o de traspatio, complementaria con otras actividades agropecuarias, representando sólo una parte del sustento familiar. Pero en la actualidad gracias al interés de productores, investigadores y autoridades, la caprinocultura ha repuntado (Escareño et al., 2011).

El manejo del ganado caprino impone nuevos retos en los años venideros del siglo XXI para atenuar los efectos negativos que el hombre ocasiona al ecosistema. En este sentido, Flores y Ramírez (2013) informaron que existen diferentes alternativas que permiten revertir este proceso, tal como la crianza sostenible, basada en el uso de insumos disponibles en la finca y que considera de forma integral los aspectos socioculturales y económicos, lo que posibilita evaluar la realidad que se vive en las zonas rurales. Los caprinos juegan un papel importante en la relación ecológica y socioeconómica de la región semidesértica del noroeste del país (Salinas et al., 1991).

Por otro lado, los productores se han integrado como grupo ganadero de validación y transferencia de tecnología (GGAVATT), que en materia de cabras es uno de los más avanzados del país (Rivera-Sandoval et al., 2015). Gracias a esta organización han tenido acceso a los apoyos de los programas de activos productivos para sufragar sus tareas y la compra de reemplazos.

En México, la demanda de productos lácteos provenientes de las cabras sigue una tendencia en aumento y es llevada a algunas regiones para la integración de la cadena producción-comercialización (Gómez, 2007). Este es el caso de la Comarca Lagunera en el norte de México, el área más importante de producción de leche caprina en el país, donde se involucran aproximadamente 9 mil unidades productoras de leche caprina pertenecientes a los pequeños productores (GEC, 2009). Motivados por las oportunidades dentro del mercado, los pequeños productores han iniciado diferentes niveles de intensificación de la producción. Sin embargo, aún siguen frente a una productividad baja debido a las deficiencias en

todas las áreas de producción animal (Gómez, 2007; Vargas et al., 2007).

En Guanajuato, las unidades de producción de caprinos se ubican en todo el Estado. La actividad caprina se desarrolla en condiciones marginales, lo que está asociado con familias que han diversificado sus actividades agrícolas (Martínez et al., 2002).

Por lo anterior el objetivo de este trabajo fue analizar los impactos de la innovación tecnológica en las unidades de producción caprina en el centro del Estado de Guanajuato.

## Material y métodos

La información procede de unidades de producción caprina ubicadas en el municipio de Santa Cruz de Juventino Rosas, en el Estado de Guanajuato. Se encuentran ubicadas en su porción centro-norte, en un valle al pie de la Sierra de Codornices, parte de la Sierra Central de Guanajuato. El clima es semicálido, semiseco y templado subhúmedo; la temperatura media anual es de 18.8 °C. La altitud promedio sobre el nivel del mar es de 1,878 metros. El uso del suelo, en el 80% de la superficie es agrícola, de riego y temporal, en planicies (INAFED, 2017).

El grupo de productores que integran el GGAVATT Nuevo San Juan, se dedican a la producción agrícola de temporal, sembrando principalmente maíz, frijol, cebolla y sorgo. En materia de ganadería utilizan los caprinos (producción de leche y cabrito lechal). La comercialización de la leche es a través de las empresas Carol de Querétaro y Proleco de León y el cabrito se comercializa con intermediarios.

El grupo estaba integrado por hombres y mujeres cuya fuente de ingresos es mixta (caprinocultura y empleos en otras actividades), la mano de obra es netamente familiar.

Se utilizó la información recopilada de las encuestas mediante dialogo directo para determinar la situación tecnológica del grupo. Solo el 20% llevaba registros de fecha y peso al nacer, un 73% empezó a registrar la producción de leche. El 90 y 66% usaban el empadre controlado y utilización de sementales de registro, respectivamente. En la parte sanitaria el 83% estaba en el programa de control de brucelosis y 77% realizaba pruebas de mastitis.

Derivado del análisis de las encuestas se identificaron las problemáticas por disciplina, el programa de trabajo fue consensado con los productores.

## Resultados y discusión

El GGAVATT Nuevo San Juan estaba integrado por 30 productores con igual proporción de hombres y mujeres. El promedio de edad y escolaridad eran de 47 años y quinto de primaria, respectivamente. Rivera-Sandoval et al. (2015) encontraron un promedio de edad similar (49 años). Sin embargo, se observa una tendencia a que las personas de la tercera edad son los que cuidan las cabras.

La mano de obra era familiar (100%) y un productor dependía exclusivamente de los ingresos de la UP. Pero en general los productores reportaron que la cantidad de dinero proveniente de esta actividad representa el 50% o menos de sus ingresos totales.

El inventario ganadero para este grupo, era de 901 cabezas con un promedio de 30 cabras por productor. Se logró que el 93.3% descornara a las cría y animales adultos para disminuir las lesiones por cornaduras. Del mismo modo, el 80.0 % identifico (aretas) a los animales en producción. Además, el 73.3 % acepto la utilización de raciones balanceadas y el 90% de los animales fueron inmunizados contra enfermedades respiratorias y gastroentéricas. Por su parte el 50% de los productores aceptaron la siembra de maíz para uso forrajero con el fin de abaratar la alimentación de los animales en la UP.

Además, el 66.7 % de los productores fueron capacitados para dar valor agregado a la producción primaria, como por ejemplo acopiar y enfriar la leche. Se realizaron diez cursos de capacitación sobre temas diversos.

De la información proporcionada por los productores se calculó que la edad al primer parto y los intervalos entre partos fueron de  $39.3 \pm 7.7$  y  $19.5 \pm 8.1$  meses para bovinos y de  $12.9 \pm 3.2$  y  $7.9 \pm 2.8$  meses para caprinos, parámetros que están por debajo de los recomendados como normales. Existen prácticas de administración y manejo de

ganado que pudieran implementarse para mejorar los aspectos productivos en las UP.

De las actividades con mejor diferencial tecnológico fueron la reproducción y genética con 13.0 % más que al inicio de ciclo. Mientras que la administración y valor agregado, así como las actividades de conservación del medio ambiente fueron las mejor atendidas con 27.8 y 22.2 %, respectivamente.

Se identificó con aretes (SINIIGA) todo el rebaño para el registro de fecha y peso al nacimiento. En nutrición la tecnología que más sobresalió, fue la suplementación de hembras antes del parto y el empadre controlado con sementales de registro.

Los indicadores técnicos que más sobresalieron con respecto a las metas estatales fueron el peso al nacimiento y el porcentaje de mortalidad con 0.80 g y 2.8 % de mortalidad (DOF, 2015).

En cuanto a los indicadores técnicos de producción de leche se observó que las cabras del grupo de productores no cumplían con la meta estatal debido a que aun se encontraban en parición las cabras. Sin embargo, ya superaban en 30 g la producción de leche por día en ordeño.

Por último, en los indicadores económicos se observó que la mayoría de las UP han generado utilidad, aunque tienen poco de iniciadas las lactancias y en otras se acaban de vender los cabritos por lo que se está trabajando con entusiasmo, confiados en que periodo se estará cerrando con buenos dividendos.

## Conclusión

La transferencia y adopción de tecnologías es indispensable para el productor. Las capacitaciones y giras tecnológicas han permitido al grupo un mejor desarrollo en el cambio y adopción de tecnologías. Falta incorporar a la totalidad de los integrantes del grupo.

## Referencias

Andrade-Montemayor HM. Producción de caprinos en México. Tierras Caprino. 2017;18(1):24-7.

DOF (Diario Oficial de la Federación). Meta del Plan Estratégico del Componente de Extensión e Innovación Productiva. 2015 [acceso 9 abr 2015]. Disponible en: <https://tinyurl.com/y3jka2xr>.

Escareño SLM, Wurzinger M, Pastor LF, Salinas H, Sölkner J, Iñiguez L. La cabra y los sistemas de producción caprina de los pequeños productores de la Comarca Lagunera, en el norte de México. *Rev Chapingo Ser Cienc For Ambient*. 2011;17(no. spe):235-46.

Flores J, Ramírez C. La política académica del Sistema de Centros Regionales. *Aquí Centros Regionales*. 2013;64(1):39-48.

GEC (Gobierno del Estado de Coahuila). 2009 [acceso 9 abr 2015]. Disponible en: <http://www.coahuila.gob.mx>.

Gómez W. Producción caprina como un elemento articulado en el desarrollo rural en el Altiplano potosino [disertación]. San Luis: Universidad Autónoma de San Luis Potosí; 2007. 173 p.

INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). Municipio de Santa Cruz de Juventino Rosas. 2017 [acceso 9 mar 2018]. Disponible en: <https://tinyurl.com/y25g49wd>.

Martínez JC, Zúñiga JH, Soto JJ, de León R. Peso al nacer y a la venta de cabritos en un sistema de pastoreo trashumante en Burgos, Tamaulipas. Memoria. II Taller sobre sistemas de producción ovina del Noreste y Golfo de México; 26-29 nov 2002; Victoria, Tamaulipas, México. Universidad Autónoma de Tamaulipas; 2002. p. 61-3.

Martínez-González JC, Castillo-Rodríguez SP, Villalobos-Cortés A, Hernández-Meléndez J. Sistemas de producción con rumiantes en México. *Cien Agrop*. 2017;26(1):132-52.

Rivera-Sandoval JP, Martínez-González JC, Castillo-Rodríguez SP. Evaluación técnica y económica de un grupo de caprinocultores del Municipio de Abasolo, Guanajuato, México. Congreso Internacional de la Red-E-Mun. IX "Los retos de los Gobiernos Locales en la Sociedad del Conocimiento". Ciudad Universitaria Rodrigo Facio: Universidad de Costa Rica; 2015. p. 117-26.

Salinas H, Ávila JL, Falcón A, Flores R. Factores limitantes en el sistema de producción de caprinos en Zacatecas, México. *Turrialba*. 1991;41(1):47-52.

Vargas S, Larbi A, Sánchez M. Analysis of size and conformation of native creole goat breeds and crossbreds used in smallholder agrosilvopastoral systems in Puebla, México. *Trop Anim Health Prod*. 2007;39(4):279-86.

PRODUCCIÓN

# La ovinocultura social en México: características e importancia

Beatriz Aranda Melo<sup>1</sup>, Norma Angélica Herrera Barrera<sup>1</sup>, José Francisco Rojas Rojas<sup>1</sup>, Carlos Antonio López Díaz<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Especialidad en Producción Animal Ovinos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

<sup>2</sup> Departamento de Economía, Administración y Desarrollo Rural, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

## Resumen

Mediante la revisión de la estadística oficial disponible y de la revisión de 22 artículos del año 2000 a la fecha sobre sistemas de producción ovina en México, se dimensiona y caracteriza a la ovinocultura social. Se identificó una ausencia en la estadística oficial, de variables que permitan dimensionar adecuadamente la ovinocultura que se lleva a cabo en tierras de uso común en México. La revisión de la literatura muestra, por un lado, el reconocimiento de la importancia de la mano de obra familiar, los esquilmos agrícolas y los pastos comunales en los sistemas ovinos en México, mientras que, por otro lado, denota la ausencia del análisis de la problemática del manejo comunitario de los agostaderos y la falta del enfoque de género.

**Palabras clave:** Ovinos. Campesinos. Tierras comunales. México.

## Introducción

Aunque la carne de borrego representa apenas el 1,44% del total del valor de la producción de carne en México, la ovinocultura es una actividad importante por su papel social y su vínculo con el uso de grandes superficies de recursos naturales. A escala mundial, la ovinocultura mexicana tiene un lugar relevante, pues en cuanto a inventario, el país ocupa el lugar número 38 a escala mundial, con 8,9 millones de cabezas, mientras que, con respecto a la producción de carne, México ocupa el lugar 36, con un total de 61.606 millones de toneladas producidas en 2017 (FAO, 2012).

Lo mismo que ocurre en muchos países, la ovinocultura en México se lleva a cabo principalmente en sistemas pastoriles de pequeña escala. México cuenta con una estructura agraria particular derivada de la Revolución Mexicana



que, a partir del Artículo 27 de la Constitución, estableció en 1917 una Reforma agraria restitutiva, antilatifundista, comunitaria y en la que se estableció la obligación del Estado mexicano de dotar de tierra a los campesinos que no la tuvieran (Warman, 2001). De esta manera, 54% de la tierra en México se encuentra bajo el régimen ejidal, lo que representa un total de 102 millones de hectáreas.

Del total de superficie social, 64 millones de hectáreas son tierras de uso común, las cuales son un elemento fundamental de la estructura agraria mexicana; estas, de acuerdo con la Ley agraria, "constituyen el sustento económico de la vida en comunidad del ejido" (México, 1992), y representan un enorme recurso en términos económicos, ecológicos y culturales.

Las tierras de uso común albergan una gran diversidad de recursos naturales, dentro de los que se encuentran bosques, corrientes y cuerpos de agua, fauna silvestre, y agostaderos. Estos últimos son, en términos de extensión y uso, los más importantes ya que representan alrededor del 80% de las tierras de uso común. Es esta superficie la que tiene una relevancia fundamental para la ovinocultura en México, pues una parte importante de ella se basa en el pastoreo de rebaños en agostaderos ejidales bajo el régimen de uso común.

### **Definición de la ovinocultura social**

Definimos en este trabajo la ovinocultura social como la cría de ovinos, mayormente para la producción de corderos al destete o finalizados, que llevan a cabo productores rurales como parte de sus estrategias de diversificación productiva. La actividad tiene como objetivo el aprovechamiento de algunos recursos de los que dispone la unidad familiar, específicamente tierras de labor, agostaderos, mano de obra y esquilmos agrícolas. Un elemento esencial de la economía social es que existe la propiedad compartida de algunos recursos; en el caso de la ovinocultura social, son los pastos base de la alimentación del ganado, los que se encuentran bajo el régimen de tierras de uso común.

Pese a la importancia que reviste la ovinocultura social en México, este sistema no está definido ni dimensionado adecuadamente en la literatura

académica. Los productores de estos sistemas son típicamente clasificados como parte de los sistemas de subsistencia, familiares y de pequeña escala, que, aunque no son excluyentes, no analizan la relevancia que la forma de propiedad de los pastos y las relaciones comunitarias y familiares tienen para el sistema. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es el de dimensionar y analizar las características de la ovinocultura social.

### **Material y métodos**

Se revisaron las fuentes de información estadística disponibles y se realizó una revisión bibliográfica de 22 trabajos académicos del año 2000 a la fecha, que trataran sobre sistemas de producción ovina en México.

### **Resultados y discusión**

#### **Dimensión de la ovinocultura social**

Los sistemas de información nacionales no permiten identificar la dimensión de la ovinocultura social. Las estadísticas por municipio o distrito rural que brinda el Sistema de Información Agroalimentaria (SIAP, 2016) no incluyen variables que permitan diferenciar a las unidades de producción rural que basan la alimentación del ganado en tierras de uso común. Lo mismo ocurre con los datos que proporciona el Padrón Ganadero Nacional (SAGARPA, 2018). Desde el VII Censo Agrícola - Ganadero de 1991, no se incluyen en un mismo instrumento variables que permitan vincular la forma de propiedad, en particular las tierras de uso común, con la producción ovina. En ese año, 74% de la ovinocultura se considera de carácter familiar y de este, 64% se realiza en ejidos. Estos datos son demasiado lejanos para considerarse adecuados para dimensionar la situación actual de la ganadería social, además que no permiten identificar cuántas unidades de producción basan la alimentación del ganado en tierras de uso común.

Los datos más recientes disponibles a nivel de unidad de producción se pueden obtener del Padrón Ganadero Nacional (PGN) (SAGARPA, 2018). Cabe

señalar que el PGN no es un censo, sino un registro de aquellos productores que han dado de alta su unidad de producción pecuaria, generalmente para cumplir algún trámite administrativo o para acceder a algún programa de apoyo gubernamental. Los datos del PGN están agregados por municipio, con lo que es posible estimar el tamaño medio de los rebaños por municipio. Para este trabajo tomó como tamaño del rebaño el número de vientres, de tal manera que el tamaño medio de los rebaños registrados en el PGN es de 40.5 cabezas por rebaño. Por otro lado, se puede estimar que 50% de los rebaños nacionales son menores a 30 vientres, 78% menores a 50 vientres y 95% menores a 100 vientres. Así, podemos afirmar que la ovinocultura nacional se realiza en rebaños pequeños; sin embargo, como se mencionó antes, no es posible identificar el número de unidades de producción que basan la alimentación del ganado en tierras de uso común.

### **Características de la ovinocultura social**

En la literatura se define a la ovinocultura mexicana como atrasada tecnológicamente y con poca vocación empresarial (Ordaz et al., 2012). Sin embargo, la persistencia en el tiempo de estos sistemas obliga a reconocer las funciones que cumplen y por las cuales, pese al tamaño pequeño y baja productividad, los ejidatarios deciden continuar manteniéndolos.

Considerando que la mano de obra es uno de los recursos más importantes de las unidades de producción campesina, la ovinocultura sirve para aprovechar mano de obra familiar que puede encontrar dificultades para encontrar empleo fuera de la unidad de producción, ya sea porque sea poco productiva, como en el caso de los adultos mayores, o como en el caso de las mujeres y los niños y jóvenes (Arriaga-Jordán et al., 2005; Espejel-García et al., 2015), que deben combinar otras actividades con el cuidado de los ovinos, tales como la atención de la casa o la escuela (Perezgrovas Garza y Castro Gómez, 2000). Cabe señalar, sin embargo, la ausencia del enfoque de género en las descripciones de los sistemas de producción ovinos, lo que lleva a la invisibilización del trabajo de la mujer, así como de las relaciones de conflicto y competencia

que ocurren al interior de las unidades familiares (Vázquez-García, 2013).

En varios de los estudios revisados se señala la naturaleza comunal de la propiedad de las tierras en las que se pastorea el ganado (Perezgrovas Garza y Castro Gómez, 2000; Parsons et al., 2010; Galaviz-Rodríguez et al., 2011; Hernández et al., 2011; Vázquez-García, 2013; Castillo et al., 2014; Espejel-García et al., 2015; Vázquez-Martínez et al., 2018; Díaz-Sánchez et al., 2018), sin embargo, en ninguno se analizan los problemas derivados de esta forma de propiedad, comúnmente asociada en la literatura económica con el deterioro ambiental, concretamente, con el sobrepastoreo. De esta manera, también quedan generalmente fuera de la discusión de los estudios revisados, el tema de la sustentabilidad ambiental, asociado a la forma de propiedad de la tierra además de que no se discuten temas relacionados con la emisión de gases de efecto invernadero.

En la mayoría de los artículos se resalta la vinculación de la producción ovina con la producción agrícola, particularmente con el aprovechamiento de esquilmos agrícolas, ya sea como pastura de corte o bien como rastrojos en el campo.

### **Conclusión**

La revisión de la literatura sobre análisis de sistemas de producción ovina en México, permite identificar que la mayoría de los estudios se refieren principalmente a sistemas familiares, más que a los llamados sistemas empresariales. Así, los investigadores tienen presente la importancia en cuanto a dimensión y a las funciones que cumplen los sistemas ovinos en las economías campesinas. Sin embargo, aunque es frecuentemente reconocido que la base de la alimentación en estos sistemas son los pastos de tierras de uso común, los investigadores no analizan las complejidades que involucra el manejo sostenible de este recurso. Por otro lado, las estadísticas nacionales no proveen de variables que permitan dimensionar adecuadamente ovinocultura social, ni su impacto en la base de recursos naturales.

Se recomienda incorporar el tema del aprovechamiento sostenible de las tierras de uso

común, el impacto ambiental, el enfoque de género, así como la teoría de la economía campesina, en los análisis de sistemas de producción ovina en México, así como la inclusión de variables referentes a la forma de propiedad en las estadísticas nacionales.

## Referencias

- Arriaga-Jordán CM, Pedraza-Fuentes AM, Nava-Bernal EG, Chávez-Mejía MC, Castelán-Ortega OA. Livestock agrodiversity of Mazahua smallholder campesino systems in the highlands of Central Mexico. *Hum Ecol*. 2005;33(6):821-45.
- Castillo IO, Martínez JDL, Vázquez CV, Sosa ES, Ramírez MER. Microeconomic analysis of Representative Production Units of sheep meat in Mexico under a semi intensive production system. *Rev Mex Agroneg*. 2014;34:720-8.
- Díaz-Sánchez CC, Jaramillo-Villanueva JL, Bustamante-González A, Vargas-López S, Delgado-Alvarado A, Hernández-Mendo O, et al. Evaluación de la rentabilidad y competitividad de los sistemas de producción de ovinos en la región de Libres, Puebla. *Rev Mex de Cienc Pecuarias*. 2018;9(2):263-77.
- Espejel-García A, Barrera-Rodríguez AI, Rodríguez-Moreno A, Santiago-Vargas ML. Caracterización de los productores y dinámica de adopción de innovación en el municipio de Villa Victoria, Estado de México. *Ra Ximhai*. 2015;11(5):17-34.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT Statistics Database; Roma. 2012 [acceso 12 mar 2019]. Disponible en: <https://tinyurl.com/y4tkwdlq>.
- Galaviz-Rodríguez JR, Vargas-López S, Zaragoza-Ramírez JL, Bustamante-González A, Ramírez-Bribiesca E, Guerrero-Rodríguez JD, et al. Evaluación territorial de los sistemas de producción ovina en la región nor-poniente de Tlaxcala. *Rev Mex de Cienc Pecuarias*. 2011;2(1):53-68.
- Hernández PP, Arroniz JV, Molina HC, Martínez BC, Rivera PD, Ortiz SL. Análisis descriptivo de los sistemas de producción con ovinos en el estado de Veracruz, México. *Rev Cient FCV-LUZ*. 2011;21(4):327-34.
- México. Ley Agraria DOF 26-02-1992. Diario Oficial. Secretaría de la Reforma Agraria; 1992.
- Ordaz JAC, Pérez JT, González AT, Reyes PR. La producción ovina mexicana: particularidades y complejidades. México, DF: Editorial Ariadna; 2012.
- Parsons D, Nicholson CF, Blake RW, Kettering QM, Ramírez-Aviles L, Cherney JH, et al. Application of a simulation model for assessing integration of smallholder shifting cultivation and sheep production in Yucatán, Mexico. *Agric Syst*. 2011;104(1):13-9.
- Perezgrovas Garza R, Castro Gámez H. El borrego Chiapas y el sistema tradicional de manejo de ovinos entre las pastoras tzotziles. Chiapas sheep and the traditional sheep management system of tzotzil shepherdesses. *Arch Zootec*; 2000;49:391-403.
- SAGARPA. Padrón ganadero nacional. 2018 [acceso 10 mar 2019]. Disponible en: <http://www.pgn.org.mx>.
- SIAP S. 2016. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2016 [acceso 10 mar 2019]. Disponible en: <http://www.gob.mx/siap>.
- Vázquez-García V. Sheep Production in the mixed-farming systems of Mexico: where are the women? *Rangelands*. 2013;35(6):41-6.
- Vázquez-Martínez I, Jaramillo-Villanueva JL, Bustamante-González A, Vargas-López S, Calderón-Sánchez F, Torres-Hernández G, et al. Estructura y tipología de las unidades de producción ovinas en el centro de México. *Agric Soc Desarro*. 2018;15(1):85-97.
- Warman A. El campo mexicano en el siglo XX. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica; 2001. 263 p.

## PRODUCCIÓN

# La producción caprina del municipio de Capitanejo, Santander, Colombia

Javier Enrique Vargas-Bayona<sup>1,2\*</sup>, Manuel Fernando Atuesta-Ortiz<sup>1,3</sup>, Diana Astrid Buitrago-Núñez<sup>4</sup>, Boris Alexander Garza-Murillo<sup>5</sup>, Daniel Adyro Martínez-Bello<sup>6</sup>, Víctor Hernán Arcila-Quiceno<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Investigación en Administración de Empresas Agroindustriales (USTAGRI), Facultad de Administración de Empresas Agropecuarias, Universidad Santo Tomás (UST), Bucaramanga, Colombia

<sup>2</sup> Centro de Desarrollo Agroalimentario El Limonal, Universidad Santo Tomás (UST), Bucaramanga, Colombia

<sup>3</sup> Especialización en Gerencia Agroindustrial, Facultad de Administración de Empresas Agropecuarias, Universidad Santo Tomás (UST), Bucaramanga, Colombia

<sup>4</sup> Grupo de Investigación: Economía Social y Desarrollo Empresarial, Universidad Santo Tomás (UST), Bucaramanga, Colombia

<sup>5</sup> ASOCAPRINOS Casa Loma, Capitanejo, México

<sup>6</sup> Doctorado en Estadística y Optimización, Universidad de Valencia (UV), Valencia, España

<sup>7</sup> Grupo de Investigación en Ciencias Animales, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Cooperativa de Colombia (UCC), Bucaramanga, Colombia

## Resumen

El objetivo del presente trabajo fue identificar los tipos de sistemas de producción caprina y sus características de los componentes tecnológico, social, económico, zootécnico y sanitario del municipio Capitanejo, Santander, Colombia. Se realizó un muestreo de bola de nieve donde se logró encuestar a 11 productores. La encuesta estaba constituida por 10 parámetros; características generales, población, infraestructura, nutrición y alimentación animal, salud, reproducción, producción, genética, economía y agroindustria, rescatando la opinión del productor acerca del sistema de producción empleado y su satisfacción ante el mismo. Los datos fueron analizados mediante el uso de Microsoft Office Excel® 2016, se aplicó un análisis descriptivo para las variables cuantitativas. La edad del productor

es de  $47,64 \pm 10,60$  años, la tenencia de la tierra se distribuye en derechos y acciones 45,5%; propia 18,2% y la extensión de la finca es en promedio  $23,36 \pm 18,61$  ha. Los potreros en donde pastan las cabras tienen una extensión de  $21,68 \pm 18,40$  ha, el sistema de producción es extensivo 81,8%, con una orientación productiva de doble propósito 54,5%. Predominan las razas mestizas con una base genética de la raza santandereana. La edad de sacrificio es de  $8,91 \pm 2,70$  meses con un peso de  $23,91 \pm 7,67$  kg. El bajo nivel tecnológico y la ausencia de procesos administrativos dificultan la generación de valor agregado de los productos comercializados.

**Palabras clave:** Conservación. Desarrollo rural. Economía campesina. Ganado caprino.

## Introducción

En la zona oriental del departamento de Santander, en límites con el departamento de Boyacá y sobre la margen del río Chicamocha, se encuentra ubicado el municipio de Capitanejo. Este es uno de los trece municipios de la provincia de García Rovira, posee una altitud media de 1.090 msnm, con un clima cálido seco a una temperatura de 25 °C; cuenta con 4.055 hectáreas de las cuales 833 (has) están dedicadas a cultivos agrícolas, 159 (has) conformadas por bosques y 3.063 (has) dedicadas a otros usos (Higuera, 2016). Las características de minifundio, la topografía escarpada de gran aridez y en constante erosión dificultan el desarrollo de actividades agropecuarias tecnificadas. Sin embargo, su economía se sustenta en el sector agropecuario, el cultivo de tabaco y la producción caprina son las principales actividades productivas. En algún momento se conoció este municipio como la capital caprina y tabacalera de Colombia. Por su fácil adaptación a las condiciones ambientales, la cría de cabrito representa el reglón más significativo de la economía campesina, actividad que se desarrolla en un sistema tradicional extensivo, en donde predomina la raza Santandereana, propia del Cañón del Chicamocha. El objetivo del presente trabajo fue Identificar los tipos de sistemas de producción caprina y sus características de los componentes tecnológico, social, económico, zootécnico y sanitario del municipio de Capitanejo.

## Material y métodos

El estudio se realizó en el municipio de Capitanejo (veredas Casa Blanca, El Datal, Gorguta, La Loma, Montecillo, Ovejeras, Quebrada de Vera, Siotes). Ante las dificultades de diseñar muestreos probabilísticos a partir de un universo indeterminado de productores de cabras, este trabajo empleó el tipo de muestreo de bola de nieve (Wayne, 2010). Como criterio de selección de la población a muestrear se tuvo en cuenta que las fincas contarán con un núcleo caprino de número mínimo de 25 animales y objetivo de producción sin discriminar. Se empleó como herramienta una encuesta directa a 11 productores, constituida por 10 parámetros:

aspectos generales, Infraestructura, nutrición y alimentación animal, población, reproducción, genética, sanidad, economía y administración, y desarrollo agroindustrial siguiendo el modelo propuesto por varios autores (Gall y Reule, 1989) (Vargas, 2003). Complementariamente se aplicó una entrevista semiestructurada a 30% de la población encuestada y entrevistas abiertas a informantes clave como comercializadores, técnicos, entre otros (Vargas-Bayona, 2016). Se aplicó un análisis descriptivo para las variables cuantitativas; además se utilizaron tablas de contingencia.

## Resultados y discusión

### Aspectos generales

En el municipio de Capitanejo la tenencia de la tierra es de 45,5% derechos y acciones; 27,3% arriendo; 18,2% propietario; 9,1% aparcería. Las fincas tienen un área aproximada de 23,36 ± 18,61 hectáreas, de las cuales se destinan solamente para la actividad caprina 21,68 ± 18,40 ha superior a lo reportado por (Vargas-Bayona, 2016) el objetivo de la producción caprina es doble propósito 54,5%; carne 45,5%; pie de cría 27,3%. La actitud productiva del suelo es de 95,7% para actividades pecuarias en donde se destaca la presencia de aves de traspatio, ovinos y porcinos. Las actividades agrícolas representan el 4,3%; aunque el municipio fue reconocido como la capital tabacalera de Colombia (Higuera, 2016) de acuerdo con los encuestados para este estudio se reportó el cultivo de tabaco en 9,1% de las fincas. La edad del productor fue de 47,64 ± 10,60 años con una edad máxima de 64 años y una mínima de 28 años, al comparar los resultados de (Mesa et al., 2018) de 40 ± 3 años, podemos evidenciar un relevo generacional contrastar los reportes de (Vargas-Bayona, 2016) 53,2 ± 8,40 años. La experiencia en la actividad caprina es de 27,3% de 2 a 10 años; 9,1% de 10 a 15 años; 63,6% más de 16 años.

### Infraestructura

Todos los encuestados manifestaron tener acceso a servicios públicos, las fuentes que

abastecen el agua son acueducto veredal 36,4%; acueducto urbano, nacimiento, ríos, cañada 27,3%. Respecto a la maquinaria y equipos necesarios para la cría de las cabras el 27,3% manifiesta tener pica pasto, aprisco, cerca eléctrica, bodega, reservorio de aguas; corral de manejo 100%; ensiladora 9,1%; guadañadora 45,5%. Solamente el 18,2% de los productores hace delimitación de potreros.

### **Nutrición y alimentación**

El sistema de pastoreo que predomina es el extensivo 81,8%; semi-intensivo 18,2% similar a los reportado por (Vargas-Bayona, 2016) 79,2% y 25% respectivamente. En los sistemas semi intensivos, el 72,7% los encuestados manifestaron realizar fertilización orgánica de las pasturas utilizando la caprinaza. Al preguntar sobre la suplementación nutricional los productores ofrecen sal mineralizada 90,9%; sal común 72,7%; ensilaje 45,5%; melaza 27,3%; concentrado y heno 18,2% respectivamente y bloques nutricionales 9,1%. Sin embargo, el 45,5% de los productores no realiza ningún estímulo nutricional.

### **Población animal, reproducción y genética**

La tipología racial que predomina es mestiza con una base genética de la raza Santandereana y cruzamientos con Boer y Alpina. Los criterios de selección para los machos se hacen bajo parámetros fenotípicos a criterio del productor; el reemplazo se hace con animales de otras granjas; para las hembras se tiene en cuenta la edad, conformación y ascendencia, a diferencia de los machos el reemplazo se hace con animales de la misma finca en el 72,7% de los casos, similar a lo reportado por (Atuesta et al., 2012) en el municipio de Villanueva Santander. La monta es de tipo natural en todas las unidades productivas, de forma libre 63,6%; cuyos cruzamientos en los grupos raciales son espontáneos en el 54,5% de los casos. Los partos se presentan en dos cortos periodos, el primero de agosto a octubre y el segundo de diciembre a febrero, los picos mas altos de natalidad son en septiembre 81,8% y enero 90,9% respectivamente.

### **Sanidad**

El control de acceso de animales nuevos al sistema productivo se realiza en el 72,7% de granjas, el 100% de los encuestados manifestó aplicar vermífugos y vitaminas. Los tratamientos para el control de ectoparásitos se realizan en periodos trimestrales 63,6%; semestrales 27,3% y el 9,1% no realiza. Los principales problemas se presentan por endoparásitos (Vargas-Bayona, 2016) en el 72,7% de las granjas el control se realiza cada tres meses. El 90,9% de los productores asisten el parto; 72,7% hacen curación de ombligo; 63,6% controlan la expulsión de la placenta.

Economía, administración y agroindustria: para el 90,9% de los encuestados la finca es la principal actividad económica, y en el 100% de los casos es esta misma la principal fuente de financiación. La mano de obra es 100% familiar, 18,2% eventual. En el 72% de las granjas los animales se identifican con: señal o muesca 63,6%; orejera 18,2%; microchip 9,1%. En el 18,2% de las granjas se utilizan cuadernos para llevar los registros de población y reproducción. Los productores no conocen las utilidades, costos de producción, ya que no se implementan sistemas contables o administrativos. Los principales productos generados son carne en canal 81,8%; animal en pie 72,7%; leche 27,3%. Del total de los encuestados el 63,6% manifestó destinar parte de la producción para el autoconsumo, el principal cliente son los intermediarios 90,9%. La edad de comercialización de los animales en pie es de  $8,91 \pm 2,70$  meses con un peso de  $23,91 \pm 7,6$  kilogramos el valor pagado por kg es de  $\$5.227 \pm \$684$ . Los productores identifican como puntos críticos de la cadena de comercialización los canales de distribución y el desconocimiento de los costos de producción.

### **Conclusión**

La producción caprina del municipio de Capitanejo se caracteriza por ser tradicional de forma extensiva 81,8%; orientada a la producción doble propósito. Responde al autoconsumo 63,6% y

demanda de los intermediarios 90,9%, garantizando la seguridad alimentaria y un ingreso adicional para las familias productoras. El bajo nivel tecnológico y la ausencia de procesos administrativos dificultan la generación de valor agregado de los productos comercializados.

## Referencias

Atuesta MF, Daza LM, Del Rio FA, Garnica YM, Martínez DA, Serrano-Novoa CA, et al. Caracterización de los sistemas productivos caprinos en el municipio de Villanueva, Santander. AICA; 2012;2:293-6.

Gall C, Reule M. Producción caprina en Colombia. Informe Técnico N°6. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario; 1989.

Higuera JP. Plan de desarrollo 2016-2019 Capitanejo. Alcaldía de Capitanejo. 2016 [acceso 25 jan 2019]. Disponible en: <https://tinyurl.com/y2zu56h3>.

Mesa LY, Joya DE, Mesa-Mesa KA. Sistema de producción caprina extensivo doble propósito en el municipio de Capitanejo, Santander. SENNOVA. 2018;9:60-75.

Vargas S. Análisis y desarrollo del sistema de producción agrosilvopastoril caprina para carne en condiciones de subsistencia de Puebla, México [tesis]. Córdoba, España: Universidad de Córdoba; 2003.

Vargas-Bayona JE. Los sistemas de producción caprina en la cuenca del río Chicamocha [tesis]. Chiapas, México: Universidad Autónoma de Chiapas; 2016.

Wayne WD. Bioestadística "Base para el análisis de las ciencias de la salud". México: Limusa Wiley; 2010.

## PRODUCCIÓN

# La producción caprina del municipio de San José de Miranda

Javier Enrique Vargas-Bayona<sup>1,2\*</sup>, Manuel Fernando Atuesta-Ortiz<sup>1,3</sup>, Diana Astrid Buitrago-Núñez<sup>4</sup>, Víctor Hernan Arcila-Quiceno<sup>5</sup>, Mary Luz Alvarez<sup>6</sup>, Daniel Adyro Martínez-Bello<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Investigación en Administración de Empresas Agroindustriales (USTAGRI), Facultad de Administración de Empresas Agropecuarias, Universidad Santo Tomás (UST), Bucaramanga, Colombia

<sup>2</sup> Centro de Desarrollo Agroalimentario El Limonal, Universidad Santo Tomás (UST), Bucaramanga, Colombia

<sup>3</sup> Especialización en Gerencia Agroindustrial, Facultad de Administración de Empresas Agropecuarias, Universidad Santo Tomás (UST), Bucaramanga, Colombia

<sup>4</sup> Grupo de Investigación: Economía Social y Desarrollo Empresarial, Universidad Santo Tomás (UST), Bucaramanga, Colombia

<sup>5</sup> Grupo de Investigación en Ciencias Animales, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Cooperativa de Colombia (UCC), Bucaramanga, Colombia

<sup>6</sup> Alcaldía Municipal de San José de Miranda, Colombia

<sup>7</sup> Doctorado en Estadística y Optimización, Universidad de Valencia (UV), Valencia, España

## Resumen

El municipio de San José de Miranda se halla localizado en la zona sur oriental del Departamento de Santander, en la Provincia de García Rovira. La economía gira en torno a la producción agrícola y pecuaria donde se produce en gran parte para atender la seguridad alimentaria de las familias. El objetivo del presente trabajo fue Identificar los tipos de sistemas de producción caprina y sus características de los componentes tecnológico, social, económico, zootécnico y sanitario del municipio de San José de Miranda. Se realizó un muestreo de bola de nieve donde se logró encuestar a 17 productores. La encuesta estaba constituida por 10 parámetros; características generales, población, infraestructura, nutrición y alimentación animal, salud, reproducción, producción,

genética, economía y agroindustria, rescatando la opinión del productor acerca del sistema de producción empleado y su satisfacción ante el mismo. Los datos fueron analizados mediante el uso de Microsoft Office Excel® 2016, se aplicó un análisis descriptivo para las variables cuantitativas. La posesión de la tierra es propia en el 58,8% y la extensión de la finca es en promedio  $8,50 \pm 6,46$  ha. Con respecto a la infraestructura y equipos empleados se cuenta con corral 58,8%, saladeros y bebederos en el 94% de las granjas. Predominan las cabras mestizas cuyo pastoreo es en sistema de producción es semi-intensivo en el 64,7%, con orientación a la producción de carne. El 11,8% de los productores llevan registros de población, sanidad y reproducción animal. La venta carnes es baja ya



que el 64,76% de los productores destina las carnes para el autoconsumo. La producción caprina en el municipio de San José de Miranda tiene un bajo nivel tecnológico, manejado de manera muy tradicional y se desarrolla con el objetivo de garantizar la seguridad alimentaria de la población rural dispersa.

**Palabras clave:** Conservación. Desarrollo rural. Economía campesina. Ganado caprino.

## Introducción

El municipio de San José de Miranda se localiza en la zona sur oriental de departamento de Santander y cuenta con un área total de 85 Km<sup>2</sup>, albergando una población de 4346 habitantes de los cuales el 79,59% se ubican 16 veredas que conforman el área rural del municipio. La principal vocación económica es la agricultura desarrollada principalmente en predios que van desde 1 a 5 hectáreas, donde el 61% de los productores son propietarios de las tierras. Las unidades de producción agrícolas se asocian con la producción pecuaria, siendo la ganadería bovina de doble propósito la que concentra mayor número de población animal. La producción caprina se ha incrementado en los últimos años, principalmente por el reconocimiento de la Cabra Santandereana como la primera raza caprina en Colombia, destacándose como un recurso zoogenético nativo que se formó y ha tenido un gran desarrollo y adaptabilidad a las condiciones del medio hostil del departamento de Santander. La caprinocultura hace parte de la tradición de las comunidades que habitan los territorios de laderas del municipio, donde se hace imposible que en el ecosistema se desarrollen grandes hatos de ganado bovino y grandes extensiones agrícolas; esto ha promovido que la caprinocultura se posicione como el reglón más importante de la economía campesina, sin embargo, son escasos los estudios técnicos sobre esta actividad en el municipio. El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de Identificar los tipos de sistemas de producción caprina y sus características de los componentes tecnológico, social, económico, zootécnico y sanitario del municipio de San Jose de Miranda.

## Material y métodos

El estudio se realizó en el municipio de San Jose de Miranda (veredas Cucharito, Morality, Salado bravo, El espinal, Popagá y Cutaligua). Se realizó un muestreo mediante la técnica bola de nieve (Wayne, 2010), empleando como herramienta una encuesta directa a 17 productores, constituida por 10 parámetros: aspectos generales, infraestructura, nutrición y alimentación animal, población, reproducción, genética, sanidad, economía y administración, y desarrollo agroindustrial, siguiendo el modelo propuesto por varios autores (Gall y Reule, 1989; Vargas, 2003). Complementariamente se aplicó una entrevista semi-estructurada a 30% de la población encuestada y entrevistas abiertas a informantes clave como comercializadores, técnicos, entre otros (Vargas-Bayona, 2016). Se aplicó un análisis descriptivo para las variables cuantitativas; además se utilizaron tablas de contingencia.

## Resultados y discusión

### Aspectos generales

Con respecto a área de los predios se reportó un promedio de  $8,50 \pm 6,46$  ha de las cuales  $6,61 \pm 6,62$  ha son destinadas a la caprinocultura y  $3,50 \pm 1,69$  ha para la agricultura siendo inferiores a lo reportado por (Vargas-Bayona et al., 2014). El 67% de los productores tiene su objetivo a la producción de carne caprina. La tenencia de la tierra es propia en 58,8% de los encuestados y 29,4% a otros (empeño y/o comodato). La edad del productor fue de  $44,19 \pm 14,13$  años y los años de experiencia reportados fueron 52,9% tienen más de 16 años, 47,1% se ubicaron entre 2 a 15 años, esto demuestra que en los últimos años se han creado nuevas unidades producción caprina y son menores las edades del productor y los años de experiencia a lo reportado por (Vargas-Bayona, 2016). Con respecto a la infraestructura y equipos empleados se cuenta saladeros, bebederos en 94%, con corral o chiquero 58,8%, cerca eléctrica el 58,8%, aprisco y pica pasto 17,6%. Según Torres (2002) y Guerrero et al. (2008), en los sistemas de

producción caprina extensiva las construcciones son muy escasas, el corral se limita solo para encierro de los animales sin distinción alguna y son elaborados con materiales de la región tales como, madera, residuos de construcciones, en cuanto a comederos y bebederos se usan rocas calizas de forma planas u oquedad.

### **Nutrición y alimentación**

El sistema de pastoreo que predominó fue el semi-intensivo 64,7%, esto se da debido a la menor área destinada para el pastoreo de las cabras, Vargas-Bayona et al. (2018) reportaron en Molagavita que en 88% de las granjas, las cabras pastorean en sistemas extensivos. La oferta forrajera es diversa, se cuenta con especies vegetales nativas e introducidas, el 47% de los encuestados dice conocer las características nutricionales de algunos forrajes, el 58,8% fertiliza los forrajes y cultivos de manera orgánica, como fuente de minerales el 70,65% suministra sal de mar y mineralizada el 47%, varios productores realizan mezclas entre las dos sales. El 70% de los encuestados no realiza estímulo nutricional en alguna de las etapas productivas.

### **Población animal, genética y reproducción**

Predominan las cabras mestizas, usando como base las razas Santandereana, Nubiana y Bóer con el objetivo mantener la rusticidad y mejorar la producción, los respectivos cruzamientos son espontáneos están orientados a la producción de carne, esta misma condición racial la encontró Gall y Reule (1989) y Vargas-Bayona et al. (2014). Según los productores entrevistados se tienen algunas cabras de biotipo lechero que se ordeñan cuando se encierran los animales y usar la leche para el autoconsumo. Además de la cría de caprinos se encontraron otras especies de animales, en el total de las fincas encuestadas poseían bovinos, aves de corral, caninos y felinos. La monta es natural en el total de los predios encuestados y solo 5% la controla, durante todo el año se presentan partos, pero estos se concentran en los meses de enero a febrero y agosto a septiembre, este resultado es muy similar al reportado por Forero

et al. (2018). Los criterios de selección de las hembras fueron la edad y el peso, el remplazo se realiza con hembras de mismo rebaño. En cuanto a los machos se seleccionan por características fenotípicas y provienen de otros predios. El 82,4% de los productores encuestados asisten al parto, el 94,1% hace curación de ombligo, 17% ofrecen calostro al nonato.

### **Sanidad animal**

El mayor problema de tipo sanitario son las enfermedades parasitarias por endoparásitos y ectoparásitos. El 100% de los productores realiza prácticas de vermifugación y aplicación de vitaminas al rebaño. El 94,1% realiza tratamiento contra endoparásitos trimestral y 70,6% semestral contra ectoparásitos y 76,5% hacen rotación de productos. El manejo preventivo frente a los parásitos es más alto en San José de Miranda si se compara con lo reportado por Vargas-Bayona et al. (2015) donde el 33,33% de los predios vermifuga contra ectoparásitos y endoparásitos.

### **Economía, administración y agroindustria**

Al consultar sobre los aspectos económicos el 88,2% de los productores reportó que la principal fuente de financiación de la granja proviene de la misma y 76,5% dijo que es su principal actividad económica, la mano de obra es familiar en el 70,6%, los animales se identifican con arete o tatuaje en el 11,8% de los predios. Se reporta que solo el 11,8% de los productores llevan registros población animal, sanidad y reproducción en un cuaderno u hoja de cálculo, en general no se maneja un sistema contable para la producción pecuaria y agrícola. La comercialización de caprinos se realiza en pie y en la finca a un valor de \$ 5.176 pesos colombianos/kg/pie, con una frecuencia semestral. La venta de carnes es baja ya que el 64,76% de los productores destina las carnes para el autoconsumo estos valores son iguales a los reportados por Duarte y Cárdenas (2018). Uno de los factores críticos en la cadena de comercialización identificados por el productor es el desconocimiento de los costos de producción y los pocos canales de distribución de la carne de cabra.

## Conclusión

La producción caprina en el municipio de San José de Miranda tiene un bajo nivel tecnológico, manejado de manera muy tradicional y se desarrolla con el objetivo de garantizar la seguridad alimentaria de la población rural dispersa. Al reportarse un alto porcentaje (64,76%) de autoconsumo de carnes en los productores encuestados, la orientación comercial y empresarial es baja y se convierte en una oportunidad para los caprinocultores puedan desarrollar nuevas estrategias y planes de negocio que contribuyan a mejorar los ingresos de las familias y el fortalecimiento de la cadena productiva regional.

## Referencias

- Duarte FAC, Cárdenas CAJ. Caracterización de manejo del rebaño caprino en el Chicamocha medio colombiano. *Sennova*. 2018; 9: 76-97.
- Forero LYM, Cárdenas DEJ, Mesa KAM. Sistema de producción caprino extensivo doble propósito en el municipio de Capitanejo, Santander. *Sennova*. 2018;9: 60-75.
- Gall C, Reule M. Producción caprina en Colombia. Informe Técnico N°6. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario; 1989.
- Guerrero AR, Vargas-Bayona JE, Castellanos TV. Determinación de los parámetros fisiológicos (temperatura, frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca, movimientos ruminales) y variables hematológicas en la caprinocultura extensiva en la provincia de Guanentá en el departamento de Santander. Investigación dirigida. Bucaramanga: Universidad Cooperativa de Colombia; 2008.
- Torres J. Caracterización de la raza caprina criolla santandereana [disertación de grado]. Bucaramanga, Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia; 2002.
- Vargas S. Análisis y desarrollo del sistema de producción agrosilvopastoril caprino para carne en condiciones de subsistencia de Puebla, México [tesis]. Córdoba, España: Universidad de Córdoba; 2003.
- Vargas-Bayona JE. Los sistemas de producción caprina en la cuenca del río Chicamocha [tesis]. Chiapas, México: Universidad Autónoma de Chiapas; 2016.
- Vargas-Bayona JE, Acelas-Soto FA, Caicedo-Moreno F, Arcila-Quiceno VH, Martínez-Bello DA. Caracterización de la Producción caprina en el municipio de Molagavita, Santander, Colombia. *Arch Latinoam Prod Anim*. 2018;26(5):135.
- Vargas-Bayona JE, Serrano-Novoa CA, Martínez-Bello DA, Rodríguez G, Zaragoza L. Los sistemas productivos caprinos en la provincia de Guanentá, Santander, sobre la cuenca del río Chicamocha. *AICA*. 2014;4:237-9.
- Vargas-Bayona JE, Serrano-Novoa CA, Martínez-Bello DA, Rodríguez-Galvan G, Zaragoza-Martínez L, Serrano-Mujica LK. Los sistemas de producción caprina en el municipio de Molagavita, Santander sobre la cuenca del río Chicamocha. *Spei Domus*. 2015;11(23):10-6.
- Wayne WD. Bioestadística "Base para el análisis de las ciencias de la salud". México: Limusa Wiley; 2010.

## PRODUCCIÓN

# Lactancia artificial de cabritas en corraleta elevada o de piso y el efecto en el comportamiento productivo y su hematocrito

Juan Antonio Rodríguez García, Yesmin María Domínguez Hernández, Abel Manuel Trujillo García, Ricardo Federico Quiroz Rocha, Gina Yunes Paola

Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Animal en Altiplano (CEIEPAA), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Tequisquiapan, México

## Resumen

El objetivo del estudio fue determinar el desempeño productivo y el hematocrito durante la lactancia en cabritas alojadas en corraleta elevada o en piso. El estudio se realizó en las instalaciones del CEIEPAA-FMVZ-UNAM ubicado en Tequisquiapan, Querétaro, se emplearon 32 cabritas de raza lechera de 3 días de nacidas hasta el destete (60 días), Los cuales fueron asignadas a cada tratamiento conforme a un diseño completamente al azar previamente fueron calostradas, y divididas en cuatro corraletas con ocho cabritas cada una, para su análisis de acuerdo con el tipo de corraleta: dos corraletas de Piso (CP) y dos corraletas Elevadas (CE). Se mantuvieron con lactancia artificial con leche de cabra, alfalfa henificada y concentrado comercial, para los cuales se midió diario su consumo, se pesaron y se tomaron muestras sanguíneas al nacimiento, 28 y 60 días. Se dio agua *ad libitum* y las corraletas se limpiaron cada semana. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza para un diseño completamente aleatorio. Con el programa estadístico SAS comparando las medias por la prueba de Tukey, incluyendo el peso inicial como co-variable en el caso de las variables productivas y para los valores del hematocrito se utilizó el programa Analyze-it® además de la comparación de medias por tratamiento con la prueba de Tukey. En los resultados obtenidos del peso al nacimiento ( $3,08 \pm 0,096$  kg), peso al destete ( $12,10 \pm 0,425$  kg) y ganancia diaria de peso (GDP) ( $0,150 \pm 0,006$  kg) no hubo diferencia significativa entre la media de los grupos, por lo que se puede inferir que el tipo de corraleta no influye en la velocidad de crecimiento. Con respecto al consumo de leche ( $1206,62 \pm 39,42$  kg) y forraje ( $0,072 \pm 0,005$  kg) no hubo diferencia significativa, mientras que en la CP se obtuvo mayor consumo de alimento concentrado ( $0,063 \pm 0,002$  kg). Sin embargo, el consumo no se refleja en la GDP pero si puede favorecer el desarrollo de las papilas ruminales. Se realizó el hematocrito en los diferentes días, y fue a partir del día 28 que hubo diferencia, manteniéndose hasta los 60 días, lo cual sugiere, que CE ocasiona un ambiente distinto, no obstante, estas variaciones del resultado

(hematocrito, glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas) se encuentra dentro de los valores de referencia reportados. Se concluye que la lactancia de cabritas en el lugar de estudio bajo el manejo que se realizó no se encontró diferencia productiva ni que repercutiera en la salud de los animales con los diferentes tipos de corraleta.

**Palabras clave:** Ovinos. Tecnologías. Productores. Parámetros productivos.

## PRODUCCIÓN

# Parámetros productivos y reproductivos de la caprinocultura en el departamento de Santander, Colombia

Javier Enrique Vargas-Bayona<sup>1\*</sup>, Manuel Fernando Atuesta-Ortiz<sup>1</sup>, Daniel Duran-Osorio<sup>2</sup>, Daniel Adyro Martínez-Bello<sup>3</sup>, Lady Katerine Serrano-Mujica<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad Santo Tomás (UST), Bucaramanga, Colombia

<sup>2</sup> Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia

<sup>3</sup> Universidad de Valencia (UV), Valencia, España

<sup>4</sup> Universidad Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Brasil

## Resumen

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de generar información actualizada sobre las características productivas y reproductivas de la caprinocultura del departamento de Santander, Colombia. El muestreo se realizó en una región donde la topografía es montañosa, a una altitud que varía desde 600 a 1700 msnm. Aplicando un muestreo no probabilístico “bola de nieve” donde se logró encuestar a 77 productores: Aratoca (9), Capitanejo (24), Cepitá (8), Jordán (3), Los Santos (8), Mogotes (2), Molagavita (6), Piedecuesta (6), San Joaquín (2), San José de Miranda (4) y Villanueva (5). La encuesta estaba constituida por 4 parámetros, abarcando información sobre características de la población, reproducción, producción, genética, rescatando la opinión del productor acerca del sistema de producción empleado y su satisfacción ante el mismo. Los datos obtenidos fueron analizados mediante el uso de Microsoft Office Excel® 2016, se aplicó un análisis descriptivo para las

variables cuantitativas. Los resultados muestran que el 98,4% de los encuestados dijo que la población caprina de la finca no está dividida por grupos de edad, el 51,95% de las fincas tenían entre 21 y 80 ejemplares, 25,97%, 27,27% presentó más de 81 cabezas, mientras que 20,78% concentró la población entre 1 a 20 individuos. En cuanto a los parámetros productivos y reproductivos, se registraron, peso al nacimiento ( $2,45 \pm 0,69$  kg), peso al beneficio ( $20,24 \pm 6,62$  kg), edad al primer parto ( $12,26 \pm 2,54$  meses), e intervalo entre partos ( $6,31 \pm 1,31$  meses) En la zona de estudio la raza santandereana predomina en el 50,6% de las fincas de los encuestados, por lo que el alto porcentaje de dicha raza es un indicador de preservación y conservación del recurso zoogenético ejercido por los productores.

**Palabras clave:** Conservación. Desarrollo rural. Economía campesina. Ganado caprino.

## Introducción

El departamento de Santander tiene tradición en la cría de cabras. Históricamente los sistemas de producción se han desarrollado sobre las cuencas y valles de los ríos Suárez y Chicamocha. De acuerdo con las cifras oficiales, el departamento de Santander es el segundo productor de caprinos en el país, con 75962 cabezas en el año 2016. La caprinocultura hace parte de la tradición de las comunidades y de acuerdo con las características topográficas del departamento, se hace imposible que en el ecosistema se desarrollen grandes hatos de ganado bovino y grandes extensiones agrícolas; esto ha promovido que la caprinocultura se posicione como el reglón más importante de la economía campesina, sin embargo, son escasos los estudios técnicos sobre esta actividad en la región, por lo que el objetivo de este trabajo fue generar información actualizada sobre las características productivas y reproductivas de la caprinocultura del departamento de Santander.

## Material y métodos

El estudio se desarrolló en los sistemas de producción caprina presentes en los municipios de Aratoca, Capitanejo, Cepitá, Jordán, Los Santos, Molagavita, Mogotes, Piedecuesta, San Joaquín, San José de Miranda y Villanueva. La zona se

encuentra en la cordillera Oriental de los Andes colombianos, entre los 600 m y 1700 m de altitud y los  $06^{\circ}76'07''$  -  $06^{\circ}44'30''$ N y los  $73^{\circ}18'73''$  -  $72^{\circ}65'97''$  O (Figura 1). La información se obtuvo a partir de una encuesta como herramienta directa aplicada al productor. Ante las dificultades de diseñar muestreos probabilísticos a partir de un universo indeterminado de productores de cabras, este trabajo empleó el tipo de muestreo no probabilístico, conocido como de bola de nieve (Wayne, 2010 ). Se aplicó la encuesta a 77 productores previo consentimiento informado, obteniendo una muestra distribuida de la siguiente manera: Capitanejo (249), San José de Miranda (4), San Joaquín (2), Mogotes (2), Molagavita (6), Cepitá (8), Piedecuesta (6), Aratoca (9), Los Santos (8), Jordán (3) y Villanueva (5). La encuesta se basó en un cuestionario que contó con preguntas abiertas y cerradas adaptadas de Grajales et al. (2007) y Vargas-Bayona et al. (2014). El cuestionario de la encuesta estaba constituido por cuatro parámetros: aspectos generales de la población animal de la finca, reproducción, producción y genética. Los datos cuantitativos y cualitativos se capturaron y se organizaron en hojas de cálculo usando Microsoft Office Excel® 2013. Se aplicó un análisis descriptivo para las variables cuantitativas; además se utilizaron tablas de contingencia. Los análisis se realizaron usando el programa estadístico SPSS versión 19® (IBM, 2010).

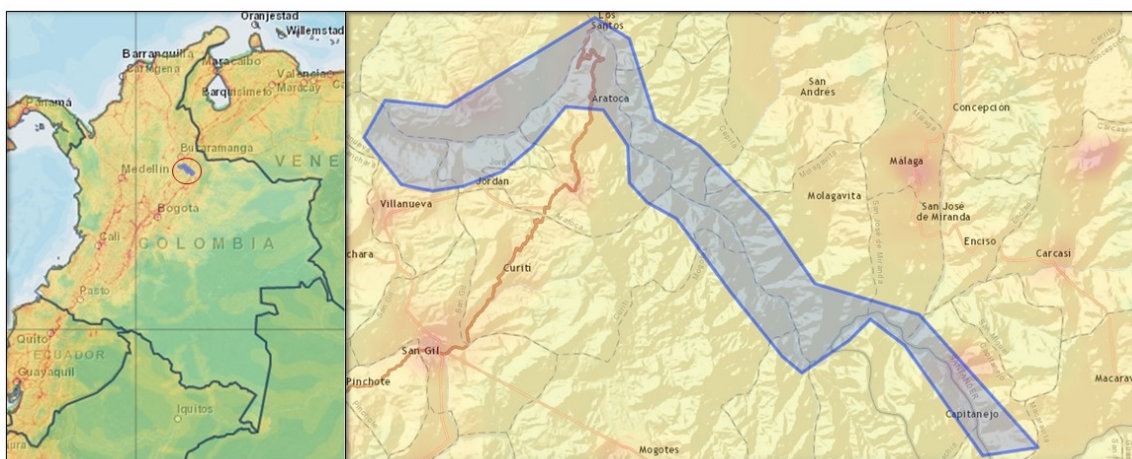


Figura 1 - Mapa geográfico del área de estudio. Fuente: NatGeo Mapmaker Interactive®.

## Resultados y discusión

### Aspectos generales de la población animal

Durante el proceso de trabajo de campo, había un estimado de 7684 ejemplares en las 77 fincas investigadas. El 98,4% de los encuestados dijo que la población caprina de la finca no está dividida por grupos etarios, por lo que no se tiene el dato de la composición media del rebaño. En cuanto a número de cabezas por finca, el rebaño más pequeño fue de siete, el más grande tenía 2150 caprinos. El 51,95% de las fincas tenían entre 21 y 80 ejemplares, 25,97%, 27,27% presentó más de 81 cabezas, mientras que 20,78% concentró la población entre uno a 20 individuos. Se encontraron diferencias considerables en la distribución del tamaño de la población caprina de acuerdo con los municipios. En promedio, el rebaño por finca fue de  $99,79 \pm 248,69$  cabezas.

### Reproducción animal

El 100% de los propietarios encuestados afirmó que en la finca tenían su propio macho reproductor, aún en las que poseían un inventario menor a 10 ejemplares. El 79,22% de los encuestados, seleccionaban machos jóvenes de su propio rebaño, para ser reemplazados por los reproductores. La vida útil de los machos fue de  $3,82 \pm 2,70$  años, en Cepíta y Los Santos los machos se reemplazan a intervalos más cortos frente a los otros municipios. Normalmente el remplazo de las hembras se hace con hembras jóvenes del propio rebaño. Los criterios de reemplazo según los productores encuestados: fueron la edad de las hembras (68,8%) y por mala criadora (51,3%), siendo estos criterios igualmente reportados por Moreno (2013). El 97,4% de los encuestado afirmó que el servicio se realiza por monta natural, donde los animales permanecen juntos todo el tiempo. La relación de hembras por macho fue de  $25,95 \pm 14,15$ , valor dentro de lo recomendado por Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2007).

El promedio de edad al primer servicio fue  $7,26 \pm 2,54$  meses, de acuerdo con los productores entrevistados y encuestados no se tiene en cuenta

la edad, el peso y condición corporal al momento del primer servicio. Al momento del parto de los animales, el 93,5% de los encuestados no cuenta con parideras, el 26% separa las hembras del grupo en el momento del parto, un 1,3% realiza arreglo de pezuñas y el 33,8% acompaña el parto. Como método de verificación de la preñez el 57,7% lo determina por el llenado de las ubres, 25,3% cuando los machos están quietos, 14,7% observa los cambios que ocurren en las hembras tanto en el cuerpo como en el comportamiento y 1,3% utiliza el ultrasonido. La edad al primer parto fue de  $12,26 \pm 2,54$  meses, siendo la ocurrencia de los partos durante todo el año. Sin embargo, se hace evidente que existen dos períodos en los cuales se presentan con mayor frecuencia que el resto del año. El promedio estimado por los productores para los parámetros reproductivos de días post-parto primer servicio fue de  $38,23 \pm 20,54$  días, El intervalo entre partos (IEP) fue de  $6,31 \pm 1,31$  meses (Tabla 1).

### Genética y producción animal

El énfasis en la producción caprina en el departamento de Santander se concentra en la producción de carne, para consumo doméstico o para el mercado. En la zona de estudio la raza santandereana predomina en el 50,6% de las fincas de los encuestados, seguido con 23,4% de ejemplares mestizos, 16,9% de razas de tipo lechero. Entre los criterios que tienen en cuenta los productores para la selección de la raza predominó la fácil adaptación a los terrenos 45,3%, con 28,8% el objetivo de producción. De acuerdo con los resultados obtenidos se aprecia que los anteriores criterios han favorecido a la preservación de la raza Santandereana. El peso al nacer de las crías fue de  $2,45 \pm 0,69$  kg, siendo estos reportes similares a los reportados por Moreno (2013). Los destetes por lo general lo realizan las madres al separar las crías, la edad al destete fue de  $3,38 \pm 0,9$  meses. La edad al beneficio se realiza a  $9,48 \pm 5,54$  meses, alcanzando un peso de  $20,24 \pm 6,62$  kg, de acuerdo los resultados obtenidos se evidencia una tendencia de comercializar animales jóvenes (Tabla 2).



**Tabla 1** - Parámetros reproductivos que los productores encuestados estiman

Variable	n	Media	CV%	Mediana	Máximo	Municipio	Mínimo	Municipio
Edad al primer servicio (meses)	75	7,26 ± 2,54	35,07	7	19	Capitanejo	5	Capitanejo
Edad al primer parto (meses)	75	12,26 ± 2,54	20,77	12	24	Capitanejo	10	Capitanejo
Días postparto primer servicio	30	38,23 ± 20,54	53,74	30	90	Capitanejo	20	Cepitá
Intervalo entre partos (meses)	56	6,31 ± 1,31	20,82	6	12	Capitanejo	5	Capitanejo
Hembras/macho	69	25,95 ± 14,15	54,52	25	70	Capitanejo	7	Capitanejo
Vida útil de la hembra (años)	66	5,46 ± 2,26	41,34	5	12	Capitanejo	1	Capitanejo
Vida útil del macho (años)	64	3,82 ± 2,70	70,82	3	12	Aratoca	1	Capitanejo

**Tabla 2** - Parámetros productivos que los productores encuestados estiman

Variable	n	Media	CV%	Mediana	Máximo	Municipio	Mínimo	Municipio
Peso de la cría al nacimiento (kg)	74	2,45 ± 0,69	28,30	2	5	Capitanejo	1,5	Capitanejo
Edad al destete (meses)	67	3,38 ± 0,96	28,44	3	8	Piedecuesta	0	San José de Miranda
Peso al destete (kg)	62	9,40 ± 4,62	49,2	8	28	Capitanejo*	2	San José de Miranda
Edad de venta en pie (meses)	56	10,87 ± 7,83	72	9	36	Aratoca	4	Capitanejo, Los Santos
Peso de venta en pie (kg)	54	22,17 ± 10,17	45,9	21	50	Capitanejo	7,5	San Joaquín
Precio de venta kg en pie (\$ COP)	58	5382,75 ± 1146,23	21,29	5000	12000	Los Santos	3000	San José de Miranda, Cepita
Edad al beneficio (meses)	66	9,48 ± 5,54	58,46	8	48	Piedecuesta	3	Aratoca
Peso al beneficio (kg)	68	20,24 ± 6,62	32,71	20	40	Piedecuesta	6	Capitanejo

## Conclusión

El alto porcentaje de la raza Santandereana presente en las fincas es un indicador de preservación y conservación del recurso zoogenético ejercido por los productores. Pero la introducción de otras razas, sin criterio alguno, se pone en riesgo

la desaparición de la Santandereana, por lo que se hace necesario realizar nuevos estudios que resalten las propiedades de la carne y leche, y contribuir en la formación de nuevos planes de negocio que favorezcan los ingresos de las familias y el fortalecimiento de la cadena productiva a nivel regional y nacional.

## Referencias

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Criação de caprinos e ovinos. ABC da Agricultura Familiar, 19. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; 2007. 89 p.

Grajales HA, Ospina OF, Manrique C, Tellez G, Vásquez R, Roncallo B, et al. Desarrollo e Implementación de un Sistema de Gestión Tecnológica en los Sistemas de Producción de la Cadena Ovino - Caprina para el mejoramiento de su competitividad - SIGETEC. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Universidad Nacional de Colombia, Universidad de la Salle, Corpoica, ANCO; 2007. 72 p.

IBM. SPSS Statistics. Software, Versión 19. New York: SPSS Inc., 2010.

Moreno D. Nivel de desarrollo tecnológico de los sistemas de producción ovinos y caprinos en las regiones Centro, Norte y Valles Interandinos de Colombia [trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de Magister en Producción Animal]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2013.

Vargas-Bayona JE, Serrano-Novoa CA, Martínez-Bello DA, Rodríguez G, Zaragoza L. Los sistemas productivos caprinos en la provincia de Guanentá, Santander, sobre la cuenca del río Chicamocha. Actas Iberoam Conserv Anim. 2014;4:237-9.

Wayne WD. Bioestadística - Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4 ed. México: Limusa Wiley; 2010.

PRODUCCIÓN

## Relación entre la producción y calidad de leche en ovejas cárnicas de pelo y el peso de la camada

Alam Augusto Martínez López\*, Silvia Angelica Campos Marmolejo, Omar Salvador Flores, José de Lucas Tron

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la composición fisicoquímica de la leche en ovejas de pelo y su relación con la producción y el peso de la camada. Se eligieron al azar 14 ovejas multíparas de pelo encastadas (3/4) con Katahdin pertenecientes a un rebaño comercial en estabulación para producir corderos para abasto. La base de la alimentación consistió en una dieta integral con 2,5 Mcal y 14% PC, el peso vivo promedio fue de 60 kg; las ovejas se encontraban entre 3 y 4 semanas de lactación. Para medir la composición fisicoquímica se utilizó un MilkScan® y para determinar la cantidad de leche se utilizó el método de doble pesaje del cordero adicionando un ordeño manual con oxitocina. El peso de la camada se ajustó a 45 días. Para los análisis respectivos se utilizó un modelo lineal de efectos fijos, la correlación de Pearson y cada uno con su estadística descriptiva. Respecto a la composición fisicoquímica se encontró: grasa  $11,08 \pm 0,42\%$  (7,9%), sólidos no grasos  $9,04 \pm 0,72\%$  (12%), proteína  $4,43 \pm 0,51\%$  (6,12%). En cuanto a la producción láctea fue de  $2,07 \pm 0,45\text{Kg}$ ; la ganancia diaria de fue  $0,178\text{ Kg}$  y el peso de camada  $18,9 \pm 7,9$  ajustado. Se encontró una correlación positiva entre la producción de leche y el porcentaje de grasa ( $r = 0,560$ ) con un nivel de significancia de  $p < 0,05$ . También una correlación entre el peso de la camada ajustado y la producción total de leche y el peso de la camada ajustado y la proteína en leche de  $r = 0,368$ ,  $r = 0,200$  respectivamente no siendo significativos ( $p \geq 0,05$ ). Los resultados muestran una correlación significativa entre la cantidad y composición de la leche, pero no con el peso de la camada, lo cual sugiere la necesidad de realizar más estudios con un mayor número de animales. El trabajo contribuye generando información sobre producción y su composición de leche en ovejas de pelo.

**Palabras clave:** Leche. Calidad. Cantidad. Ovejas de pelo.

## PRODUCCIÓN

# Sistemas de producción caprina en cinco localidades del municipio de Tezoatlán de Segura y Luna, Oaxaca, México

Melba Mariana Martínez Puebla<sup>1\*</sup>, Andrés Ernesto Ducoing Watty<sup>2</sup>, Valentín Efrén Espinosa Ortiz<sup>3</sup>, Arturo Ángel Trejo González<sup>4</sup>, Lorena Cecilia Cruz Rivera<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

<sup>2</sup> Departamento de Producción Animal: Rumiantes, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

<sup>3</sup> Departamento de Economía, Administración y Desarrollo Rural, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

<sup>4</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

<sup>5</sup> Proyecto Mixteca Sustentable AC, Santa Lucía del Camino, México

## Resumen

El estudio se llevó a cabo en 22 unidades de producción de cinco localidades del Municipio de Tezoatlán de Segura y Luna, Oaxaca. El objetivo fue la caracterización de dichos sistemas, los cuales fueron determinados por un muestreo de "bola de nieve". Se realizó una entrevista de 106 preguntas a los productores, contabilizándose en total 1505 cabras; el 77% posee al menos 65 animales. El grupo genético predominante es el Criollo pastoreño, la selección de sementales es basada en características fenotípicas, con una permanencia en el rebaño de más de cuatro años para el 64%; el manejo reproductivo es escaso, se identifican dos épocas de partos: mayo-junio y septiembre-diciembre. La alimentación es en pastoreo extensivo, 92% en terrenos comunales. Las enfermedades más comunes son de tipo respiratorio, en el 82% de los rebaños se realiza

desparasitación. El 100% de productores posee corral de encierro. Los animales se comercializan en pie, principalmente machos mayores a un año y hembras de desecho, a precios que oscilan de \$700 a \$3500. El 95% de productores pertenecen al grupo indígena Mixteco y el modo de organización social y territorial es comunal; 72% son hombres y 28% mujeres. El rango de edad es de 43 años y va de 22 a 65 años; el 86% es casado. En la práctica de la caprinocultura el 41% de la ayuda viene de la pareja, el 36% de los hijos y 18% de otros familiares. El nivel de escolaridad es de 5,9 años. Solamente el 27% de productores lleva más de 10 años siendo propietario de un rebaño.

**Palabras clave:** Caprinocultura. Sistema de producción. Sistema extensivo. Oaxaca. Mixteca.

## Introducción

Los sistemas de producción caprina dependen de varios factores y se diversifican de acuerdo al contexto en que se desarrollan. De manera convencional se han clasificado en tres: intensivos, semi-intensivos o mixtos y extensivos, distribuidos desde un punto de vista geográfico, principalmente en tres regiones: norte, centro y sur (Ducoing Watty, 2006; Cuellar et al., 2012) La heterogeneidad de la caprinocultura en México resulta en la existencia de productores en regiones marginadas y de alta siniestralidad y, por otro lado, en el desarrollo de empresas caprinas planificadas y con buenos niveles de productividad (Cuellar et al., 2012). Oaxaca pertenece a la zona sur y la caprinocultura se concentra en la región geográfica de la Mixteca, donde la producción caprina se destina principalmente para carne; predominan los sistemas extensivos en grandes áreas de terrenos comunales. En 2017 la producción total en la región fue de 1,947 toneladas de carne de cabra en canal, lo que representó el 52% del total producido en el Estado y el 4,8% a nivel nacional (SIAP, 2017). Las cabras criadas en la Mixteca han sido animales criollos descendientes posiblemente de la Blanca Celtibérica y la Castellana de Extremadura, actualmente se le conoce como criolla Pastoreña (Villarreal-Arellano et al., 2018; Sánchez y Herrera, 2018). La variedad en los sistemas de producción es amplia y resulta erróneo considerar a los productores como un conjunto homogéneo. La cría de cabras en la Mixteca se ha desarrollado históricamente bajo características económicas, culturales y ambientales particulares y representa un medio de vida importante para muchas familias. Sin embargo, los cambios y necesidades derivados del contexto nacional, implican un replanteamiento en el manejo del ganado que favorezca el mantenimiento de recursos naturales y el bienestar social. La descripción de las principales características y múltiples interrelaciones de los sistemas, aporta información para encontrar estrategias que permitan mejorar los aspectos que tienen mayor incidencia en el desarrollo de éstos (Valerio et al., 2004). Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue caracterizar los sistemas de producción caprina en una región específica de la Mixteca oaxaqueña.

## Material y métodos

En el municipio de Tezoatlán de Segura y Luna, Oaxaca, de un total de 36 localidades, se visitaron unidades de producción en cinco de ellas. Se accedió a 22 productores mediante un muestreo "sonowball", a quienes se entrevistó de acuerdo a la investigación acción-participativa. La información fue procesada para un análisis estadístico descriptivo, dependiendo el caso en frecuencias, porcentajes o proporciones.

## Resultados

Se contabilizó un total de 1505 cabras. Basado en una tabla de frecuencia, el 77% de productores posee al menos 65 cabras.

### Genética y aspectos reproductivos

El grupo genético predominante es el Criollo Pastoreño, el 35% de las unidades poseen exclusivamente éstos animales, mientras el otro 65% ha introducido otras razas. La selección de sementales se basa en características genóticas que el productor considera favorables, esencialmente tamaño corporal y conformación; el 64% proviene del mismo rebaño; la permanencia en el hato es variable: el 62% lo hace por más de cuatro años, 29%, de dos a tres años y el 9% restante no está definido. Por su parte, en el 72% de los rebaños, las hembras permanecen como máximo cinco o seis años. Existe poco manejo reproductivo, el empadre es continuo con monta natural. La época de partos es de mayo a junio y de septiembre a diciembre. La edad al primer parto abarca de 11 a 18 meses, pariendo en su mayoría una sola cría.

### Alimentación

Basada en el pastoreo diurno extensivo durante aproximadamente 10 horas, 92% en terrenos comunales; la complementación es escasa y solo se lleva a cabo en épocas de estiaje con rastrojo de maíz o maíz en grano. El 100% mencionó suministrar sal de grano. En el agostadero se identificaron 33 plantas forrajeras consumidas por el ganado. El

agua la obtienen de fuentes naturales situadas en la ruta de pastoreo.

### **Aspectos sanitarios**

Las enfermedades referidas más comunes son de tipo respiratorio (73%), seguida por la presencia de parásitos externos (36%), ectima contagioso, pododermatitis, queratoconjuntivitis y enfermedades digestivas (18 %). El 82% de productores desparasita, los desparasitantes que más se utilizan son ivermectina, levamisol y closantel. En ningún rebaño se conoce la carga parasitaria ni el estatus de vacunación.

### **Manejo y actividades de rutina**

Dependiendo las circunstancias, hay manejo durante el parto, encaminado a la impronta madre-cría. La identificación individual se lleva a cabo en el 43% de los rebaños (SINIGA). El uso de registros es nulo. Los machos son castrados entre los 6 meses y 1 año de edad.

### **Instalaciones**

El 100% posee al menos un corral de encierro nocturno, el 27% ocupa dos o más. El 45% de los productores cuentan con un corral construido con material industrial, mientras que 23% utilizan materiales de la zona para hacerlo; 23% utilizan corral móvil.

### **Aspectos económicos**

La cría de cabras es vista como una forma de ahorro. Los machos castrados y hembras de desecho son los animales que más se comercializan. El 100% vende animales en pie en su localidad o en comunidades vecinas; el 30% de ellos mencionó ventas ocasionales a un acopiador; 14% de los productores venden también barbacoa. El precio al que se venden las hebras es de \$700 a \$1500; por su parte los machos oscilan de \$1100 a \$3500. Los animales elegidos para la venta son negociados entre el caprinocultor y el comprador. En cuanto a otras fuentes de ingreso de los productores, las principales son; las venta de artesanías (36%),

remesas (32%), apoyos de programas sociales (31%) y salario por trabajos ocasionales (22%).

### **Aspectos sociales**

El tipo de organización social y territorial es comunal en las cinco localidades. El 95% de los productores entrevistados pertenece al grupo indígena Mixteco; 72% son hombres y el 28% mujeres. El rango de edad va de 22 a 65 años, teniendo en promedio 47 años; el 36% es mayor de 57 años. El 86% de los productores son casados. El 91% de los productores tienen hijos. En el 41% de los casos la pareja conyugal es el principal apoyo en la actividad, seguido por los hijos que ocupan el 36%. El promedio de escolaridad es de 5.9 años para el total de productores; el 27% concluyó la educación secundaria. En relación al nivel de confianza con otros productores para el 58% fue alto, para el 32% medio y bajo para el 10% restante. El 32% de los productores ha estado involucrado con la caprinocultura desde la infancia.

### **Discusión**

Dentro de los métodos convencionales de clasificación de sistemas, todos las unidades de producción visitadas pertenecen al extensivo y de acuerdo a trabajos previos, también se les puede referir como “sector social” (Cuellar et al., 2012; Ramírez et al., 2014; Muñiz et al., 2017; ). Las mínimas prácticas de manejo y toma de registros, dificultan la obtención de datos precisos en cuanto a productividad y de igual forma se pone en riesgo la salud del rebaño al introducir nuevos animales o usar medicamentos indiscriminadamente; ésta situación a la vez, evidencia la problemática generada por la falta de asistencia técnica. Sin embargo, como los mismos productores lo mencionan, la cría de cabras es un apoyo económico importante, aunque a diferencia de otras regiones y bajo las condiciones en las que se encuentran, no es su fuente principal de ingresos (Cuellar et al., 2012). Ante esto habría que hacer un estudio que profundice en los aspectos económicos para plantear estrategias de mercado. Es destacable la importancia que tienen los recursos naturales en

la región, la dependencia prácticamente exclusiva de los forrajes del agostadero determina y limita el nivel de producción que se pudiera llegar a tener, sin embargo el conocimiento de parte del caprinocultor sobre los ellos podría ser pieza clave en el establecimiento de prácticas alternas de silvopastoreo y de esta manera se reduciría la presión que se ejerce sobre el agroecosistema, así como la escasez de alimento durante la época de estiaje. Finalmente, los aspectos sociales son determinantes en la implementación de programas o proyectos, ya que para la transmisión de nueva información es necesaria la contextualización de ésta de acuerdo al receptor a quien vaya dirigida.

## Conclusión

La caprinocultura en la región es una actividad tradicional y la participación familiar en ella es importante. El nivel de inversión es bajo y el uso y aprovechamiento de recursos naturales es determinante para su existencia, por lo que la preservación de ellos es primordial. No existe una visión empresarial para la comercialización del ganado caprino y falta mayor asistencia técnica y asesoramiento sobre todo en aspectos de reproducción y sanidad.

## Referencias

Cuellar JA, Tórtora J, Trejo A, y Román P. La Producción Caprina Mexicana. Particularidades y Complejidades. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Ediotiral Ariadna; 2012.

Ducoing Watty AE. Zootecnia de caprinos. En: Trujillo ME (Ed.). Introducción a la zootecnia. Ciudad de México: FMVZ-UNAM; 2006. p. 195-219.

Muñiz CE, Salvador FO, De Lucas TJ, Pérez RM. Caracterización de Sistemas de Producción Caprina En El Estado de Oaxaca, México. I. Aspectos Generales y Sociales. XXIX Reunión Nacional e Internacional Sobre Caprinocultura; 11-13 oct 2017; Cuautitlán Izcalli, México.

Ramírez JMP, Sánchez OM, Ortiz BR, Zaragoza RJJ, Ricardi DLCLC, Fuentes-Mascorro G. Sistema de producción y zoometría de la cabra pastoreña. Actas Iberoam Conserv Anim. 2014;4:231-3.

Sánchez L, Herrera O. Manual de buenas prácticas para la cría de caprinos en la Mixteca con enfoque ecosistémico. Oaxaca: Proyecto GEF-Mixteca; 2018. 128 p.

SIAP-ServiciodeInformaciónAgroalimentariayPesquera. Producción, Precio, Valor, Animales Sacrificados y Peso de Carne En Canal. Anuario Estadístico de La Producción Ganadera. 2017 [acceso 17 feb 2019]. Disponible en: [https://nube.siap.gob.mx/cierre\\_pecuario/](https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/)

Valerio D, García A, Acero R, Castaldo A, Perea JM, Martos J. Metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos. Documentos de Trabajo Producción Animal y Gestión; Córdoba, España: Universidad de Córdoba; 2004.

Villarreal-Arellano HR, Fuentes-Mascorro G, Ramírez-Bribiesca JE, Torres-Hernández G, Domínguez-Martínez MA. Modelo Morfoestructural en la cabra Criolla Pastoreña de la región Mixteca del Estado de Oaxaca, México. Actas Iberoam Conserv Anim.. 2018;12:155-63.

## PRODUCCIÓN

# Tratamiento de glándulas mamarias para el control de mastitis, en cabras que finalizan actual periodo de lactar

Yazmín Ivonne Arriaga Avilés\*, Salvador Ávila Tellez, Jesús romero Martínez, Edgar Alfonseca Silva, Jaime Alonso Navarro Hernández, René Rosiles Martínez, Diana Nayeli Vázquez Márquez

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidade Nacional Autónoma do México (UNAM), Ciudad de México, México

## Resumen

El objetivo fue aplicar un procedimiento médico-zootécnico en cabras al secado, con el fin de lograr al parto glándulas libres de mastitis. El trabajo se realizó en 18 glándulas mamarias de cabras de raza Alpina Francesa, Saanen, cruza de Alpino Francés con Boer y Toggenburg; con diferente edad, número de parto, gestante y ordeñado mecánicamente una vez al día. Se evaluó el modelo de alojamiento, zona para ordeño, eficiencia y capacidad del ordeño mecánico y acciones realizadas por el personal. Se efectuó la exploración clínica de las ubres, en muestras de leche de cada glándula mamaria se realizó examen bacteriológico y cuenta de células somáticas. Al terminar el último ordeño se aplicó vía apéndice de pezón el antimicrobiano seleccionando y después se administró subnitrito de bismuto al 65% para taponar el ducto del pezón. Resulto que al parto el estudio bacteriológico en todas las glándulas mamarias fue negativo, así como Prueba de California para Mastitis (CMT), el número de células somáticas disminuyó de manera significativa ( $p = 0,0106$ ;  $x = 3(-)$ ,  $n = 16$ ). Por otra parte, la prueba con los datos Contador de células DeLaval (DCC®), los resultados concuerdan con CMT.

**Palabras clave:** Cabras. Mastitis. Control. Lactancia. Bismuto.

## Introducción

Durante el descanso de lactar en la glándula mamaria se renuevan las células epiteliales y se regeneran los vasos sanguíneos para lograr una óptima producción de leche (Sordillo et al., 1987). A lo largo de éste periodo se pueden adquirir infecciones intramamarias (IIM) ocasionadas por el ingreso de bacterias a través del ducto del pezón, ducto que permanece débilmente cerrado en tanto se restablece el tapón de queratina. En cabras se reportan frecuencias del 25% al 93% de IIM causadas principalmente por *Staphylococcus coagulasa* negativos (ECN), considerados como los principales agentes causantes de mastitis subclínicas persistentes (Contreras et al, 2007), mientras que *Staphylococcus aureus* es el patógeno



diagnosticado con mayor frecuencia (Moroni, 2005).

Espinosa (2015) menciona que la aplicación de antimicrobianos específicos seguido de un masaje ascendente y después se procede a la aplicación de un sellador intramamario a base de subnitrito de bismuto (SB) resulta eficaz para el control de infecciones intramamarias al parto.

## Material y métodos

Se realizó un ensayo tipo “antes-después” en una unidad intensiva de producción de leche, ubicada en el altiplano de México, a partir de 18 glándulas mamarias de ganado caprino de razas Alpino Francés, Saanen y Toggenburg; cabras con diferente edad, número de partos, gestantes y ordeñadas mecánicamente una vez al día. En las cabras que integraron la muestra de estudio, como primer actividad se procedió a una exploración clínica de las ubres por medio de palpación en todo el tejido glandular para detectar la presencia de nódulos, abscesos, ó fibrosis, según procedimiento descrito por Avila y Gutiérrez (2014).

De cada glándula mamaria se tomó una muestra de leche para examen bacteriológico siguiendo el procedimiento indicado por Alfonseca (1991). Las muestras de leche se tomaron al inicio del ordeño por la mañana para lo cual los pezones de cada glándula se limpiaron con torundas estériles e impregnadas con alcohol al 70% se descartaron los tres primeros chorros de leche sobre el tamiz de fondo oscuro evaluando las características por inspección mediata según procedimiento descrito por Avila et al. (2012) y después se obtuvo la muestra de leche en frasco estéril para cultivo bacteriológico y susceptibilidad a antimicrobianos Alfonseca (1991); e identificación de células somáticas aplicando simultáneamente las pruebas de California para Mastitis (CMT) y cuenta de células somáticas por citometría de flujo (DCC); procedimiento también aplicado al parto de las cabras.

Al terminar el ultimo ordeño (secado) se realizó el preparado de cada pezón, siguiendo el procedimiento se aplicó vía ápice de pezón el antimicrobiano seleccionando rifaximina al 2%

por medio de una jeringa intramamaria (vacas) con la cánula que trae la misma jeringa. Después se procedió a la administración de una infusión intramamaria de subnitrito al 65% (principio activo) para taponar el ducto.

## Resultados

De las glándulas mamarias que integraron la muestra del estudio, el resultado a la prueba de California para mastitis (CMT) resultó que de las 16 glándulas mamarias, únicamente dos fueron negativas a la prueba de CMT y sin desarrollo microbiano al cultivo; de las catorce glándulas restantes, doce con respuesta positiva a mastitis; de éstas; tres fueron positivas a *Staphylococcus aureus* y seis a *Bacillus* spp.; una sin desarrollo S/D.

La prueba de diagnóstico clínico aplicando la prueba de California para mastitis (CMT) y la cuenta de células somáticas (DCC), se encontró que en los casos negativos el número de células somáticas por mililitro fue ( $< 150.000$  células), trazas ( $< 170.000$ ) representando el 37%; a reacción uno ( $< 300.000$  células) (19%); muestras de leche de las glándulas calificadas a CMT = 2, resultaron con números de células somáticas que variaron de 105.000 a 930.000 CCS, casos de los que se aislaron *Staphylococcus* spp. y *Bacillus* spp. A reacción CMT = 3, se identificaron 7/16 glándulas (44%), con número de células somáticas que variaron entre 1.105.000 a 6.193.000 células somáticas por mililitro glándulas que se aislaron *Staphylococcus* spp. y *Bacillus* spp.

Las cabras estuvieron entre 7 - 8 meses secas, al momento del parto los resultados de las glándulas mamarias a la prueba de CMT fueron negativos en su totalidad; en la cuenta de células somáticas éstas variaron de 58.000 a 257.000 células y el total de las glándulas resultaron negativas al estudio bacteriológico.

Los resultados fueron analizados mediante la prueba no paramétrica del signo para muestras no correlacionadas (Mode, 1961) con nivel de significación estadística de  $\alpha = 0.05$ . Dicha prueba muestra que la cuenta de células somáticas (DCC) disminuyó de manera significativa por efecto del tratamiento aplicado ( $p = 0,0106$ ;  $x = 3(-)$ ,  $n = 16$ ). Cabe señalar que al realizar la prueba con los datos DCC, los resultados concuerdan con los de CMT.

## Discusión

Con base en los resultados de las glándulas al secado sólo dos resultaron negativas, tanto a la prueba de California, número de células somáticas y bacteriológico en tanto que al parto el total de las glándulas resultaron negativas al CMT y bacteriológico; con reacción a la cuenta de células somáticas fueron inferiores a 257.000 células.

Lo anterior se atribuye, a que el diagnóstico bacteriológico fue eficiente así como la selección de antimicrobianos aplicados. Por otra parte es frecuente que después de finalizar el ciclo actual de lactar algunas cabras muestren que en el ápice del pezón aparezcan gotas de leche, lo cual puede ser atribuido a que la secreción de leche de las células epiteliales decrece en forma progresiva y la escasa leche que aún se continua produciendo en ocasiones alcanza los senos de la glándula y del pezón, provocándoles el paso de esta leche a la porción inferior del ápice del pezón, lo que ocasiona gotas de leche que se contaminan por diferentes causas, proporcionando el establecimiento de posibles migraciones de microorganismos al interior de la glándula mamaria, que al final resulta en un cuadro de mastitis clínica o subclínica; la aplicación del subnitrato de bismuto tiene como propósito formar un tapón en el ducto del pezón y evitar el paso de agentes infecciosos, al momento del parto se deberá destapar de forma manual para extraer ese tapón y que los cabritos puedan tomar calostro.

Considerando los resultados de la prueba estadística, se puede afirmar que la cuenta de células somáticas por DCC al parto, disminuye significativamente por la aplicación del antimicrobiano al momento del secado, lo cual concuerda con la prueba de California; cuando se realiza en forma correcta siguiendo el método descrito por Schalm (1971), tiene la ventaja de ser práctica y de precio muy reducido en comparación con la citometría de flujo (DCC).

## Conclusión

Con base a los resultados obtenidos se enfatiza la importancia que tuvo al realizar un diagnóstico clínico-zootécnico integral y aplicar un tratamiento

con base en los resultados bacteriológicos; así como la aplicación del subnitrato de bismuto en pezones, asegurando el evitar la migración de agentes infecciosos a la ubre.

## Referencias

Avila S, Gutiérrez AJ. Producción de leche con ganado bovino. 3 ed. Ciudad de México: Imagen Editorial Yire; 2014.

Avila S, Rosiles MR, Navarro HJA, Martínez CI, Hernández PJ, Sánchez GJI. Estudio de ochenta y cuatro casos clínicos de mastitis en ganado Holstein en México. Congreso Mundial de Buiatría; 3-8 jun 2012; Lisboa, Portugal. Lisboa : Associação Portuguesa de Buiatria; 2012. p. 397

Alfonseca SE. Aplicación de la técnica estandarizada de Kirb-Bauer para determinación de susceptibilidad a quimioterapéuticos con *S. aureus*, aislados de mastitis bovina [tesis de licenciatura]. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México; 1991.

Contreras A, Sierra D, Sánchez A, Corrales JC, Marco JC, Paape MJ, et al. Mastitis in small ruminants. *Small Rumin Res.* 2007;68(1-2):145-53.

Espinosa LF. Evaluación de dos métodos de secado implementados al descanso de lactar (periodo seco) en cabras [tesis de licenciatura]. Ciudad de México: Nacional Autónoma de México; 2015.

Mode EB. *Elements of Statistics*. 3 ed. Englewood Cliffs, USA: Prentice-Hall; 1961.

Moroni P, Pisoni G, Vimercati C, Rinaldi M, Castiglioni B, Cremonesi P, et al. Characterization of *Staphylococcus aureus* isolated from chronically infected dairy goats. *J Dairy Sci.* 2005;88(10):3500-9.

Schalm OW. *Bovine Mastitis*. Philadelphia: Lea & Febiger; 1971. 360 p.

Sordillo LM, Nickerson SC, Akers RM, Oliver SP. Secretion composition during bovine mammary involution and the relationship with mastitis *Int J Biochem.* 1987;19(12):1165-72.

PRODUCTOS LÁCTEOS, CÁRNICOS, PIEL, PELO

## Análisis comparativo del perfil de ácidos grasos monoinsaturados en leche de ovejas bajo un sistema de producción estabulado

Rosa Isabel Higuera<sup>1</sup>, Héctor Alejandro de la Cruz-Cruz<sup>1</sup>, Claudia Delgadillo-Puga<sup>2</sup>, Andrés Ducoing-Watty<sup>3</sup>, Jorge Alfredo Cuéllar-Ordaz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

<sup>2</sup> Departamento de Nutrición Animal, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Ciudad de México, México

<sup>3</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México

### Resumen

En leche de cabra, el nivel de expresión de  $\alpha_s1$  - caseína está asociado a la genética del animal, lo que se relaciona al contenido de sólidos totales y rendimiento quesero. En Chile, la producción caprina se caracteriza por ser extensiva, no especializada y con animales principalmente criollos, los que presentan una alta variabilidad genética. En años recientes, la producción láctea caprina ha experimentado un fuerte desarrollo y tecnificación forzando a la selección genética de los rebaños hacia un mayor nivel de producción para alcanzar mayores rendimientos y un procesamiento acorde al mercado, como por ejemplo productos reducidos en materia grasa. En este estudio, se analizó la relación entre el nivel de expresión de la  $\alpha_s1$  - caseína en leche de cabra con el rendimiento de quesos frescos libres de grasa, elaborados a escala de laboratorio. El estudio se llevó a cabo en una lechería ubicada en el secano costero de la Zona Central de Chile, integrada por 113 cabras a finales de la lactancia y agrupadas en función de días en lactancia. Se colectaron dos muestras individuales de leche (40 mL) al día 200 de lactancia para analizar su composición, recuento de células somáticas, perfil caseínico por HPLC y rendimiento quesero. Éstos fueron evaluados en función del fenotipo del rebaño (Saanen, Alpina, Criolla Chilena y mestizas) y nivel de  $\alpha_s1$  - caseína en leches (alto, medio, bajo y nulo). Los resultados preliminares presentan una correlación directa entre el nivel de proteínas y sólidos no grasos en leche con el rendimiento quesero ( $r = 0,768$ ;  $p < 0,05$ ). Sin embargo, el nivel de  $\alpha_s1$  - caseína influyó en menor medida en esta variable, lo que se relacionaría con la estandarización del proceso de elaboración en función del contenido de proteína individual de cada leche, permitiendo disminuir la variabilidad genética presente en el rebaño.

**Palabras clave:**  $\alpha_s1$  - caseína. Queso fresco libre de grasa. Rendimiento quesero. Leche de cabra. Composición.

PRODUCTOS LÁCTEOS, CÁRNICOS, PIEL, PELO

## Análisis de la curva de lactación de ovejas Pelibuey en un sistema de lactancia restringida en el trópico húmedo

Rosa Isela Narváez Ballesteros<sup>1</sup>, Jesús Mezo-Solis<sup>1</sup>, Juan Carlos Ángeles Hernández<sup>2</sup>, José Herrera-Camacho<sup>3</sup>, Luis A Sarmiento Franco<sup>4</sup>, Ricardo Garcia-Herrera<sup>1</sup>, Manuel González Ronquillo<sup>5</sup>, Alfonso Chay-Canul<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Division Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Villahermosa, México

<sup>2</sup> Consultor Privado

<sup>3</sup> Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Tarímbaro, México

<sup>4</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, (UADY), Mérida, México

<sup>5</sup> Departamento de Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Toluca, México

### Resumen

En las razas de ovinos de pelo que se manejan en las regiones tropicales, la información relacionada con su patrón de producción láctea es limitada. El objetivo de este estudio fue analizar la curva de lactación de ovejas Pelibuey manejadas en un sistema de lactancia restringida mediante el ajuste a modelos matemáticos empíricos y mecanísticos. Se utilizaron un total de 4416 registros diarios de producción láctea de 92 ovejas Pelibuey multíparas. El primer registro de lactación se realizó al día 12 post-parto, el largo de lactación promedio fue de 105 días con una producción láctea total (PLT) de 48,16 L y un pico de lactación (PL) de 0,89 L, alcanzado al día 26 post-parto. Los parámetros de cada modelo fueron estimados utilizando un proceso iterativo de regresión no lineal en el paquete minpack.lm con el programa R. La bondad de ajuste entre modelos se evaluó mediante el cuadro medio del error de predicción (CMEP), criterio de información Akaike (AIC) y criterio de información Bayesiano (BIC). El modelo gamma de Wood tuvo el mejor grado de ajuste de curva de lactación mostrando los menores valores del CMEP (0,012), AIC (- 135,2) y BIC (- 127,9). Además, este modelo estimó una PLT de 47,7 L con un pico de lactación de 0,76 L estimado al día 33 post-parto. La curva de lactación de ovejas Pelibuey analizadas presentó una forma típica, con una producción inicial (parámetro  $a = 0,02$ ) la cual presenta una fase de ascenso (parámetro  $b = 1,52$ ) hasta alcanzar un pico de lactación, con una subsecuente disminución en la producción láctea (parámetro  $c = 0,046$ ). Las ovejas Pelibuey en sistemas tropicales muestran patrones de curva de lactación que permiten identificar a este grupo genético como una opción para desarrollar sistemas de producción de leche en esta región.

**Palabras clave:** Leche. Producción. Ovejas. Trópico. Curva de lactancia.

PRODUCTOS LÁCTEOS, CÁRNICOS, PIEL, PELO

## Cambios físico-químicos durante la maduración de queso tipo manchego de oveja Pelibuey

Jesús Mezo-Solís<sup>1</sup>, Juan Carlos Ángeles Hernández<sup>2</sup>, José Herrera-Camacho<sup>3</sup>, Luis A Sarmiento Franco<sup>4</sup>, Ricardo García-Herrera<sup>1</sup>, M González Ronquillo<sup>5</sup>, Alfonso Chay-Canul<sup>1</sup>

<sup>1</sup> División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Villahermosa, México

<sup>2</sup> Consultor Privado

<sup>3</sup> Departamento de Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Toluca, México

### Resumen

La producción de leche de ovejas es una actividad importante en los países mediterráneos, orientada a la elaboración de quesos. En los últimos años, se ha reportado un aumento importante en la producción de leche de ovejas en países latinoamericanos, que se ha utilizado principalmente en la manufactura de quesos. Sin embargo, no hay protocolos definidos ni productos bien caracterizados. En la región tropical de México, los ovinos de pelo son las principales razas utilizadas en los sistemas de producción. El objetivo fue evaluar los cambios fisicoquímicos de quesos tipo manchego durante su maduración. En cada frecuencia de muestreo (1, 30, 60 y 90 días) se analizaron tres quesos de 300 gramos. Las muestras de quesos fueron analizadas mediante Aw, pH, contenido de humedad (%), cenizas (%), cloruros de sodio (%), acidez total (%) y grasa (%). Acorde a los resultados el valor de Aw disminuyó conforme avanzan los días de maduración (de 0,943 a 0,911), el pH del queso resultó mayor de 1 a 30 días de maduración; sin embargo, este valor se redujo tras 90 días. Después de 30 días, la humedad del queso aumentó respecto al inicio de la maduración, pero luego, el queso perdió agua entre 60 y 90 días. En cuanto la acidez fue la variable que más cambios mostro del día 1 al día 90. Se encontró un incrementó en el contenido de grasa (de 7,6 a 8,4%) durante la maduración; mientras que el contenido de cloruro de sodio fue similar (4,3 a 4,6) los resultados del presente trabajo ofrecen una contribución en la comprensión de los cambios que se producen durante la maduración del queso de oveja.

**Palabras clave:** Pelibuey. Queso tipo manchego. Maduración.

PRODUCTOS LÁCTEOS, CÁRNICOS, PIEL, PELO

## Caracterización de salchichas secas tipo cabanossi con carne de llama (*Lama glama*) de tres sistemas de alimentación

Miriam Elizabeth Ramos Ramírez<sup>1\*</sup>, Marcial Ibo Silva Jaimes<sup>2</sup>, Bettit Karim Salvá Ruiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Hermilio Valdizán (UNHEVAL), Huánuco, Perú

<sup>2</sup> Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima, Perú

### Resumen

En la actualidad se tiene una diversidad de salchichas secas fermentadas comercializadas con un alto contenido de grasa, que motiva el desarrollo de nuevos productos con la incorporación de sustitutos de grasa y contribuir en la prevención de enfermedades crónicas. El propósito de éste estudio es mostrar que el cabanossi con carne de llama contiene menos grasa contribuyendo a un producto saludable que los productos tradicionales. En base a una formulación optimizada (74,41% de carne de llama, 16,81% de papa cocida y 10,78% de grasa de cerdo), se elaboró cabanossi con carne de llamas provenientes de tres sistemas de alimentación: SA1 (Pastos naturales), SA2 (con heno de alfalfa) y SA3 (con vitaminas). Los resultados indican que los ácidos grasos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados son inferiores al patrón comercial, mientras que los ácidos grasos deseables son superiores y el índice n-3/n-6 es más dañino en los cabanossi tradicionales. Por tanto, el cabanossi con carne de llama es una alternativa saludable en relación a los productos tradicionales para elaborar salchichas secas fermentadas.

**Palabras clave:** Carne de llama. Sustitución de grasa. Salchichas secas fermentadas. Cabanossi.

PRODUCTOS LÁCTEOS, CÁRNICOS, PIEL, PELO

# Comparación de la precisión y exactitud de cuatro equipos para determinar la media del diámetro de fibra y desviación estándar de fibra de alpaca

Darwin Calderon<sup>1,3\*</sup>, Gustavo Gutierrez<sup>1</sup>, Edgar Quispe<sup>2</sup>, Carmen Silva<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), Lima, Perú

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Chota (UNACH), Chota, Perú

<sup>3</sup> Laboratorio de Fibras Textiles, Piel y Cueros, Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), Lima, Perú

## Resumen

El objetivo fue la precisión y exactitud de cuatro equipos que evalúan la Media del Diámetro de Fibra (MDF) y Desviación Estándar (DS), realizado en el Laboratorio de Fibras Textiles, Piel y Cueros de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria la Molina. Los equipos utilizados: MiniFiber-EC, Fiber-EC, Laserscan (LSN) y Microscopio de Proyección (MP). Se trabajó en un ambiente controlado, una humedad de  $65 \pm 3\%$  y temperatura de  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ . Se utilizaron 5 muestras de tops de alpaca con diámetros conocidos con un rango de 16,8 a 31,4  $\mu\text{m}$  y 3,9 - 9,7  $\mu\text{m}$  para MDF y DS respectivamente, distribuidos en dos submuestras. El Fiber-EC y MiniFiber-EC determinaron diámetros similares, respecto a los equipos referenciales LSN y MP. Sin embargo, la precisión para MDF fue mejor para diámetros finos, que para diámetros gruesos con un intervalo de confianza al 95% (IC) que osciló de  $\pm 0,16 - \pm 0,82 \mu\text{m}$  y  $\pm 0,08 - \pm 0,57 \mu\text{m}$ , para MiniFiber-EC y Fiber-EC respectivamente; comparado con el LSN y MP mostraron una menor precisión para diámetros gruesos 31,4  $\mu\text{m}$  con un intervalo de confianza al 95% (IC) de  $\pm 0,90 \mu\text{m}$  y  $\pm 0,92 \mu\text{m}$  respectivamente. Respecto a la

exactitud, el Fiber-EC fue mejor para fibras finas (0,04 con muestras de 16,8  $\mu\text{m}$ ), y fibras gruesas 0,49 en muestras de 31,4  $\mu\text{m}$ ; respecto al LSN tuvo menor exactitud para diámetros gruesos (1,20 en muestras de 31,4  $\mu\text{m}$ ); el MP tuvo mayor exactitud 0,02  $\mu\text{m}$  para muestras de 18,70  $\mu\text{m}$ . La precisión de la DS fue similar en los cuatro equipos; sin embargo, tuvo mayor exactitud el LSN respecto a los tres equipos evaluados. El MiniFiber-EC y Fiber-EC son equipos alternativos para determinar la MDF y DS de alpaca con buena precisión y exactitud.

**Palabras clave:** Precisión. Exactitud. Diámetro de fibra. Desviación estándar.

## Introducción

La Media del Diámetro de Fibra MDF y la Desviación Estándar DS se consideran probablemente las dos características más importantes para toda fibra animal. Las medidas objetivas para uso en

campo dependen de la concordancia entre el valor observado con el valor verdadero (exactitud) y de cuán bien las observaciones repetidas concuerdan entre sí (precisión). A pesar de que los instrumentos para determinar la MDF y DS han progresado, los costos de los instrumentos y los desafíos logísticos aún dificultan el análisis de fibra en campo en tiempo real. Los criadores deben ser conscientes de la importancia de la MDF y la DS de cada animal en su rebaño, necesario para identificar los animales más finos, uniformes e indeseables. Además, la MDF determinará el uso final de la fibra y en algunos casos cómo se procesará la fibra en la industria; de la misma forma cuanto menor sea la DS, menor será la variación alrededor de la media (Holt, 2014). En el Perú se construyeron dos equipos para determinar MDF y DS, que vienen evaluándose constantemente; el objetivo del trabajo es evaluar la precisión y exactitud del MiniFiber-EC y Fiber-EC utilizando fibra de alpaca.

## Material y métodos

El estudio se realizó en el Laboratorio de Fibras, Textiles y Pieles y Cueros de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria la Molina. Los equipos utilizados fueron Mini Fiber-EC y Fiber-EC, la calibración y validación de ambos se realizó de acuerdo a lo indicado por (Quispe et al., 2017). El

Laserscan (LSN) y Microscopio de Proyección (MP) fueron calibrados considerando la IWTO-12 (IWTO, 2015a) e IWTO-08 (IWTO, 2015b) respectivamente. Se trabajó en un ambiente controlado, siendo la humedad y temperatura del laboratorio  $65 \pm 3\%$  y  $20 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , respectivamente considerando la norma IWTO-52 (ITWO, 2015c). Se utilizaron cinco tops de alpaca con diámetros conocidos con un rango de 16,8 a 31,4  $\mu\text{m}$  y 3,9 - 9,7  $\mu\text{m}$  para MDF y DS respectivamente, distribuido en dos submuestras; los fragmentos finales se vaciaron al Laserscan para su evaluación y la muestra restante del top se utilizó para medir en Microscopio de Proyección. Para el análisis de datos se utilizó el paquete estadístico SAS versión 9.4.

## Resultados y discusión

Por lo tanto se podría asumir que la precisión estadística es mejor para diámetros finos, con un error estándar (EE) que oscila de 0,08 - 0,42  $\mu\text{m}$  y 0,04 - 0,29  $\mu\text{m}$ ; el intervalo de confianza al 95% (IC) oscila de  $\pm 0,16$  -  $\pm 0,82$   $\mu\text{m}$  y  $\pm 0,08$  -  $\pm 0,57$   $\mu\text{m}$  para MiniFiber-EC y Fiber-EC respectivamente; en comparación con los equipos referenciales del LSN y MP ambos mostraron una menor precisión para diámetros gruesos 31,4  $\mu\text{m}$  con un (EE) de 0,46 y 0,47  $\mu\text{m}$  respectivamente; el intervalo de confianza al 95% (IC) oscila de  $\pm 0,14$  -  $\pm 0,90$   $\mu\text{m}$  para el LSN y  $\pm 0,04$  -  $\pm 0,92$   $\mu\text{m}$  para el MP (Tabla 1).

**Tabla 1** - Precisión estadística de la MDF, se muestra el promedio, error estándar, intervalo de confianza al 95% de tops de alpaca evaluados en MiniFiber-EC, Fiber-EC, Laserscan y Microscopio de Proyección

MDF Patrón ( $\mu\text{m}$ )	MiniFiber-EC			Fiber-EC			LSN			MP		
	$\bar{X}$	EE	IC ( $\pm$ )	$\bar{X}$	EE	IC ( $\pm$ )	$\bar{X}$	EE	IC ( $\pm$ )	$\bar{X}$	EE	IC ( $\pm$ )
16,8	16,29	0,08	0,16	16,84	0,15	0,29	16,70	0,10	0,20	17,36	0,04	0,08
18,7	18,76	0,42	0,82	19,04	0,13	0,25	18,90	0,18	0,35	18,72	0,07	0,14
21,4	21,55	0,08	0,16	22,03	0,04	0,08	21,60	0,12	0,24	22,06	0,07	0,14
24,5	25,01	0,33	0,65	24,85	0,29	0,57	24,80	0,07	0,14	24,84	0,02	0,04
31,4	30,93	0,30	0,59	30,91	0,14	0,27	32,60	0,46	0,90	30,58	0,47	0,92

Nota: EE = Error estándar; IC = Intervalo de confianza; LSN = Laserscan; MP = Microscopio de proyección.



Respecto a la exactitud el Fiber-EC es mejor para fibra finas (0,04 con muestras de 16,8  $\mu\text{m}$ ), que para fibras gruesas (0,49 con muestras de 31,4  $\mu\text{m}$ ) en comparación al MiniFiber-EC para fibras finas (0,51 con muestras de 16,8  $\mu\text{m}$ ) y gruesas (0,47 con muestras de 31,4  $\mu\text{m}$ ).

Respecto al LSN podemos indicar que tuvo mayor exactitud para diámetros finos (0,10 con muestras de 16,8  $\mu\text{m}$ ); el MP mostro mayor exactitud (0,02

para muestras de 18,70  $\mu\text{m}$ ), mientras que para diámetros gruesos se observó menor exactitud (1,20 y 0,82 con muestras de 31,4  $\mu\text{m}$ ) para LSN y MP respectivamente (Tabla 2). Los resultados de la precisión estadística de la DS fueron similares para los cuatro equipos; sin embargo, tuvo mayor exactitud el LSN para la característica de la DS en muestras de tops de alpaca respecto a los tres equipos evaluados (Tabla 3).

**Tabla 2** - Exactitud del MiniFiber-EC, Fiber-EC, Laserscan y Microscopio de Proyección, expresada como una diferencia absoluta obtenida con los equipos y los valores reales de los tops de la MDF y DS

Equipos	MDF Patrón ( $\mu\text{m}$ )					DS Patrón ( $\mu\text{m}$ )				
	16,8	18,7	21,4	24,5	31,4	3,90	4,60	6,20	7,20	9,70
MiniFiber-EC	0,51	0,06	0,15	0,51	0,47	1,76	1,31	0,64	0,34	0,36
Fiber-EC	0,04	0,34	0,63	0,35	0,49	2,48	2,36	1,76	1,67	1,50
LSN	0,10	0,20	0,20	0,30	1,20	0,52	0,23	0,20	0,60	0,50
MP	0,56	0,02	0,66	0,34	0,82	0,90	0,18	0,43	0,45	1,25

Nota: MDF = media del diámetro de fibra; DS = desviación estándar LSN = Laserscan; MP = Microscopio de proyección.

**Tabla 3** - Precisión estadística de la DS, se muestra el promedio, error estándar, intervalo de confianza al 95% de tops de alpaca evaluados en MiniFiber-EC, Fiber-EC, Laserscan y Microscopio de Proyección

MDF Patrón ( $\mu\text{m}$ )	MiniFiber-EC			Fiber-EC			LSN			MP		
	$\bar{X}$	EE	IC ( $\pm$ )	$\bar{X}$	EE	IC ( $\pm$ )	$\bar{X}$	EE	IC ( $\pm$ )	$\bar{X}$	EE	IC ( $\pm$ )
3,90	5,66	0,07	0,14	6,38	0,09	0,18	3,38	0,07	0,14	4,80	0,16	0,31
4,60	5,91	0,09	0,18	6,96	0,10	0,20	4,83	0,19	0,37	4,78	0,11	0,22
6,20	6,84	0,13	0,25	7,95	0,21	0,41	6,00	0,09	0,18	6,63	0,46	0,90
7,20	7,54	0,03	0,06	8,87	0,16	0,31	6,60	0,12	0,24	6,75	0,09	0,18
9,70	9,34	0,07	0,14	11,20	0,30	0,59	10,20	0,35	0,69	8,45	0,33	0,65

Nota: EE = Error estándar; IC = Intervalo de confianza; LSN = Laserscan; MP = Microscopio de proyección.

## Conclusión

El MiniFiber-EC y Fiber-EC son equipos alternativos para evaluar la MDF de alpaca con una buena precisión y exactitud. Tales equipos pueden incluirse como instrumentos de evaluación para la clasificación de vellones y selección de alpacas por su finura, como una prueba de orientación objetiva para los criadores de alpaca.

## Referencias

Holt C. A Definitive Guide To Alpaca Fibre. Idaho, Estados Unidos. Selle Design Group; 2014.

IWTO - International Wool Textile Organisation. IWTO-52-2006: Conditioning Procedures for Testing Textiles. IWTO Red Book Specifications. 2015c [acceso 5 feb 2019]. Disponible en: <http://tinyurl.com/y49ooq6k>.

IWTO - International Wool Textile Organisation. IWTO-12-2012: Measurement of the Mean and Distribution of Fibre Diameter Using the Sirolan-Laserscan Fibre Diameter Analyser. IWTO Red Book Specifications. 2015a [acceso 5 feb 2019]. Disponible en: <http://tinyurl.com/y49ooq6k>.

IWTO - International Wool Textile Organisation. IWTO-8: 2011: Method of Determining Fibre Diameter Distribution Parameters and Percentage of Medullated Fibres in Wool and other Animal Fibres by the Projection Microscope. IWTO Red Book Specifications. 2015b [acceso 5 feb 2019]. Disponible en: <http://tinyurl.com/y49ooq6k>.

Quispe MD, Benavidez G, Sauri RA, Bengoechea JJ, Quispe EC. Development and preliminary validation of an automatic digital analysis system for animal fibre analysis. *S Afr J Anim Sci.* 2017;47(6):822-33.

PRODUCTOS LÁCTEOS, CÁRNICOS, PIEL, PELO

## Efecto de la condición sexual (enteros vs. castrados) y peso al beneficio sobre la calidad instrumental de la carne de corderos de pelo mestizos en el Caribe Húmedo colombiano

Lorena Angélica Aguayo-Ulloa<sup>1\*</sup>, Emiro Andrés Suárez<sup>1</sup>, Clara Viviana Rúa-Bustamante<sup>2</sup>, Leyla Ríos<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación Turipaná, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia), Cereté, Colombia

<sup>2</sup> Centro de Investigación Motilonia, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia), Agustín Codazzi, Colombia

<sup>3</sup> Centro de Investigación Tibaitatá, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia), Mosquera, Colombia

### Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la condición sexual (CS) y peso al beneficio (PB) sobre la calidad instrumental de la carne de corderos comerciales de un matadero de la región Caribe Húmedo. Se seleccionaron 32 corderos (cuatro grupos), todos mestizos cuya base genética era criolla de Pelo Colombiano (6 - 8 meses): ocho enteros livianos (EL) con PB = 23.9 ± 1.1 kg y peso canal (PC) = 9.8 ± 0.5 kg y ocho enteros pesados (EP) con PB = 36.2 ± 1.1 kg y PC = 16.7 ± 0.5 kg; ocho castrados intermedio (CI) con PB = 27.7 ± 1.1 kg y (PC) = 12.7 ± 0.5 kg y ocho castrados livianos (CL) con PB = 23.8 kg ± 1.1 y PC = 9.7 ± 0.5 kg. Se extrajo una muestra de Longissimus dorsi de cada hemicanal izquierda desde la vértebra T10 a la T13. Los lomos CI y CL no se maduraron. Se evaluó el pH, color (Índices: luminosidad L\*, rojo a\*, amarillo b\*, croma C\* y el tono o hue H\*; con 45min. oxigenación), textura (fuerza máxima de corte), y las pérdidas por cocinado (% PERD) de la carne. Se utilizó el procedimiento GLM (SAS 9.4) usando un modelo lineal que incluyó el efecto fijo de grupo. La carne de los grupos CI, CL, EL, EP obtuvieron, respectivamente, un pH de 5.68, 5.68, 5.7, 5.8 (± 0.08; p ≥ 0.05); índices: L\* de 38.5, 41.9, 43.6 y 35.3 (± 1.5; p ≤ 0.05), a\* de 16.7, 16.2, 16.5 y 15.3 (± 0.5; p ≥ 0.05), b\* de 6.4, 7.1, 6.4 y 4.8 (± 0.4; p ≤ 0.05), C\* de 17.9, 17.1, 17.8 y 16.1 (± 0.1; p ≥ 0.05) y H\* de 20.8, 23.5, 21.2 y 17.2 (± 1.2; p ≤ 0.05); PERD de 26.6, 25.2, 28.1 y 20.1% (± 1.4; p ≤ 0.05); y textura de 4.25, 4.37, 4.01 y 3.32 KgF (± 0.28; p ≥ 0.06). El PB y en menor grado la CS fueron factores que afectaron la calidad de la carne ovina, especialmente el color y PERD. Esto puede ser aprovechado para desarrollar estrategias de definición del producto en la región.

**Palabras clave:** Carne ovinos. Calidad instrumental. Castración. Pesos. Faena comercial.

PRODUCTOS LÁCTEOS, CÁRNICOS, PIEL, PELO

## Efecto del silvopastoreo en la composición de ácidos grasos en queso de cabra

Rosa Isabel Higuera-Piedrahita<sup>1\*</sup>, Pedro Vásquez-Landaverde<sup>2</sup>, Miguel Ángel Galina-Hidalgo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

<sup>2</sup> Instituto Politécnico Nacional (ICATA), Ciudad de México, México

### Resumen

El queso ha sido un alimento consumido a través de los años por las poblaciones, aún sigue siendo un producto indispensable para el desarrollo óseo y funcional de los seres vivos, sin embargo, las prácticas de producción intensiva han ido disminuyendo calidad de producto por incremento en la cantidad. La estabulación, por ejemplo, eficientiza la producción en cabras, sin embargo, muestra una marcada reducción en la cantidad de sólidos totales, responsables de la calidad de la leche. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto que tiene el silvopastoreo en el perfil de ácidos grasos de la leche de cabra. Las muestras de leche se tomaron a lo largo de dos años en sistemas de producción estabulado y en silvopastoreo, en diferentes estados de la república mexicana; las muestras fueron liofilizadas, se realizó la extracción de grasa por medio del método 923.07 AOAC (2000), las grasas se saponificaron, derivatizaron a través del método 969.33 AOAC (2000) y se determinaron los ácidos grasos por medio de cromatografía de gases. La relación de omega 3:6, donde el valor óptimo es 4(w3) a 1(w6), mostró en el sistema silvopastoril 2.4(w3) vs 0.8(w6) mientras que en estabulación mostró 1.9(w3) vs 0.3(w6). Se determinó incremento en los ácidos grasos insaturados en cabras estabuladas (36,69%) respecto a animales en silvopastoreo (33,6%). En el caso de los ácidos grasos saturados se observó 66,3% en cabras en silvopastoreo mientras que en estabulación fue de 63,31%. La relación de ácidos grasos omega disminuye con el sistema silvopastoril, además existe una marcada diferencia en la composición de grasos saturados e insaturados en animales en estabulación y silvopastoreo, proponiendo entonces a la leche de cabra en silvopastoreo como alimento funcional.

**Palabras clave:** Ácidos grasos. Omega. Cabras.

PRODUCTOS LÁCTEOS, CÁRNICOS, PIEL, PELO

## Estudio descriptivo sobre rendimientos productivos de leche en la oveja Lacaune en España

Etni Said Peña Hurtado\*, Manuel González Ronquillo, Jorge Osorio Avalos

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Toluca, México

### Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar los parámetros productivos en la raza Lacaune en una unidad de producción comercial en España. Se utilizaron 1,539 registros de lactancia de 826 ovejas de primer a octavo parto. Los datos corresponden a partos sencillos ( $n = 1,071$ ) y múltiples ( $n = 467$ ) de las cuatro épocas del año: primavera ( $n = 354$ ), verano ( $n = 293$ ), otoño ( $n = 190$ ) e invierno ( $n = 712$ ), dentro de un periodo de 2003 al 2014. Para el estudio se realizó una estadística descriptiva (media, desviación estándar, valores mínimos-máximos y el coeficiente de variación) y se obtuvieron valores ajustados de 120, 150 y 180 días de lactancia. Los resultados indicaron tuvieron una duración en el periodo de lactancia de  $177,4 \pm 17,5$  días, con una producción de leche de  $196,9 \pm 63,1$  L y con una producción promedio de  $1,14 \pm 0,33$  L/día. Los rendimientos de la producción de leche a 120, 150 y 180 días, fue de  $167,2 \pm 52,8$ ,  $187,6 \pm 57,7$  y  $204,4 \pm 59,8$  L, respectivamente. La oveja Lacaune mostró que incrementó el rendimiento en la producción de leche de forma lineal desde el primer parto ( $183,0 \pm 61,5$  L) y alcanzando el máximo al séptimo parto ( $228,6 \pm 52,8$  L), y a su vez disminuyendo progresivamente a partir del octavo parto. De acuerdo a la época del año se encontró mayores rendimientos de producción de leche ajustado a 180 días en invierno ( $209,4 \pm 62,3$  L) y menor rendimiento en verano ( $195,8 \pm 55,3$  L). Asimismo, aquellas ovejas de parto múltiple tuvieron máximos rendimientos ( $210,9 \pm 62,0$  L) con respecto a ovejas de parto sencillo ( $190,6 \pm 62,7$  L).

**Palabras clave:** Lactancia. Producción. Leche. Manejo. Lacaune.

PRODUCTOS LÁCTEOS, CÁRNICOS, PIEL, PELO

## Evaluación de las características de la canal de corderos de pelo utilizando medidas biométricas

Emmanuel Bautista-Díaz<sup>1</sup>, Alfonso J. Chay-Canul<sup>1\*</sup>, José Herrera-Camacho<sup>2</sup>, Ricardo A. Garcia-Herrera<sup>1</sup>, Fernando Casanova-Lugo<sup>3</sup>, Ángel Piñeiro-Vázquez<sup>4</sup>, Aldenamar Cruz-Hernandez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Villahermosa, México

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Tarímbaro, México

<sup>3</sup> Instituto Tecnológico de la Zona Maya (ITZM), Othón P. Blanco, México

<sup>4</sup> Instituto Tecnológico de Conkal (ITC), Conkal, México

### Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la relación entre las medidas biométricas (MB) y características de la canal de 66 corderos lactantes, 37 machos y 29 hembras con peso vivo (PV) promedio de  $10,67 \pm 2,57$  kg y 56 días de edad. Las MB se obtuvieron 24 horas antes del sacrificio e incluyeron: altura de la cruz (AC), profundidad de la costilla (PC), largo del cuerpo (LC), largo del cuerpo en diagonal (LCD), longitud ílio-isquiática (LIISQ), profundidad del anca (PAN), altura al anca (AA), amplitud del isquion (AI), amplitud del ilion (AMPIL), amplitud del abdomen (AMPAB), perímetro torácico (PT), perímetro abdominal (PAB). Otras medidas incluidas fueron el PV y PV vacío (PVV). Después del sacrificio, se registró el peso de la canal caliente (PCC) y se enfrió a 1 °C durante 24 h. Después de la refrigeración, la canal se pesó (PCF) y se dividió por la línea media dorsal en dos mitades, la mitad izquierda se diseccionó en tejido blando (PTB, músculo, grasa) y hueso (PH), y cada componente fue pesado por separado. Las relaciones entre las BM y características de la canal fueron estimados por medio de ecuaciones de predicción utilizando el PROC REG de SAS. Se utilizó el procedimiento STEPWISE para seleccionar las variables incluidas en el modelo. Los resultados indican que las ecuaciones para predecir el PV y PVV utilizando las MB, tuvieron un R<sup>2</sup> que varió de 0,77 a 0,87. Para el PTB y PH, el R<sup>2</sup> varió de 0,65 a 0,83. Las medidas incluidas en los modelos para predecir las características de la canal fueron PT, AMPIL, AC, PAN, PAB y PC. Se concluye que las MB podrían ser utilizadas para predecir las características de la canal de corderos Pelibuey lactantes.

**Palabras clave:** Mediciones corporales. Grasa corporal. Composición de la canal.

PRODUCTOS LÁCTEOS, CÁRNICOS, PIEL, PELO

# Influencia del contenido de $\alpha_s1$ - caseína en leche de cabra sobre el rendimiento quesero de queso fresco libre de grasa

Florencia Pinto<sup>1</sup>, Rodrigo A Ibáñez<sup>2</sup>, José Luis Riveros<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Escuela de Graduados, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile (UC), Santiago, Chile

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias Animales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile (UC), Santiago, Chile

## Resumen

En leche de cabra, el nivel de expresión de  $\alpha_s1$  - caseína está asociado a la genética del animal, lo que se relaciona al contenido de sólidos totales y rendimiento quesero. En Chile, la producción caprina se caracteriza por ser extensiva, no especializada y con animales principalmente criollos, los que presentan una alta variabilidad genética. En años recientes, la producción láctea caprina ha experimentado un fuerte desarrollo y tecnificación forzando a la selección genética de los rebaños hacia un mayor nivel de producción para alcanzar mayores rendimientos y un procesamiento acorde al mercado, como por ejemplo productos reducidos en materia grasa. En este estudio, se analizó la relación entre el nivel de expresión de la  $\alpha_s1$  - caseína en leche de cabra con el rendimiento de quesos frescos libres de grasa, elaborados a escala de laboratorio. El estudio se llevó a cabo en una lechería ubicada en el secano costero de la Zona Central de Chile, integrada por 113 cabras a finales de la lactancia y agrupadas en función de días en lactancia. Se colectaron dos muestras individuales de leche (40 mL) al día 200 de lactancia para analizar su composición, recuento de células somáticas, perfil caseínico por HPLC y rendimiento quesero. Éstos fueron evaluados en función del fenotipo del rebaño (Saanen, Alpina, Criolla Chilena y mestizas) y nivel de  $\alpha_s1$  - caseína en leches (alto, medio, bajo y nulo). Los resultados preliminares presentan una correlación directa entre el nivel de proteínas y sólidos no grasos en leche con el rendimiento quesero ( $r = 0,768$ ;  $p < 0,05$ ). Sin embargo, el nivel de  $\alpha_s1$  - caseína influyó en menor medida en esta variable, lo que se relacionaría con la estandarización del proceso de elaboración en función del contenido de proteína individual de cada leche, permitiendo disminuir la variabilidad genética presente en el rebaño.

**Palabras clave:**  $\alpha_s1$  - caseína. Queso fresco libre de grasa. Rendimiento quesero. Leche de cabra. Composición.

PRODUTOS LÁCTEOS, CÁRNEOS, PELE, LÃ

## Leite ovino na Argentina: características e situação

Marcelo Ruben Real Ortellad<sup>1\*</sup>, Roberto Desuque<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estación Experimental Agropecuaria Anguil (EEA), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), La Pampa, Argentina

<sup>2</sup> Gobierno de La Pampa, Argentina

### Resumo

A produção de leite ovino na Argentina é uma atividade que, devido às suas características de especificidade produtiva, ainda está em fase de consolidação. De 1982 até o presente, houve um aumento no número de fazendas leiteiras, com algumas que iniciaram e fecharam suas atividades nesse período. A mesma situação de variação pode ser observada em técnicas e práticas de gestão produtiva. Para obter informações atualizadas, foi realizado um levantamento da produção de leite de ovelha na Argentina, considerando a safra 2017-2018. Foram 29 estabelecimentos dedicados à produção leiteira, dos quais 18 correspondem a empresas familiares, sete a escolas agrotécnicas e quatro a instituições de ciência e tecnologia como as universidades e o INTA-Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária. Do total dos estabelecimentos leiteiros, obteve-se informação a partir de 25 deles, resultando em 1835 ovelhas em produção, principalmente das raças Pampinta e Frisona (*Friesian*), um total de 278,745 litros de leite, uma duração de lactação média de 160 dias e um rendimento médio de 0,9 L/dia. Quanto aos estabelecimentos, 24 deles têm uma área inferior a 50 hectares, 16 estão localizados a uma distância de menos de 10 km de um centro urbano, 22 recebem aconselhamento profissional e 17 também coletam leite em sistema de ordenha balde ao pé. Das empresas familiares, oito são proprietárias da terra e 11 têm renda de outra atividade econômica. Finalmente, 20 fazendas leiteiras produzem seus próprios queijos e distribuem de forma semelhante (42%) à venda para clientes fixos e em feiras ambulantes e mercados. Em conclusão, a produção de leite ovino na Argentina ainda está em fase de consolidação e, considerando as características do leite de ovelha no mercado interno, é necessário trabalhar no aspecto comercial e na estratégia de agregar valor para melhorar o desenvolvimento da atividade.

**Palavras-chave:** Leiteria ovina. Leite de ovelha. Produção leiteira argentina.



PRODUCTOS LÁCTEOS, CÁRNICOS, PIEL, PELO

## Optimización de salsa de soya, azúcar y fondo oscuro de bovino para la reducción de sodio en jerky de alpaca (*Vicugna pacos*)

Nicolás Rodrigo Blondet Casavilca, Bettit Karim Salvá Ruiz\*

Universidad Le Cordon Bleu (ULCB), Lima, Perú

### Resumen

Se determinó la formulación óptima para la elaboración de jerky con carne de alpaca mediante el uso de fondo oscuro de bovino como potenciador de sabor natural que permitió disminuir las proporciones de salsa de soya (principal fuente de sodio) y azúcar rubia (principal fuente de azúcar) en la formulación. Se compiló formulaciones para jerky que contengan salsa de soya como principal medio líquido y se calculó el sodio teórico de estas formulaciones y se escogió la de mayor cantidad de sodio (que fue previamente testada). Se establecieron rangos para los niveles de los factores (salsa de soya, bebida gasificada negra, azúcar rubia y fondo oscuro de bovino) y se aplicó el diseño de mezclas de tipo Simplex lattice, con lo que se obtuvieron 20 formulaciones que se evaluaron considerando como respuesta la cantidad de sodio y azúcar teórico en las formulaciones de líquido de marinado y el costo de estas. Los resultados se analizaron estadísticamente con el método de superficie respuesta con un arreglo de diseño de mezclas a través del software Design Expert®. Los factores que se analizaron fueron el contenido de sodio y azúcar teórico, que se optimizaron para obtener muestras con alta deseabilidad (cercana 1). La formulación óptima para jerky de alpaca fue de 50% fondo oscuro de bovino, 10% de azúcar rubia, 15% salsa de soya y 25% de bebida gasificada negra obteniendo un producto bajo en sodio y donde las variables respuesta costo (S/.), sodio (mg Na/1000g de líquido de marinado), azúcar (g de azúcar/1000g de líquido de marinado) se ajustaron a los modelos matemáticos lineales.

**Palabras clave:** Alpaca. Jerky. Fondo oscuro de bovino. Sodio. Diseño de mezclas.

## REPRODUCCIÓN

# Aplicación de progesterona intramuscular y eCG para inducir la actividad sexual en cabras anéstricas del subtrópico mexicano

Santiago Zúñiga-García<sup>1\*</sup>, Jorge Arturo Bustamante-Andrade<sup>1</sup>, Amaury Esquivel-Romo<sup>1</sup>, Ulises Noel Gutiérrez-Guzmán<sup>1</sup>, Francisco Gerardo Véliz-Deras<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), Gómez Palacio, México

<sup>2</sup> Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Torreón, México

## Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia de la progesterona intramuscular y de la gonadotropina coriónica equina (eCG) para inducir la actividad sexual en cabras anéstricas del subtrópico mexicano (25 °N). Para lo cual, se utilizaron setenta cabras multirraciales de genotipo lechero, distribuidas aleatoriamente en dos grupos (T-350 n = 35 y T-100 n = 35), balanceados en peso ( $41,86 \pm 1,08$  kg) y condición corporal ( $1,87 \pm 0,04$ ). En marzo se aplicó el tratamiento hormonal a cada una de las hembras, 25 mg de progesterona y 24 h después se les administró la eCG: 350 UI al T-350 y 100 UI al T-100, ambas hormonas fueron aplicadas por vía intramuscular. Posterior a la aplicación de la eCG se evaluó la conducta estral, exponiendo a las hembras con machos cabríos activos sexualmente (n = 7; 0800 y 1800 h x 15 min x 7d). Las cabras con signos de estro fueron montadas por el macho en una sola ocasión en las primeras 12 h de haber iniciado el estro. La detección de la ovulación y la gestación se realizó mediante ultrasonografía transrectal en los días 10 y 45 después del apareamiento, respectivamente. Para los porcentajes: hembras en estro, hembras que ovularon y de gestación, se utilizó una tabla de contingencia con el estadístico de Chi cuadrado. Los porcentajes de hembras en estro, que ovularon y que quedaron gestantes, fueron similares ( $p > 0,05$ ) entre los grupos T-350 (77; 94; 60%) y T-100 (74; 86; 46%). Estos resultados demuestran que una aplicación de 25 mg de progesterona intramuscular, seguida de una dosis de 100 UI de eCG puede ser empleada eficazmente para inducir la actividad reproductiva en cabras anéstricas del subtrópico mexicano, disminuyendo así, la cantidad de hormonas utilizadas y el costo económico.

**Palabras clave:** Anestro. Cabra. Progesterona. eCG. Actividad reproductiva.

## REPRODUCCIÓN

# Avaliação da cinética de desenvolvimento de embriões ovinos produzidos *in vitro* na presença de alanil-glutamina

Bruna Cristina Heizen\*, Norton Lee Bruel, Jonathan Jesus da Silva, Fernando Jean Dijkstra, Dhéri Maia, João Filipi Scheffer Pereira, Letícia Fracaro, Cristina Santos Sotomaior

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, Brasil

## Resumo

A produção *in vitro* de embriões (PIVE) de pequenos ruminantes é uma biotécnica importante para aumentar a prolificidade do rebanho, acelerando a seleção e multiplicação de animais geneticamente superiores. Em ovinos, a PIVE ainda apresenta vários aspectos a serem estudados. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da substituição do aminoácido glutamina pelo dipeptídeo alanil-glutamina (Ala-gln) na maturação *in vitro* (MIV) de embriões ovinos. Para a PIVE, os oócitos foram obtidos de ovários de ovelhas abatidas, divididas em dois grupos: sem prévio tratamento hormonal e com tratamento hormonal. O protocolo hormonal consistiu na aplicação de progesterona no D0, na forma de implante intravaginal (0,33 g); no D10, aplicou-se 200 mg de FSH, 375UI de ECG e 0,1325 mg de cloprostenol, e no D12 colheram-se os ovários. Os oócitos obtidos foram colocados em dois meios MIV: grupo controle (sem Ala-gln) e grupo tratado (com Ala-gln). Todas as etapas da PIVE (maturação, fertilização e cultivo *in vitro*) foram realizadas em incubadora de CO<sub>2</sub> (5%) em ar com temperatura de 38,7 °C. A avaliação da PIVE foi realizada através das taxas de produção embrionária. Os oócitos obtidos de fêmeas sem tratamento hormonal não apresentaram desenvolvimento embrionário. Das

fêmeas estimuladas hormonalmente, foram recuperados 270 oócitos, com média de 14,22 oócitos/ovelha. A taxa média de clivagem foi de 43,08% e a taxa de mórula foi de 54,92%. Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) nas taxas de clivagem entre o grupo controle (41,9%) e o grupo tratado (44,2%), assim como nas taxas de mórula no sétimo dia de cultivo (grupo controle - 49,3% e grupo tratado - 60,5%). Conclui-se que não houve aumento da produção embrionária quando a glutamina foi substituída pelo dipeptídeo Ala-gln em meio MIV. No entanto, o tratamento hormonal das ovelhas foi essencial para o desenvolvimento embrionário em ambos os meios de maturação *in vitro* avaliados.

**Palavras chave:** Produção *in vitro* de embriões. Ovinos. Dipeptídeos.

## Introdução

A produção *in vitro* de embriões (PIVE) de pequenos ruminantes é uma biotécnica importante para aumentar a prolificidade do rebanho,

acelerando a seleção e multiplicação de animais geneticamente superiores. Em ovinos, a PIVE ainda apresenta vários aspectos a serem estudados. Mesmo com estudos esclarecendo diversos fatores importantes ao desenvolvimento embrionário, o ambiente das etapas in vitro apresenta características de toxicidade para o desenvolvimento de embriões, principalmente relacionado à adição do aminoácido glutamina. Aminoácidos adicionados nos meios de maturação e cultivo in vitro exercem funções fundamentais ao desenvolvimento embrionário, incrementando as taxas de maturação, clivagem, blastocistos e eclosão embrionária, além da melhoria da qualidade dos embriões com aumento da contagem total de células. No entanto, o catabolismo e a degradação espontânea desses aminoácidos, em especial a glutamina, em soluções aquosas e temperaturas superiores a 37 °C, resulta em produção de compostos amoníacos tóxicos às células embrionárias. Buscando minimizar esses efeitos deletérios, sugere-se a substituição da glutamina por dipeptídeos, que são estruturas químicas compostas por dois aminoácidos conjugados, estáveis a altas temperaturas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar, por meio de índices de produção embrionária, a eficiência da substituição no meio de maturação (MIV) do aminoácido glutamina pelo dipeptídeo alanil-glutamina (Ala-gln) na produção in vitro de embriões ovinos.

## Material e métodos

Fêmeas ovinas foram divididas em dois grupos: nove fêmeas estimuladas hormonalmente e cinco não estimuladas. O protocolo hormonal se baseou em aplicação de progesterona no D0, na forma de implante intravaginal (0,33 g); no D10, aplicou-se 200 mg de FSH, 375UI de ECG e 0,1325 mg de cloprostenol; no D12, retirou-se o implante de progesterona e colheram-se os ovários. Os oócitos de ambos os grupos foram divididos em dois meios de maturação in vitro (MIV): grupo controle e grupo Ala-gln. No laboratório os oócitos foram obtidos pela técnica de fatiamento dos ovários e, após a lavagem, foram transferidos para uma placa com meio MIV, onde permaneceram incubados por 24h

a 38,7 °C, umidade saturada e 5% CO<sub>2</sub> para estarem aptos a serem fecundados. Na etapa da fecundação in vitro (FIV), realizou-se primeiramente a seleção e capacitação espermática através do gradiente de solução coloidal. Foi depositada a dose inseminante de 2 x 10<sup>6</sup> espermatozoides por mL em cada gota da placa FIV e a placa ficou na incubadora de 10 a 15 minutos, para então receber os oócitos. Estes foram lavados em meio TALP-Fert para então serem depositados na placa FIV na qual encontravam-se os espermatozoides, e então permaneceram na incubadora durante 18 a 22 horas para ocorrer a união dos gametas. Posteriormente, os embriões foram transferidos para a placa com meio CIV, onde os mesmos permaneceram durante sete dias, incubados nas mesmas condições das etapas anteriores. A avaliação da cinética de desenvolvimento embrionário foi realizada através da taxa de clivagem (D3), que consiste na contagem do número de zigotos com 2 células em relação ao número total de zigotos (D0). No D7, os embriões foram avaliados pela contagem de embriões nos estágios de mórula compacta e blastocisto em relação ao número de clivados.

Os valores de produção embrionária foram avaliados utilizando a análise de variância (ANOVA), com comparação do número de oócitos maturados, fertilizados e embriões cultivados, pelo teste de Duncan's (Multiple Range Test), com significância estatística a 5%. O software Statgraphics® Centurion XVI foi utilizado para a realização das análises estatísticas.

## Resultados

Das ovelhas não tratadas hormonalmente, foram recuperados 28 oócitos, porém não houve desenvolvimento embrionário, independentemente da MIV ser do grupo controle (n = 10) ou do grupo Ala-gln (n = 18). Nas ovelhas tratadas hormonalmente foram recuperados 270 oócitos, com média de 14,22 oócitos/fêmea. Na Tabela 1 são apresentados os dados da produção in vitro utilizando oócitos das fêmeas submetidas ao protocolo hormonal e maturados in vitro em meio controle e Ala-gln. Os dados mostram que não houve diferença estatística (p > 0,05) entre o grupo controle e Ala-gln na taxa de clivagem no D3, mórula e blastocisto no D7.

**Tabela 1** - Número de oócitos, taxa de clivagem (n/%) no dia 3 (D3), mórula (n/%) e blastocisto (n/%) no dia 7 (D7) na produção in vitro de embriões de ovelhas com tratamento hormonal

Grupo	Oócitos recuperados (n)	Clivagem D3 n (%)	Mórula D7 n (%)	Blastocisto D7 n (%)
Controle	130	43 (41,94) <sup>a</sup>	29 (49,31) <sup>a</sup>	1 (1,11) <sup>a</sup>
Ala-gln	140	59 (44,21) <sup>a</sup>	35 (60,52) <sup>a</sup>	2 (2,00) <sup>a</sup>

Nota: Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ( $p < 0,05$ ).

## Discussão

No presente estudo foi possível observar que a utilização de ovelhas sem tratamento hormonal não resultou em desenvolvimento embrionário. Segundo O'Brien et al. (1997), oócitos obtidos de fêmeas previamente tratadas hormonalmente apresentam melhor capacidade de maturação, fertilização e desenvolvimento in vitro. A média de 14,22 oócitos recuperados/fêmea superovulada foi próxima aos valores relatados por Baldassarre et al. (1996) e Ptak et al. (1999), que utilizaram fêmeas estimuladas com FSH ou FSH/LH. Embora não haja dados sobre a utilização de dipeptídeos no meio MIV para PIVE em ovinos, os dados deste experimento diferem do efeito observado na MIV dos oócitos bovinos tratados com Ala-gln encontrado por Tareq et al. (2013), que apresentaram incremento na maturação de oócitos bovinos e suínos, e corroboram com os encontrados por Kim et al. (2014) que não observaram diferença na taxa de maturação de oócitos suínos, mas sugere que o efeito do Ala-gln esteja relacionado ao desenvolvimento do zigoto após a transição materno zigótica. Os valores médios das fêmeas superovuladas (considerando o grupo tratado e o grupo controle) para a taxa de clivagem (média de 43,08%) e taxa de mórula em D7 (54,92%) estão de acordo com Garcia-Garcia et al. (2006), que relatam que, sob adequado controle laboratorial, taxas de 49,8% de clivagem 48h pós inseminação, 51% de blastocistos no D8 e 86,6% de eclosão in vitro podem ser atingidas. Apenas a taxa de blastocisto está abaixo do esperado.

## Conclusão

Não houve diferença na taxa de clivagem e na taxa de mórula do D7 de cultivo, quando da utilização do dipeptídeo Ala-gln em relação ao controle. A carência de estudos e padronização da técnica de PIVE ovinos pode ter limitado a avaliação dos efeitos desta substituição. A PIVE em ovinos ainda é um desafio, que assume um caráter experimental e que necessita de maiores estudos e aprimoramentos, bem como o processamento de sêmen ideal e os melhores meios e condições em cada etapa. No entanto, o tratamento hormonal das ovelhas foi essencial para o desenvolvimento embrionário em ambos os meios de maturação in vitro avaliados.

## Referências

- Baldassarre H, Furnus CC, De Matos DG, Pessi H. In Vitro production of sheep embryos using laparoscopic folliculocentesis: alternative gonadotrophin treatments for stimulation of oocyte donors. *Theriogenology*. 1996; 45(3):707-17.
- Kim SJ, Koo OJ, Kwon DK, Kang JT, Park SJ, Gomez MN, et al. Replacement of glutamine with the dipeptide derivative alanyl-glutamine enhances in vitro maturation of porcine oocytes and development of embryos. *Zygote*. 2014;22(2):286-9.
- O'Brien JK, Catt SL, Ireland KA, Maxwell WMC, Evans G. In vitro and in vivo developmental capacity of oocytes from prepubertal and adult sheep. *Theriogenology*. 1997;47(7):1433-43.
- Ptak G, Dattena M, Loi P, Tischner M, Cappai P. Ovum pick-up in sheep: efficiency of in vitro embryo production, vitrification and birth of offspring. *Theriogenology*. 1999;52(6):1105-14.
- Tareq KM, Akter QS, Tsujii H, Khandoker MA, Choi I. Effect of dipeptides on in vitro maturation, fertilization and subsequent embryonic development of porcine oocytes. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2013;26(4):501-8.

## REPRODUCCIÓN

# Características reproductivas de machos ovinos bajo las condiciones ambientales del Caribe húmedo colombiano

Erlly Luisana Carrascal-Triana\*, Natalia Herrera-Pérez, Erica Patricia Salcedo-Carrascal, Juan Andrés García-Jiménez

Centro de Investigación Turipaná, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Córdoba, Colombia

## Resumen

La selección de machos es importante para la eficiencia reproductiva, una vez que los machos con buena fertilidad pueden servir un gran número de ovejas en corto tiempo, diseminando el material genético deseado. El objetivo del presente estudio fue caracterizar reproductivamente los machos ovinos de la región húmeda del Caribe colombiano. Se evaluaron en total 35 reproductores ovinos de razas: Ovinos de Pelo Colombiano (OPC; n = 9), Dorper (n = 5), Katahdin (n = 4) y Santa Inés (n = 17), de 14 a 36 meses de edad, en los departamentos de Córdoba, Sucre y Bolívar, durante la época de lluvias y sequía. Se realizaron los exámenes físico-funcionales de los machos, mediante inspección y palpación de aplomos, escroto, prepucio, pene y epidídimos. Se registró la circunferencia escrotal, tono testicular y medidas testiculares (longitud y ancho testicular), así como las características macroscópicas (volumen, color y aspecto) y microscópicas (motilidad masal, motilidad individual, concentración, vigor, viabilidad y anomalías primarias y secundarias) del semen, obtenido mediante vagina artificial (VA) o electroeyaculación, para los carneros no acostumbrados a la VA. De los 35 reproductores, 10 no respondieron al estímulo por VA o electroeyaculación, debido al manejo continuo con hembras y condiciones ambientales de las fincas. Los animales presentaron los órganos del sistema reproductor normales y sin lesiones. El 84% de los eyaculados fueron de color blanco mate y de aspecto cremoso (70%) o lechoso (30%). No se encontraron diferencias ( $p > 0,05$ ) en las características físicas del semen entre las razas, a excepción de la motilidad individual ( $77,50\% \pm 1,25$ ) en Santa Inés comparado con los OPC ( $68,99\% \pm 2,70$ ). Se demostró una correlación significativa inversa entre temperatura y humedad ( $r = -0,71$ ). Existe una correlación directa ( $r=0,56$ ) entre la concentración espermática y la motilidad masal. La humedad afectó la circunferencia escrotal ( $r=-0,58$ ) y esta se encuentra asociada a la longitud del testículo derecho e izquierdo ( $r = 0,62$  y  $r = 0,63$ , respectivamente) y ancho del testículo derecho e izquierdo ( $r = 0,88$  y  $r = 0,89$ , respectivamente). Carneros OPC, Dorper, Katahdin y Santa Inés presentan características satisfactorias y viables para su reproducción en el Caribe húmedo colombiano, siendo la raza Santa Inés más eficiente. Se recomienda hacer las pruebas de fertilidad para conseguir identificar el desempeño reproductivo.

**Palabras clave:** Andrología. Reproductores. Ovinos.

## REPRODUCCIÓN

## Comparación de la fertilidad directa de un grupo de machos caprinos en condiciones de confinamiento

Paolo César Cano Suárez<sup>1\*</sup>, Josué Daniel Pérez Vázquez<sup>2</sup>, Rocio Ibarra Trujillo<sup>2</sup>, Francisco González Díaz<sup>2</sup>, Rosalba Soto González<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Enseñanza Agropecuaria, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias Pecuarias, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

### Resumen

La fertilidad directa en el macho caprino está relacionada con factores determinantes propios como la libido o la calidad espermática, así como las interacciones socio-sexuales con las hembras u otros machos presentes en el rebaño, de tal forma que se espera que no todos tengan la misma eficiencia reproductiva. Por lo que el objetivo de este trabajo fue comparar la fertilidad individual entre tres machos caprinos en tres empadres diferentes. Este se realizó en el Módulo de Caprinos de la FES-Cuautitlán, UNAM, (19° 39, 19° 45' N y 99° 88', 99° 45' O a 2250 msnm). Se utilizaron tres machos adultos de raza Alpina Francesa entre 18 y 24 meses de edad, mantenidos en condiciones de alojamiento y alimentación similares y durante los empadres de los años 2014, 2015 y 2016, los cuales tuvieron una duración de 30 días. A cada semental se le asignaron 15 hembras adultas, multíparas. La fertilidad fue tomada como el número de hembras paridas entre las servidas por 100. Los datos se analizaron por medio de  $J_i^2$  y la Prueba exacta de Fisher. El porcentaje de fertilidad para el año 2014 no fue diferente entre los machos. En el 2015 fue significativamente menor para el macho 1 (66%) y 3 (73%) v.s. macho 2 (100%) ( $p < 0.05$ ), y para el 2016 no se presentaron diferencias. Algunos de los factores que afectan la fertilidad como son la nutrición, el número de hembras por macho o la duración del empadre se controlaron, aunque es difícil afirmar que el macho 2 sea superior a los otros dos sin considerar los efectos socio-sexuales con cada una de las cabras. El porcentaje de fertilidad observada en los tres machos fue similar, aunque el macho 2 presentó un mejor porcentaje en uno de los años.

**Palabras clave:** Fertilidad. Reproducción. Semental.

## REPRODUCCIÓN

# Conducta sexual condicionada en carneros

Daniela Monserrat Garza Camargo, Arturo Luna Blasio y Jorge Osorio Avalos\*

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex), Toluca, México

## Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento sexual que experimentan los carneros con la monta condicionada en 5 razas de importancia económica en México (Dorper, Dorset, Hampshire, Katahdin y Suffolk, dos ejemplares por cada raza). La conducta sexual fue observada, grabado en video y registrado utilizando un etograma, durante un periodo de 12 meses (52 registros/semental/año). Se realizó un análisis estadístico descriptivo de los estados y eventos de la monta entre razas, y para contraste de hipótesis de diferencias entre razas se utilizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey. Se encontró que el estado de flehmen fue realizado en promedio en 16,3 segundos y el estado de la cópula fue completada en 71,1 segundos; en tanto que la frecuencia de los eventos fue en promedio de 2,1, 4,3 y 2,1 veces por unidad de tiempo, para olfacción, pataleo y monta, respectivamente. La frecuencia de los eventos en promedio fue de 0,03 para olfacción, 0,06 en pataleo y 0,03 para monta. La conducta demostrada para cada carnero estuvo influenciada por la información recibida simultáneamente por medio de señales químicas (olfato), otras modalidades sensoriales (vista, oído, tacto) y el aprendizaje que recibió cada uno de ellos.

**Palabras clave:** Etograma. Conducta sexual. Estados. Eventos. Razas.

## Introducción

Sobre la conducta sexual en los carneros, se han realizado estudios de la monta natural. De acuerdo con Odagiri et al. (1995), la cópula inicia desde el acercamiento del carnero o el seguimiento en particular de una hembra, y termina con la eyaculación, que está compuesta por ocho unidades de conducta: seguimiento o acercamiento, descanso de la barbilla, flehmen, monta, contacto nasal, topeteo, restregarse en el flanco de la hembra y elevar una extremidad delantera.

El flehmen y el contacto naso-vaginal se cree que están más bien asociadas con la percepción olfativa y la identificación del estado fisiológico de la hembra (Trujillo, 2014). La monta artificial se utiliza para optimizar y maximizar los rendimientos de los machos y en programas de mejoramiento genético (selección). La colecta de semen requiere del conocimiento del comportamiento del carnero y los problemas como reducción de la libido hasta la habituación y la aparición de estereotipos por la monotonía de la sala de extracción o la selectividad del carnero que pueden surgir con los procedimientos de recolecta. El objetivo de este estudio fue evaluar la conducta sexual en los carneros con monta condicionada en cinco razas de importancia económica en México (Dorper, Dorset,



Hampshire, Katahdin y Suffolk), a través de un etograma.

## Material y métodos

Se utilizaron 10 sementales ovinos elegidos al azar con entrenamiento condicionado a la monta artificial (dos ejemplares de cada raza: Dorper, Dorset, Hampshire, Katahdin y Suffolk) con una edad entre 1 y 5 años y una oveja utilizada como “maniquí”. Los animales se encuentran albergados en el Centro de Mejoramiento Genético Ovino (CeMeGO) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UAEM. El periodo de observación fue de 12 meses. De inicio se realizaron a todos los carneros observaciones ad libitum dos veces por semana por más de una hora para determinar el catálogo conductual, hasta completar 80 horas. Posteriormente fueron elegidas las conductas con mayor frecuencia con el propósito en definir el catálogo conductual. Los registros conductuales fueron captados en video al momento de cortejar y montar a la oveja “maniquí” y al momento de realizar la extracción de semen por medio de vagina artificial (VA). Una vez por semana

fueron registradas las conductas para cada semental (total de 52 registros/semantal/año) entre las 8:00 a 10:00 horas del día, con la finalidad de no alterar su comportamiento. Se realizó un análisis estadístico descriptivo de los estados y eventos de la monta condicionada entre razas y un análisis estadístico para observar diferencias entre ellas utilizando el ANDEVA y para las diferencias entre las medias se usó la prueba de Tukey, utilizando el software estadístico JMP 9.0 From SAS.

## Resultados

Independientemente de la raza, se encontró que el estado de flehmen fue en promedio realizado en 16,3 segundos y el estado de cópula fue completada en 71,1 segundos en promedio; para la frecuencia de los eventos de olfacción, pataleo y monta fue en promedio 2,1, 4,3 y 2,1 ocasiones por unidad de tiempo, respectivamente. Asimismo, la frecuencia de los eventos en promedio por unidad de tiempo para la cópula fue de 71,1 segundos, para olfacción fue de 0,03, en pataleo fue de 0,06 y 0,03 para la monta.

**Tabla 1** - Análisis estadístico de la conducta sexual condicionada en carneros (estados y eventos) de acuerdo a la raza del carnero

Raza	n	Estados (segundos)			Eventos (frecuencia)					
		Flehmen	Cópula	Olfacción	Pataleo	Monta				
		Media ± EE	n	Media ± EE	n	Media ± EE	n	Media ± EE	n	Media ± EE
Dorper	33	20,6 ± 1,5 <sup>a</sup>	104	79,1 ± 4,5 <sup>a</sup>	97	2,1 ± 0,10 <sup>ab</sup>	69	2,6 ± 0,48 <sup>c</sup>	93	2,9 ± 0,17 <sup>a</sup>
Dorset	38	14,4 ± 1,4 <sup>b</sup>	93	69,3 ± 4,8 <sup>a</sup>	91	2,4 ± 0,11 <sup>a</sup>	73	4,6 ± 0,46 <sup>ab</sup>	89	1,4 ± 0,17 <sup>b</sup>
Hampshire	11	26,5 ± 2,7 <sup>a</sup>	103	73,4 ± 4,5 <sup>a</sup>	92	2,0 ± 0,11 <sup>ab</sup>	61	3,9 ± 0,51 <sup>bc</sup>	103	1,4 ± 0,16 <sup>b</sup>
Katahdin	16	8,4 ± 2,3 <sup>b</sup>	75	47,0 ± 5,4 <sup>b</sup>	74	2,4 ± 0,12 <sup>a</sup>	52	6,0 ± 0,54 <sup>a</sup>	75	1,6 ± 0,19 <sup>b</sup>
Suffolk	12	10,5 ± 2,6 <sup>b</sup>	94	68,0 ± 4,7 <sup>a</sup>	77	1,8 ± 0,12 <sup>b</sup>	11	1,8 ± 1,18 <sup>bc</sup>	90	3,0 ± 0,17 <sup>a</sup>
<b>Valor de p</b>		<b>0,0001</b>		<b>0,0001</b>		<b>0,0014</b>		<b>0,0001</b>		<b>0,0001</b>

Nota: Literales distintas en la misma columna indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

La Tabla 1 muestra que el efecto de la raza presentó diferencias estadísticamente significativas en los estados de flehmen y cópula, así como de los eventos de olfacción, pataleo y monta ( $p < 0,05$ ). Las razas Hampshire y Dorper demostraron

presentar por mayor tiempo el estado de flehmen, existiendo diferencias significativas con respecto a las razas Dorset, Katahdin y Suffolk ( $p < 0,05$ ), que lo presentaron en menor medida. En el estado de cópula, las razas Dorper, Dorset, Hampshire y

Suffolk mostraron un mayor tiempo para realizar la cópula sin mostrar diferencias estadísticas significativas entre ellas ( $p > 0,05$ ), pero fueron superiores a la raza Katahdin que lo realizó en un menor tiempo ( $p < 0,05$ ). Para el evento de olfacción, las razas Dorset y Katahdin tuvieron en un mayor número de ocasiones, en tanto que la raza Suffolk lo presentó con menor frecuencia ( $p < 0,05$ ), sin mostrar diferencias estadísticas entre las razas Dorper y Hampshire ( $p > 0,05$ ). El evento de pataleo se presentó con un mayor frecuencia por la raza Katahdin, sin existir diferencias con la raza Dorset ( $p > 0,05$ ), pero fueron nuevamente las razas Suffolk, Dorper y Hampshire quienes lo presentaron en menor frecuencia ( $p < 0,05$ ). Para el evento de monta, las razas Suffolk y Dorper fueron las que mayor número de ocasiones lo realizaron, no mostrando diferencias significativas entre ellas ( $p > 0,05$ ), así mismo fueron superiores en frecuencia con respecto a las razas Dorset, Hampshire y Katahdin ( $p < 0,05$ ), que igualmente no mostraron diferencias significativas entre ellas ( $p > 0,05$ ). Finalmente, la raza Dorset fue la que presentó un menor número de montas (Tabla 1).

## Discusión

El comportamiento promiscuo, la estacionalidad y muchas características de cortejo se mantienen semejantes entre razas, sin embargo, el manejo y la selección genética han generado ciertas diferencias fisiológicas y conductuales entre razas (Trujillo, 2014). Las razas con cubierta de pelo presentan poca estacionalidad (latitud media) como la Merino tienen una conducta sexual predominantemente influenciada por cambios estacionales en la nutrición, mientras que las razas más septentrionales como la Suffolk (nórdicas) tienen temporadas reproductivas bien definidas por los cambios en la duración del día (Lincoln et al., 1990). Lo anterior coincide con lo encontrado en este estudio, ya que en el estado de cópula las razas Dorper, Dorset, Hampshire y Suffolk presentaron mayor tiempo para realizar la cópula, pero sin existir diferencias significativas estadísticas entre ellas; mientras que la raza Katahdin (cubierta de pelo), presentó el menor tiempo para realizarlo. Bernon y Shrestha (1984),

mencionan que durante la fase de cortejo el macho se coloca detrás de la hembra haciendo contacto con su hombro y la oveja, levantando y bajando uno de sus miembros anteriores manteniéndole en forma rígida y golpeando su parte ventral, y que la raza Suffolk realiza esta conducta con mayor frecuencia que otras. En contraste a este estudio, el evento de pataleo fue realizado con mucha menor frecuencia por la raza Suffolk y fue con mayor frecuencia en la Katahdin, pero sin presentar diferencias con la raza Dorset ( $p > 0,05$ ).

Entre las razas originarias de climas templados, existen razas más estacionales como la Suffolk, Hampshire y Columbia, y las que tienen menor estacionalidad como la Dorset y Rambouillet (Notter, 2002). Para el evento de olfacción, se pudo observar que las razas Suffolk, Hampshire y Dorper presentaron una menor frecuencia sin existir diferencias estadísticas entre ellas ( $p > 0,05$ ), mientras que las razas Katahdin y Dorset lo realizaron con mayor frecuencia, dejando en claro que las razas Suffolk, Hampshire y Dorset presentan una mayor estacionalidad, aunque igualmente presentaron el evento de olfacción con menor frecuencia.

En un estudio realizado por Blissitt et al. (1990) bajo condiciones intensivas, menciona que los carneros pueden hacer caso omiso de cualquier mensaje sensorial para detectar el estro y depender casi exclusivamente de la inmovilidad de la hembra para iniciar la monta, donde además no se observó el flehmen, indicando que puede no ser indispensable para la identificación de la hembra en estro, jugando un papel secundario en la caracterización de feromonas o en el cortejo. Contrario a lo registrado en este estudio, las cinco razas presentaron flehmen, siendo las razas Hampshire y Dorper quienes lo realizaron con mayor frecuencia, y aunque la hembra se encontraba inmovilizada, no fue suficiente estímulo para que los carneros realizaran la cópula sin realizar el estado de flehmen.

De acuerdo con Odagiri et al. (1995), la cópula en los carneros está caracterizada por las siguientes conductas: seguir a la hembra, elevar su extremidad anterior, topetear, descanso de barbilla y monta; el flehmen y el contacto naso-vaginal, son funciones independientes de las otras cinco unidades comportamentales que constituyen la

cópula. Contrario a lo registrado en este estudio, ninguna de las cinco razas utilizadas presentó las acciones de topear y descanso de la barbilla, y por las características del mismo el no poder seguir a la hembra; pero si realizaron de manera significativa el olfateo y el estado de flehmen, acciones que contrastan con lo anteriormente mencionado; lo que nos muestra que estos carneros quizá desarrollan algunas pautas de conducta naturales descritas por la literatura científica y otras no. Todos los carneros realizaron la acción de monta sin importar la raza, siendo la Suffolk y Dorper las que mostraron mayor frecuencia, mientras que las razas Dorset, Hampshire y Katahdin lo presentaron en menor frecuencia, no existiendo diferencias estadísticas entre ellas ( $p > 0,05$ ), lo que sugiere que las razas clasificadas con mayor estacionalidad pueden reproducirse todo el año, pero son menos eficientes que aquellas razas clasificadas con menor estacionalidad, como las de cubierta de pelo.

## Conclusión

Se encontraron marcadas diferencias en la conducta entre las razas, donde el comportamiento demostrado por cada uno de los carneros estuvo influenciado por la información recibida simultáneamente por medio de señales químicas (olfato), otras modalidades sensoriales (vista, oído, tacto) y el aprendizaje que recibió cada uno de los ejemplares.

## Referencias

- Bernon DE, Shrestha JN. Sexual activity patterns in rams. *Can J Comp Med.* 1984;48(1):42-6.
- Blissitt MJ, Bland KP, Cottrell DF. Olfactory and vomeronasal chemo-reception and the discrimination of oestrous and non-oestrous ewe urine odours by the ram. *Appl Anim Behav Sci.* 1990;27(4):325-35.
- Lincoln GA, Lincoln CE, McNeilly AS. Seasonal cycles in the blood plasma concentration of FSH, inhibin and testosterone, and testicular size in rams of wild, feral and domesticated breeds of sheep. *J Reprod Fertil.* 1990;88(2):623-33.
- Notter DR. Opportunities to reduce seasonality of breeding in sheep by selection. *Sheep Goat Res J.* 2002;17(3):20-32.
- Odagiri K, Matsuzawa Y, Yoshikawa Y. Analysis of sexual behavior in rams (*Ovis aries*). *Exp Anim.* 1995;44(3):187-92.
- Trujillo AO. La conducta sexual del carnero. Revisión. *Rev Mex Cienc Pecu.* 2014;5(1):49-89.

## REPRODUCCIÓN

# Desempeño reproductivo de ovejas Katahdin en pastoreo, suplementadas con tres tipos de concentrados energéticos en un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo

Karlos Edmundo Orozco Durán<sup>1</sup>, Benjamín Gómez Ramos<sup>1</sup>, Guadalupe Nuncio Ochoa<sup>1</sup>, José Herrera Camacho<sup>2,3</sup>, Juan Manuel Robledo Verduzco<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico Del Valle de Morelia, Morelia, México

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Morelia, México

<sup>3</sup> Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Tarímbaro, México

## Resumen

Con el objetivo de evaluar la influencia del tipo de fuente energética en un empadre de ovejas, se formularon 3 suplementos isoproteicos (PC = 12,6 %) e isoenergéticos (EM = 2,36 Mcal/Kg) que se ofrecieron a 54 ovejas Katahdin, divididas en 3 grupos (n = 18 c/u). Las ovejas se mantuvieron 8 h/día en praderas de ródex (*Chloris gayana*), suplementando con 600 g/oveja/día de alguno de los concentrados; T1 = convencional a base granos; T2 = grasa de sobrepaso (3%) y T3 = núcleo gluconeogénico (1-2 Propanodiol 3%). Los ingredientes fueron: sorgo molido, pasta de soya y salvado de trigo. La suplementación se inició el día en que se colocaron esponjas intravaginales (FGA 40 mg) y concluyó al día 30 post inseminación artificial al tiempo fijo (IATF). Durante la sincronización del estro se administraron 300 UI de PMSG el día 10, retirándose las esponjas el día 12 y realizándose la IATF con semen congelado por laparoscopia al día 14. El diagnóstico de gestación se practicó al día 30 post IATF mediante ultrasonografía. Se midió la tasa de hembras en celo (THC) (%) mediante detección con machos, folículos preovulatorios al estro (FOL) por laparoscopia, fertilidad (%) y prolificidad. Los datos se analizaron mediante modelos lineales generalizados con un análisis de covarianza en un modelo completamente al azar. La THC fue de 100% en los 3 tratamientos, en cuanto a FOL T3 fue superior con  $1.92 \pm 0.16$  por oveja, respecto a los demás tratamientos (T1 =  $1.44 \pm 0.16$ ; T2 =  $1.47 \pm 0.17$ ), sin embargo el grupo T2 resultó estadísticamente superior en la fertilidad con un 72 %, respecto al T1 (32%) y T3 (34%). En cuanto a la prolificidad no se encontraron diferencias entre tratamientos (T1 = 1,4; T2 = 1,13; T3 = 1,5). Se concluye que la alimentación con grasa de sobrepaso tuvo el mejor desempeño reproductivo en las ovejas, la cual es un producto de fácil adquisición y administración.

**Palabras clave:** *Flushing*. Grasa. Fertilidad. Prolificidad. Inseminación artificial.

## REPRODUCCIÓN

# Determinación de la aptitud reproductiva de Chivos Criollo pre-servicio, según su circunferencia escrotal

Patricio Mario Dayenoff<sup>1,2\*</sup>, Pablo Dri<sup>3</sup>, Javier Eduardo Macario<sup>2</sup>, José Luis Roberi<sup>1</sup>, Pablo Lowinger<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), General Pico, Argentina

<sup>2</sup> Estación Experimental Agropecuaria Rama Caída, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), San Rafael, Argentina

<sup>3</sup> Dirección Provincial de Ganadería de Mendoza, San Rafael, Argentina

## Resumen

El objetivo del presente trabajo fue determinar la Circunferencia Escrotal en chivos Criollo, según edad por cronología dentaria, en la estación de servicio en el área Sur de Mendoza. Para el desarrollo se evaluaron 322 chivos Tipo Criollo regional, a los que se les midió la Circunferencia Escrotal al inicio de la estación de servicio en los meses de abril y mayo (otoño austral), utilizando un centímetro de metal de 50 cm de largo, graduado en milímetros. Se encontró que el menor tamaño se encontró en los machos de dos dientes ( $25,46 \pm 1,74$ ) y el mayor en los chivos de boca llena ( $29,47 \pm 2,04$ ), encontrando diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre los grupos. Se concluye que a medida que avanza la edad de los machos Criollo se presenta un aumento de la Circunferencia Escrotal, con valores que de acuerdo con la bibliografía se pueden clasificar a estos chivos como aptos para la reproducción.

**Palabras clave:** Producción caprina. Chivos Criollo. Época de servicio. Circunferencia escrotal.

## Introducción

La producción caprina en el área sur de Mendoza concentra aproximadamente 700 mil ejemplares, que en su mayor parte responde al tipo racial Criollo y cuyo objetivo comercial es la obtención del cabrito lechal (Dayenoff, 2011). La región presenta un invierno riguroso, nevadas copiosas con un pastizal natural de escasa disponibilidad forrajera, por lo que los productores evitan los partos en ese período, concentrando los servicios en los meses de mayo-junio-julio y partos a partir de octubre (Macario et al., 2005). En relación a ello, Barkawi et al. (2006) encontraron que existe un aumento de la circunferencia escrotal en el período de inicio de la época reproductiva, con un aumento del volumen de eyaculado, mayor concentración espermática y menor nivel de espermatozoides anormales

El objetivo del presente trabajo fue determinar la aptitud reproductiva de Chivos Criollo según su circunferencia escrotal en la región de Malargüe, de distintas edades en la temporada de servicio.

## Material y métodos

El presente trabajo se llevó a cabo dentro de las actividades del Plan Castrón que realizan desde hace cuatro años distintas instituciones vinculadas a la producción caprina de Mendoza.

El clima de la región de tipo árido, templado-frío, con veranos de temperatura que llegan a los 39 °C e invierno muy fríos con temperaturas de hasta -14 °C e nevadas intensas que llegan a los 3 metros de nieve en la cordillera media y alta y precipitaciones que varían de este a oeste entre los 240 y 120 mm por año, concentradas en el período primavera-estival.

El muestreo se llevó a cabo durante el mes de abril (otoño austral). Para el desarrollo del mismo se evaluaron los 322 machos caprinos del tipo Criollo regional que quedaron seleccionados después de eliminar aquellos con distintas taras y defectos de un total de 634 animales estudiados. La medición de la circunferencia escrotal se realizó por la mañana, utilizando un centímetro de metal flexible, graduado en milímetros de cero a 50 centímetros, midiendo sobre el diámetro mayor del escroto en sentido horizontal, clasificando los machos por cronología dentaria al momento de la medición de la circunferencia escrotal.

El diseño experimental correspondió a un modelo completamente aleatorizado, estudiando el efecto edad, realizándose el estudio de los datos por medio de análisis de varianza y test de Tukey con el paquete estadístico InfoStat 2.0.

## Resultados

En la Tabla 1 se muestra el promedio del valor de la circunferencia escrotal (en cm) en chivo Criollo (n = 322) evaluados en el mes de mayo (otoño austral). En la misma se ve que el menor valor se encontró en los machos D2 (n = 73) con 25,46 ± 1,74 cm y el máximo en los animales D8 (n=94), los que alcanzaron los 29,47 ± 2,04 cm, destacando que el mayor cambio se dio entre D2 y D4.

Asimismo, los niveles de los coeficientes de variación fueron bajos, siendo el menor el hallado entre los chivos D6 (6,63) y el más alto 9,15 para los chivos D4. A su vez, se observa que se encontró una diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,05$ ) para

los valores de la circunferencia escrotal entre los chivos D2 con los D4, D6 y D8.

**Tabla 1** - Media, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de la circunferencia escrotal de chivos Criollo, evaluados en el mes de mayo (otoño austral)

Edad	n	Media ± d.e	CV
D2	73	25,46 ± 1,74 <sup>a</sup>	7,04
D4	67	28,15 ± 1,38 <sup>b</sup>	9,15
D6	88	29,41 ± 1,62 <sup>b,c</sup>	6,63
D8	94	29,47 ± 2,04 <sup>c</sup>	8,15

Nota: Letras diferentes en la misma columna = diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,05$ ).

## Discusión

Los resultados encontrados en este trabajo mostraron que a medida que aumenta la edad de los machos Criollo tipo regional de la zona sur de Mendoza, se ve un incremento de la circunferencia escrotal como lo describieron Bilaspuri y Singh (1992) y Vega et al. (2006).

Por los valores encontrados en los chivos de dos dientes se podría inferir que esa categoría no alcanzó aún el desarrollo testicular de un animal adulto; a su vez, la Circunferencia Escrotal de esa categoría de machos Criollo fue superior a la descrita por Vera et al. (2008) para el período de otoño para la misma raza caprina; a su vez, el valor hallado en la circunferencia escrotal de los machos de dos dientes en mayo resultó una medida que los cataloga como machos satisfactorios reproductivamente según la recomendación de Mellado (2008) y tendrían un aumento del volumen de eyaculado, mayor concentración espermática y menor nivel de espermatozoides anormales, según lo descrito por Leal et al. (2004). Asimismo, al igual que lo descrito por Ghorbankhani et al. (2015), los machos Criollo de este trabajo presentaron una buena circunferencia escrotal al inicio de la temporada de servicio (Mellado, 2008), reflejando la mejor calidad en la alimentación en los chivos en ese período (Dayenoff et al., 2015), tal como lo describieron Almeida et al. (2007).

## Conclusión

De los resultados del presente trabajo se concluye que la aptitud reproductiva de acuerdo a la Circunferencia Escrotal de los chivos Criollo seleccionados en Plan Castrón muestra parámetros considerados normales para la especie en la temporada de servicios y que se los puede calificar como machos caprinos satisfactorio.

## Referencias

- Almeida AM, Schwalbach LMJ, Cardoso LA, Greyling JPC. Scrotal, testicular and semen characteristics of young Boer bucks fed winter veld hay: The effect of nutritional supplementation. *Small Rumin Res.* 2007;73(1-3):216-20.
- Barkawi AH, Elsayed EH, Ashour G, Shehata E. Seasonal changes in semen characteristics, hormonal profiles and testicular activity in Zaraibi goats. *Small Rumin Res.* 2006;66(1-3):209-13.
- Bilaspuri GS, Singh K. Developmental changes in body weight and testicular characteristics in Malabari goat kids. *Theriogenology.* 1993;37(2):507-20.
- Dayenoff P. Situación de la producción de carne caprina en América latina. VII Congreso Latino americano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos; 18-20 may 2011; Huancavelica, Perú. Huancavelica: Universidad de Huancavelica; 2011. vol. I. p. 93-102.
- Dayenoff P, Jotallan P, Duarte A, Araya E, Banus G, Accorinti C, et al. Variación estacional de calidad forrajera de algunos arbustos del sur de Mendoza. IX Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos; 6-8 may 2015; La Rioja, Argentina. La Rioja: Gobierno de La Rioja-ALEPRyCS-INTA-UMaza; 2015. vol I. p. 281-5.
- Ghorbankhani F, Sourì M, Moeini MM, Mirmahmoudi R. Effect of nutritional state on semen characteristics, testicular size and serum testosterone concentration in Sanjabi ram lambs during the natural breeding season. *Anim Reprod Sci.* 2015;153:22-8.
- Leal MC, Becker-Silva SC, Chiarini-Garcia H, França LR. Sertoli cell efficiency and daily sperm production in goats (*Capra hircus*). *Anim Reprod.* 2004;1(1):122-8.
- Macario J, Dayenoff P, Orozco A. Efecto de la Veranada sobre el peso de la cabra Criolla adulta, en el área de Malargüe (Argentina). *Rev Arg Prod Anim.* 2005;25(Supl 1):75-6.
- Mellado M. Goat reproductive management under rangland conditions. *Trop Subtrop Agroecosyst.* 2008;9:47-63.
- Vega A, Morales A, Zimmerman M, Wilde O. Variación estacional de la circunferencia escrotal en caprino Criollo Serrano. *Arch Zootec.* 2006;55:113-6.
- Vera TA, Leguiza HD, Chagra Dib EP. Circunferencia escrotal de caprinos Criollo en los Llanos de La Rioja: Efecto de la Estación. Primeras Jornadas Internacionales del Instituto de Investigación y Tecnología en Reproducción Animal - INITRA; 24-26 sep 2008; Buenos Aires, Argentina. Buenos Aires: Facultad de Ciencias Veterinarias, UBA; 2008. p. 76.

## REPRODUCCIÓN

# Determinación de los niveles de progesterona y estradiol plasmáticos en cabras domésticas (*Capra hircus hircus*) ovariectomizadas, tratadas con CIDR'S y esponjas intravaginales impregnadas con jalea real de *Apis mellifera*

Laura Danuie Ratti Vásquez, Juan Alberto Balcázar Sánchez, Yazmín Ivonne Arriaga Avilés\*

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidade Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

## Resumen

El presente trabajo se realizó en el Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPSA-UNAM), cuyo objetivo fue comparar dos métodos de sincronización en cabras domésticas (*Capra hircus hircus*); se utilizaron 6 cabras de la raza alpina francesa con edades promedio que van de los 2 hasta los 8 años con fertilidad comprobada, las cuáles se sometieron a una celiotomía medioventral y posteriormente se asignaron a dos grupos experimentales de manera aleatoria. Un grupo se trato con dispositivos CIDR y el otro con esponjas intravaginales impregnadas con jalea real de *Apis mellifera*; el tratamiento tuvo una duración de 16 días durante el cual se tomaron muestras sanguíneas vía punción yugular (una por día), el propósito fue obtener el suero el cuál fue congelado hasta el día del análisis mediante la prueba de ELISA. La progesterona contenida en la jalea real difundió a torrente sanguíneo, aunque en menor cantidad comparada con un dispositivo CIDR; en cambio los niveles de estradiol presentes en la jalea real fueron más elevados comparados con el CIDR dado que este último no contiene Estradiol; al momento

de la introducción del semental para detectar la presencia de signos de estro en las hembras, no hubo interés por parte de ningún individuo. Se concluye que la progesterona presente en la jalea real de *Apis mellifera* administrada a través de esponjas vaginales difunde a torrente sanguíneo, de la misma manera que un CIDR pero en concentraciones menores, mientras que el estradiol no es suficiente para provocar signos de estro en las hembras.

**Palabras clave:** Cabras. Jalea real. Progestágenos. Estradiol. CIDR.

## Introducción

En las unidades de producción de pequeños rumiantes se han desarrollado diferentes tratamientos hormonales y de bioestimulación que tienen como objetivo inducir y sincronizar el estro y la ovulación (Wheaton et al., 1993).



Actualmente, la tendencia mundial en producción de alimentos para consumo humano está siendo modificada en cuanto a los métodos empleados en los animales, lo cual ha impactado en el mercado; hay una demanda de que los productos sean limpios, verdes y éticos (LVE). Para los productores esto quiere decir que deben cambiar hacia prácticas que reduzcan al mínimo o eviten completamente los tratamientos químicos y hormonales (Hernandez et al., 2016).

En recientes estudios científicos sobre la composición de la jalea real de *Apis mellifera* (Melliou y Chinou, 2014), se describe que la jalea real es el alimento de las larvas destinadas a ser reinas, además el consumo de esta jalea ocasiona que las larvas alcancen un mayor tamaño y que se desarrollen sexualmente (Kridli et al., 2003). En diversas investigaciones se ha sugerido que la jalea real posee actividad esteroidea y contiene testosterona (Guerrero, 2014).

En base a esta demanda de la sociedad el objetivo de este trabajo fue analizar la jalea real de abejas *Apis mellifera*, en dicho análisis se encontró que la jalea real posee hormonas esteroides (testosterona, estradiol y progesterona).

## Material y métodos

El experimento se realizó en el Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPSA), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia - Universidad Nacional Autónoma de México (FMVZ-UNAM). Se utilizaron seis hembras de la raza alpina francesa, sometidas a una celiotomía medio ventral con el objetivo de retirar los ovarios (ovariectomía) y toda fuente de hormona de esteroides que pudiera interferir en los niveles séricos de este estudio. Quince días después de las cirugías se procedió a colocar los CIDR y las esponjas de jalea real.

### Realización de las esponjas de poliuretano

Se adquirieron bloques de poliuretano con una altitud de 3,8 cm, a dichos dispositivos se les depositó mediante una jeringa nueva 10 ml (0,3 g) de jalea real; la cual contiene 108,2 ng/100g de

progesterona y 416,7 ng/100g de estradiol (Alvarenga y Rodríguez, 2014).

### Grupos experimentales

Las seis cabras (ovariectomizadas) se asignaron de manera aleatoria a dos grupos experimentales. El primer grupo se trató con esponjas intravaginales impregnadas con jalea real (n = 3) (TEJR). El segundo grupo se trató con dispositivos intravaginales (CIDR) laboratorios Pfizer (n = 3) (TCIDR).

### Toma de muestras

Desde dos días antes de la colocación de las esponjas y los CIDR's, se obtuvieron muestras sanguíneas vía punción yugular, independientemente del grupo al que pertenezcan durante los 12 días que duró el tratamiento y dos días después de que se retiró el CIDR y la esponja.

Los dos grupos se sometieron a detección de celo con diferentes machos con la finalidad de observar si las hembras eran receptivas a los machos, sin importar el grupo al que pertenezcan. Los niveles de hormonas en suero (progesterona y estradiol) fueron analizados mediante un análisis de varianza entre grupos.

## Resultados

No se observaron niveles séricos de P4 en ninguno de los grupos al día siguiente de la colocación de los CIDR y las esponjas, en el día 3 se encontró que hay una elevación en los niveles de progesterona, aunque no se presentó diferencia estadística en ambos. Sin embargo, a partir del día 4 al día 7 y el día 10 los niveles de progesterona son más elevados en el grupo TCIDR vs el grupo TEJR. En el resto de los días (día 8 - 9 y del 11 - 14) no se observó diferencia estadística entre ambos tratamientos ( $p > 0,5$ ). A diferencia del CIDR, los niveles de progesterona provenientes de la jalea real son menores y tardan más en elevarse y en alcanzar un pico. Los niveles séricos de estradiol (pg/ml) en el caso del TCIDR y el TEJR, no hubo diferencia estadística.

En el grupo de TCIDR se observa que los niveles de estradiol son muy bajos en todo momento, solo

se ve una ligera elevación a partir del día 8 hasta el final del tratamiento.

En el grupo de TEJR se observa que los niveles de estradiol son constantes del día 1 al día 7, posteriormente se observa un ligero descenso (día 8 - 10), después se observa un pico durante el día 11 y finalmente se mantiene constante del día 12 al día 16.

## Discusión

### Niveles de progesterona séricos

En el presente estudio las concentraciones promedio de progesterona del día 1 al día 4 es de 3,50 ng/ml (TCIDR) y de 1,1 ng/ml (TEJR). Los niveles en ambos tratamientos son más bajos que los citados por Menchaca y Rubianes (2004); esto podría deberse a que las concentraciones séricas de progesterona provienen exclusivamente del dispositivo CIDR. Pasando el sexto día hasta el día del retiro de ambos dispositivos, las concentraciones promedio fueron de 4,33 ng/ml (TCIDR) y de 2,54 ng/ml (TEJR), como vemos los niveles del presente estudio son más elevados que los reportados por dichos autores; en ambos casos la diferencia entre valores se debe a la cantidad de progesterona liberada por ambos dispositivos, así como a la capacidad de absorción por parte de los individuos. Los niveles iniciales y los valores máximos alcanzados en ambos tratamientos en nuestro estudio son estadísticamente más bajos a los informados por Goel y Kharche (2012) a pesar que los niveles de progesterona provenían de un CIDR y de una esponja intravaginal impregnada con jalea real. Estas variaciones pueden deberse a la liberación de la progesterona proveniente del CIDR y que las concentraciones de esteroides que contenían las esponjas intravaginales impregnadas con jalea real de *Apis mellifera* eran inferiores a las de un diestro normal.

### Niveles de estradiol séricos

La jalea real de *Apis Mellifera* contiene hormonas esteroides, la cantidad obtenida de

estradiol es de 416,7 ng/100g, (Ramos y Soriano, 2004). Podemos destacar un estudio donde se menciona sobre la producción de hormonas esteroides (progesterona y estradiol) a través de las glándulas suprarrenales (Pang et al., 2010); lo cual explica el porqué de los niveles elevados de estradiol en el caso del TCIDR, la cantidad de estradiol presente en el suero en ambos tratamientos no fue suficiente para provocar signos de estro en las cabras; esto se comprobó a través de dos machos que se introdujeron en la mañana y en la tarde durante todo el tratamiento, dichos animales no presentaron interés alguno (ni hembras, ni machos).

## Conclusión

La progesterona presente en la jalea real de *Apis mellifera* administrada a través de esponjas vaginales difunde a torrente sanguíneo, de la misma manera que un CIDR pero en concentraciones menores. El estradiol presente en la jalea real de *Apis mellifera* administrada a través de esponjas intravaginales difunde a torrente sanguíneo, el cual no es suficiente para provocar signos de estro en las hembras, por lo tanto, al momento de la introducción del macho, este no presentó interés alguno.

La cantidad de animales es poca como para obtener un fundamento totalmente claro, plantear en futuras investigaciones un grupo control con implante de estradiol.

## Referencias

Alvarenga RFR, Rodríguez SES. Propuesta de métodos analíticos para determinar la calidad de la jalea real producida por la abeja (*Apis mellifera*) y comercializada de en el Salvador [tesis de grado]. San Salvador ,El Salvador: Universidad del Salvador; 2004.

Hernández JCA, Ortega OAC, Schilling SR, Campos SA, Pérez AHR, Ronquillo MG. Organic Dairy Sheep Production Management. En: Konvalina P (ed.). Organic Farming - A Promising Way of Food Production. Londres, UK: InTech; 2016. p. 261-82.

Goel, A. K. y Kharche, S.D. (2012). Ovulatory pattern and serum progesterone levels during oestrus cycle in Jamunapari goats. *Indian J Anim Sci.* 2012;82(5):468-71.

Guerrero AG. Producción y análisis financiero de la obtención de jalea real de abejas *Apis mellifera* por el método Doolittle [tesis de grado]. Bogotá, Colombia: Universidad de la Salle; 2014.

Kridli RT, Husein MQ, Humphrey WD. Effect of royal jelly and GnRH on the estrus synchronization and pregnancy rate in ewes using intravaginal sponges. *Small Rumin Res.* 2003;49(1):25-30.

Melliou E, Chinou I. Chemistry and Bioactivities of Royal Jelly. *Stud Nat Prod Chem.* 2014;43:261-90.

Menchaca A, Rubianes E. New treatments associated with timed artificial insemination in small ruminants. *Reprod Fertil Dev.* 2004;16(4):403-13.

Pang XS, Wang ZY, Zhu TG, Yin DZ, Zhang YL, Meng L, et al. Concentrations of progesterone and estradiol in peripheral plasma during the estrous cycle and after ovariectomy in Huanghuai goats of high or poor prolificacy. *Asian-Australas J Anim Sci.* 2012;23(2):188-96.

Wheaton JE, Carlson KM, Windels HF, Johnston LJ. CIDR: A new progesterone - releasing intravaginal device for induction of estrus and cycle control in sheep and goats. *Anim Reprod Sci* 1993;33(1-4):127-41.

## REPRODUCCIÓN

# Dominancia social sobre comportamiento sexual y calidad seminal en machos cabríos jóvenes criados en parejas durante la estación reproductiva

Gerardo Pérez Muñoz<sup>1</sup>, Hugo Bernal Barragán<sup>1</sup>, Rogelio Alejandro Ledezma Torres<sup>1</sup>, Rodolfo Ungerfeld Morón<sup>2</sup>, Fernando Sánchez Dávila<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Posgrado Conjunto Facultad de Agronomía, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), General Escobedo, México

<sup>2</sup> Facultad de Veterinaria, Universidad de la República de Uruguay (UdelaR), Montevideo, Uruguay

## Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto de agrupar y reagrupar chivos jóvenes sobre el desarrollo sexual y reproductivo en la estación reproductiva. Se utilizaron 24 machos, distribuidos de acuerdo al peso vivo correspondiente a las 12 parejas formadas, colocando en cada pareja un chivo dominante (CHD) y un chivo subordinado (CHS). El jueves de cada semana se colectaba una muestra de semen durante 12 semanas de cada macho cabrío y al siguiente día se evaluaba el comportamiento sexual. Se presentó efecto de la semana sobre el comportamiento sexual en machos cabríos jóvenes ( $p < 0,05$ ), teniendo mayor cantidad de olfateos, acercamientos laterales y montas en CHD respecto CHS. Asimismo, el efecto de la jerarquía tuvo un efecto significativo sobre circunferencia escrotal (CE) y concentración espermática, siendo superior para CHD en cuanto a la CE, pero la concentración fue mejor para CHS.

**Palabras clave:** Dominancia. Calidad seminal. Jerarquía. Rendimiento reproductivo. Comportamiento sexual.

## Introducción

Estudios realizados en caprinos machos han mencionado que las interacciones sociales entre ellos cambian a través del tiempo ya sea que este juntos o en grupo, ocasionando efectos negativos en su comportamiento sexual y su actividad reproductiva. Esto ha sido estudiado en cabras del monte y en machos adultos (Katz, 2008). Recientemente se han realizado estudios en animales jóvenes agrupándolos por un periodo de tiempo y ver sus efectos sobre la reproducción, donde se observaron que se afecta principalmente su comportamiento sexual entre los dominantes y subordinados (Sánchez-Dávila et al., 2018). Sin embargo, todavía está limitado el conocimiento sobre el comportamiento de chivos dominantes y subordinados agrupados en parejas y después reagruparlos entre ellos (Lacuesta et al., 2015). Lo cual ahondaría en sus efectos sobre la reproducción. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es determinar el efecto de agrupar y reagrupar chivos jóvenes con 1 año de edad sobre la calidad seminal, y comportamiento sexual.

## Material y métodos

El trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Reproducción Animal de la Unidad Académica "Marín" de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicado en Marín, Nuevo León, México, (25° 52 'N; 100° 01 'W). Todos los procedimientos experimentales realizados fueron aprobados por el Comité de Bioética y Bienestar Animal de la Escuela de Veterinaria de la UANL, Folio: PND.

Se utilizaron 24 machos, distribuidos en 12 corrales de 2 m<sup>2</sup> de acuerdo al peso vivo correspondiente a las 12 parejas formadas, colocando en cada pareja un chivo dominante (CHD) y un chivo subordinado (CHS). El jueves de cada semana se colectaba una muestra de semen durante 12 semanas de cada macho cabrío, la cual se llevó a cabo a través de un electro eyaculador para rumiantes (Standard Precision Electronics, Broomfield, Colorado, EE. UU.). Las variables de calidad seminal que se evaluaron fueron: motilidad masal que se determinó en una escala de 0 a 5; el número total de espermatozoides, motilidad progresiva que se calculó como un porcentaje de 0 al 100 por observación directa en microscopio en 10x, el volumen usando un tubo graduado en mL y la concentración espermática que se determinó utilizando el espectrofotómetro (SDM1-photometer, Minitube, Alemania).

La circunferencia escrotal (CE) se llevó a cabo utilizando un calibrador/pie de rey, realizando la medición cada semana a partir de las 12 semanas de edad hasta la finalización del experimento. El comportamiento sexual se evaluó utilizando cuatro cabras estrogenizadas con 0,5 mg de benzoato de estradiol (Syntex, Virbac, Jalisco, México) administrado durante tres días antes de la prueba de comportamiento, la cual consistió en colocar a cada chivo en forma individual con una cabra estrogenizada en un corral de 4 m<sup>2</sup> completamente aislado del área donde se asignaron los chivos. Durante 20 minutos, se registró de forma individual el comportamiento sexual de cada chivo, siendo consideradas las siguientes variables: el número de acercamientos laterales, olfateos, flehmen, intentos de monta, montas y montas con eyaculación, así como el tiempo de espera para el inicio del

cortejo y para la primera monta. Al día siguiente, se evaluó el comportamiento sexual de los machos cabríos de acuerdo a las parejas asignadas para establecer la posición de dominancia (PD), colocando simultáneamente al CHD y al CHS, por un periodo de 20 minutos, estableciendo así cuál de los machos actuó como el dominante CHD y cuál como subordinado CHS, evaluándose las mismas variables del registro individual el día anterior. El peso corporal, CE, semen y parámetros de comportamiento sexual registrados en los machos asignados en parejas durante el comportamiento sexual con cabras estrogenizadas, se evaluaron con un ANOVA para medidas repetidas (procedimiento mixto), incluyendo en el modelo el efecto de PD (CHD vs. CHS), tiempo (semanas) y su interacción como efectos fijos.

## Resultados

En la Tabla 1, se presenta la media general relacionada al efecto de la semana sobre el comportamiento sexual en machos cabríos jóvenes ( $p < 0,05$ ). Se puede apreciar una diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la cantidad de olfateos y acercamientos laterales posterior al reagrupamiento.

En la Tabla 2 se muestra el efecto de la semana sobre el comportamiento sexual, se mostró una diferencia ( $p < 0,05$ ), entre el comportamiento sexual presentado entre machos cabríos dominantes y subordinados, teniendo mayor cantidad de olfateos, acercamientos laterales y montas en CHD respecto CHS.

En la Tabla 3 se observa el efecto del tiempo (semanas) respecto a la CE (cm), peso vivo (kg) y calidad espermática en los machos cabríos ( $n = 24$ ), apreciando un incremento progresivo en todos los valores hasta el momento del reagrupamiento, donde hubo una diferencia estadísticamente significativa en las semanas 9 en los valores de motilidad masal y progresiva ( $p < 0,05$ ).

Por su parte, el efecto de la jerarquía tuvo un efecto significativo sobre CE y concentración espermática, siendo superior para el dominante en cuanto a la CE, pero la concentración fue mejor para los subordinados.

**Tabla 1** - Efecto de la semana sobre el comportamiento sexual en chivos jóvenes criados en parejas (media  $\pm$  error estándar).

Semana	Inicio cortejo (s)	Olfateos (n)	Flehmen (n)	Acercamientos laterales (n)	Intentos de monta (n)	Montas con eyaculación (n)
1	5,9 $\pm$ 1,6 <sup>b</sup>	12,3 $\pm$ 1,3 <sup>b</sup>	0,7 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	9,5 $\pm$ 1,1 <sup>b</sup>	4,9 $\pm$ 0,6 <sup>a</sup>	7,9 $\pm$ 0,8 <sup>a</sup>
2	5,7 $\pm$ 1,6 <sup>b</sup>	31,8 $\pm$ 1,3 <sup>a</sup>	0,6 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	9,1 $\pm$ 1,1 <sup>b</sup>	4,7 $\pm$ 0,6 <sup>a</sup>	3,5 $\pm$ 0,8 <sup>b</sup>
3	5,9 $\pm$ 1,6 <sup>b</sup>	13,9 $\pm$ 1,3 <sup>b</sup>	0,9 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	8,6 $\pm$ 1,1 <sup>b</sup>	3,6 $\pm$ 0,6 <sup>b</sup>	4,2 $\pm$ 0,8 <sup>b</sup>
4	4,5 $\pm$ 1,6 <sup>b</sup>	10,8 $\pm$ 1,3 <sup>b</sup>	1,0 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	9,9 $\pm$ 1,1 <sup>a</sup>	3,4 $\pm$ 0,6 <sup>b</sup>	3,1 $\pm$ 0,8 <sup>b</sup>
5	4,2 $\pm$ 1,6 <sup>b</sup>	12,5 $\pm$ 1,3 <sup>b</sup>	0,8 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	8,4 $\pm$ 1,1 <sup>b</sup>	4,6 $\pm$ 0,6 <sup>a</sup>	2,9 $\pm$ 0,8 <sup>b</sup>
6	9,2 $\pm$ 1,6 <sup>a</sup>	10,8 $\pm$ 1,3 <sup>b</sup>	0,6 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	6,6 $\pm$ 1,1 <sup>b</sup>	3,2 $\pm$ 0,6 <sup>b</sup>	2,4 $\pm$ 0,8 <sup>b</sup>
7	3,3 $\pm$ 2,3 <sup>c</sup>	7,3 $\pm$ 1,8 <sup>c</sup>	0,6 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>	7,3 $\pm$ 1,1 <sup>b</sup>	2,2 $\pm$ 0,9 <sup>b</sup>	3,0 $\pm$ 1,1 <sup>b</sup>
8	6,0 $\pm$ 1,6 <sup>b</sup>	5,6 $\pm$ 1,3 <sup>c</sup>	0,3 $\pm$ 0,2 <sup>c</sup>	6,1 $\pm$ 1,1 <sup>b</sup>	3,3 $\pm$ 0,6 <sup>b</sup>	2,5 $\pm$ 0,8 <sup>b</sup>
9	3,6 $\pm$ 1,6 <sup>c</sup>	5,6 $\pm$ 1,3 <sup>c</sup>	0,6 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	4,8 $\pm$ 1,1 <sup>c</sup>	2,2 $\pm$ 0,6 <sup>b</sup>	2,1 $\pm$ 0,8 <sup>b</sup>

Nota: Columnas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 2** - Efecto de la semana sobre el comportamiento sexual en chivos jóvenes criados en parejas (media  $\pm$  error estándar)

PD	Inicio cortejo (s)	Olfateos (n)	Flehmen (n)	Acercamientos laterales (n)	Intentos de monta (n)	Montas con eyaculado (n)
CHD	3,4 $\pm$ 0,8 <sup>b</sup>	14,1 $\pm$ 0,6 <sup>a</sup>	0,9 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	9,8 $\pm$ 0,5 <sup>a</sup>	4,1 $\pm$ 0,3 <sup>a</sup>	4,5 $\pm$ 0,4 <sup>a</sup>
CHS	7,4 $\pm$ 0,8 <sup>a</sup>	10,5 $\pm$ 0,6 <sup>b</sup>	0,5 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>	5,8 $\pm$ 0,5 <sup>b</sup>	3,0 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>	2,5 $\pm$ 0,4 <sup>b</sup>

Nota: Columnas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 3** - Efecto de la semana respecto a circunferencia escrotal, peso vivo y calidad seminal (media  $\pm$  error estándar)

Semana	CE (cm)	Peso vivo (kg)	Volumen (mL)	Motilidad masal (0 a 5)	Motilidad progresiva (%)	Concentración espermática (10 <sup>6</sup> /mL)
1	22,0 $\pm$ 0,4 <sup>c</sup>	26,2 $\pm$ 1,0 <sup>d</sup>	0,5 $\pm$ 0,06 <sup>c</sup>	2,0 $\pm$ 0,3 <sup>c</sup>	27,5 $\pm$ 5,9 <sup>c</sup>	1413,9 $\pm$ 218,9 <sup>b</sup>
2	22,8 $\pm$ 0,4 <sup>b</sup>	28,2 $\pm$ 1,0 <sup>c</sup>	0,5 $\pm$ 0,06 <sup>c</sup>	2,1 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>	40,2 $\pm$ 5,9 <sup>b</sup>	1469,7 $\pm$ 218,9 <sup>b</sup>
3	23,5 $\pm$ 0,4 <sup>b</sup>	28,8 $\pm$ 1,0 <sup>c</sup>	0,5 $\pm$ 0,06 <sup>c</sup>	3,0 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>	42,9 $\pm$ 5,9 <sup>b</sup>	1641,7 $\pm$ 218,9 <sup>b</sup>
4	23,3 $\pm$ 0,4 <sup>b</sup>	29,4 $\pm$ 1,0 <sup>bc</sup>	0,6 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup>	2,9 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>	39,8 $\pm$ 5,9 <sup>b</sup>	1556,4 $\pm$ 218,9 <sup>b</sup>
5	23,0 $\pm$ 0,4 <sup>b</sup>	30,4 $\pm$ 1,0 <sup>b</sup>	0,8 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup>	3,1 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>	46,3 $\pm$ 5,9 <sup>b</sup>	2257,6 $\pm$ 218,9 <sup>a</sup>
6	23,4 $\pm$ 0,4 <sup>b</sup>	31,4 $\pm$ 1,0 <sup>b</sup>	0,8 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup>	2,6 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>	40,8 $\pm$ 5,9 <sup>b</sup>	1252,3 $\pm$ 218,9 <sup>b</sup>
7	23,9 $\pm$ 0,4 <sup>a</sup>	32,2 $\pm$ 1,0 <sup>b</sup>	0,7 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	2,3 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>	31,0 $\pm$ 5,9 <sup>b</sup>	879,4 $\pm$ 218,9 <sup>c</sup>
8	23,6 $\pm$ 0,4 <sup>b</sup>	33,5 $\pm$ 1,0 <sup>b</sup>	0,8 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup>	3,0 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>	49,8 $\pm$ 5,9 <sup>b</sup>	921,3 $\pm$ 218,9 <sup>c</sup>
9	23,8 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	34,8 $\pm$ 0,6 <sup>a</sup>	0,6 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>	3,5 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	54,0 $\pm$ 3,4 <sup>a</sup>	1367,2 $\pm$ 126,4 <sup>b</sup>

Nota: Columnas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

## Discusión

De acuerdo con los resultados encontrados, cuando los chivos jóvenes se asignaron en parejas, los CHD mostraron un comportamiento sexual más intenso que los CHS, este mismo efecto fue reportado por Sánchez-Dávila et al. (2018). En las dos semanas del experimento se ha mostrado que el efecto de dominancia es suficientemente fuerte como para inhibir el comportamiento sexual mostrado por los chivos subordinados, independientemente de la presencia del chivo dominante o en su ausencia mostrando pocas montas y aproximaciones oportunistas. Estos resultados difieren a los encontrados en estudios similares realizados en ovejas en condiciones no competitivas (Lacuesta et al., 2015). Las diferencias en el comportamiento sexual sugieren que los machos dominantes no solo están más motivados, sino que también son más eficaces apareándose con mayor frecuencia con las cabras en estro (Katz, 2008).

## Conclusión

Por los resultados obtenidos en este estudio, se concluye que las relaciones de dominancia afectan el comportamiento sexual, pero no el tamaño corporal, testicular y la producción de semen en chivos jóvenes asignados en parejas. Los chivos dominantes fueron más eficientes, mostrando comportamientos sexuales consumatorios.

## Referencias

- Katz LS. Variation in male sexual behavior. *Anim Reprod Sci.* 2008;105(1-2):64-71.
- Lacuesta L, Orihuela A, Ungerfeld R. Reproductive development of male goat kids reared with or without permanent contact with adult females until 10 months of age. *Theriogenology.* 2015;83(1):139-43.
- Sánchez-Dávila F, Barragán H B, Del Bosque-González AS, Ungerfeld R. Social dominance affects the development of sexual behaviour but not semen output in yearling bucks. *Theriogenology.* 2018;110:168-74.

## REPRODUCCIÓN

# Efecto de esponjas vaginales sobre la flora bacteriana vaginal y su impacto en la eficiencia reproductiva en cabras comerciales

Diana Aimé Rodríguez Miranda, Gerardo Pérez Muñoz, Fernando Sánchez Dávila\*, Hugo Bernal Barragán, Néstor Arce Vázquez, Estela Garza Brenner, Nydia C. Aguilar Vásquez, Rogelio A. Ledezma Torres

Facultad de Agronomía-Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Posgrado Conjunto, Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), General Escobedo, México

## Resumen

El objetivo del trabajo fue determinar cambios de la microbiota vaginal sobre la eficiencia reproductiva en cabras, al sincronizarlas con esponjas vaginales en diferentes tiempos de retiro. Se dividieron en tres tratamientos (T1: testigo, doble dosis de PGF2 $\alpha$ ; para el T2 y T3, la esponja se mantuvo durante 5 y 10 días respectivamente). Se obtuvo hisopado vaginal; a las (1) 48 h, (2) día 0, (3) al retiro, y (4) 48 h postmonta y se sembraron en medios de cultivo. No hubo diferencias para la caracterización y presencia de bacterias Gram + y Gram - entre tratamientos. Para las unidades formadoras de colonias (UFC) de *E. coli* no hubo diferencia ( $p < 0,05$ ). Por otra parte, se presentó efecto de muestreo en las UFC de *E. coli* al momento del retiro de la esponja, donde los valores fueron más altos ( $p < 0,01$ ), esto para el T3. No se presentaron diferencias en cuanto al tipo de bacterias que se encontraron en cada uno de los tratamientos. La tasa de preñez presentó valores más altos para el T2 (76,5%), siendo diferentes al del T1 y T3 (64,7%) ( $p < 0,05$ ). Se concluye que se incrementa la microbiota vaginal por el uso de esponjas, siendo parcialmente causante de una disminución de la preñez en cabras.

**Palabras clave:** Gestación. Población microbiana. Ambiente vaginal. Atracción sexual.

## Introducción

La sincronización de estros se puede realizar dentro y fuera de la estación reproductiva (Ungerfel y Rubianes, 1999), donde se involucra la administración de hormonas que modifiquen la cadena de eventos durante el ciclo estral. Su combinación con otras hormonas incrementa su eficiencia (Manes et al., 2018), según la raza, peso del animal, época del año, lactancia, efecto macho u otros factores ambientales (Penna et al., 2013). Entre las diferentes variantes de dispositivos liberadores de hormonas, se encuentran las esponjas de poliuretano de alta densidad e impregnadas con progestágenos sintéticos como lo es el acetato de medroxiprogesterona (MAP)



y acetato de fluorogestona (FGA) (Penna et al., 2013). En pequeños rumiantes, sin embargo, estos dispositivos se relacionan con alterar el ambiente vaginal, a través de una respuesta inflamatoria, acumulación de líquidos e incremento de la microbiota vaginal (Manes et al., 2018), incluso por periodos cortos de tiempo, además de reducir la tasa de preñez, afectando la atracción sexual de los machos así como la viabilidad de los espermatozoides (Penna et al., 2013).

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo, fue de detectar los cambios de la microbiota vaginal durante diferentes tiempos de retiro del dispositivo vaginal y evaluar su efecto sobre la eficiencia reproductiva en cabras comerciales.

## Material y métodos

El experimento fue desarrollado en la Universidad Autónoma de Nuevo León de la Facultad de Agronomía en la Unidad Académica Marín localizada en Marín, Nuevo León. Se utilizaron 51 cabras comerciales con una edad entre 4 a 6 años. Las cabras fueron asignadas a uno de los tres tratamientos y se bloquearon en base a peso vivo y edad. Para el grupo control C ( $n = 17$ ), se utilizó un protocolo de sincronización de estros con doble aplicación y una diferencia de 11 días de cloprostenol dextrógiro (0,75 mg, IM) (Prostagel-D<sup>®</sup>, Internacional Prode, Jalisco), posteriormente 24 horas de la segunda aplicación se administró 100 mg de benzoato de estradiol IM (benzoato de estradiol, Zoovet<sup>®</sup>, Colombia). Para el grupo 2 ( $n = 17$ ) y el grupo 3 ( $n = 17$ ), se sincronizaron con una esponja intravaginal (20 mg de Cronolone, Chronogest<sup>®</sup> CR, MSD, Francia) y al momento de retirar la esponja se les aplicó 0.75 mg de cloprosternol dextrógiro y 24 horas después, se aplicó a cada cabra 5 mg de benzoato de estradiol. La diferencia entre ambos grupos fueron los días de retiro de la esponja (5 y 10 días respectivamente).

La detección de estros fue a partir de las 24 horas de la segunda aplicación del análogo de la prostaglandina o de retiro de la esponja y se procedió a realizar la monta dirigida. Las muestras se tomaron de la pared vaginal con un hisopo estéril de 5 cm. Los muestreos se llevaron a cabo en el

siguiente orden: (1) 48 horas antes de la inserción de la esponja, (2) al momento de la inserción, (3) al momento del retiro de la esponja y (4) 48 horas después de la monta directa. Para el grupo que se sincronizó con PGF<sub>2</sub> $\alpha$ , el muestreo se realizó 48 horas antes de la segunda aplicación de la hormona, al momento de la aplicación de la segunda aplicación y 48 horas después de la monta. Una vez que se colectaron las muestras, estas fueron enviadas al laboratorio en un medio de transporte Stuart y refrigeradas a 4 °C, hasta que se realizó el análisis microbiano en el laboratorio. Este se realizó, sembrando las muestras de los hisopos directo en la zona de descarga en los diferentes Agares; utilizando un hasa esterilizándola con un mechero y poder realizar la siembra, en los Agares correspondientes dependiendo del microorganismo que se iba a determinar. Los medios fueron vaciados en cajas Petri estériles sin división (100 x 15 mm). Se determinó la gestación por medio de ultrasonografía rectal a los 35 post-servicio. Los resultados se analizaron por medio de Chi<sup>2</sup> de acuerdo al % de cabras en estro, % de preñez, % de repetidoras y % de pariciones). Para el conteo de unidades formadoras de colonias de bacterias (UFC), así como el intervalo retiro-estro, se utilizó un análisis de varianza (ANOVA).

## Resultados

Se presentó un 100% de estros para el total de las cabras que se sincronizaron de acuerdo con los tres protocolos evaluados. Asimismo, se presentó un efecto del número de muestreo sobre las unidades formadoras de colonias (UFC), donde se encontró que previo a la inserción de la esponja (48 h) fue el nivel más bajo (0 - 5 unidades), siendo más altas para el protocolo de 10 días (25 unidades), seguido por el de cinco días (15 unidades), para posteriormente disminuir 48 horas después de la monta ( $p < 0,05$ ). No se presentaron diferencias en cuanto al intervalo retiro-estro para los tres grupos que se evaluaron, que en promedio fue de  $46,8 \pm 0,2$  horas.

Por otra parte, en la Tabla 1 se presentan los resultados para el tipo de bacteria que fue encontrada en función del protocolo de

sincronización que se utilizó y en base al número de muestreo. En ella se puede observar que no se presentaron diferencias en cuanto a la presencia de bacterias para cada uno de los tratamientos ( $p > 0,05$ ). Por otra parte, para el porcentaje de preñez,

el cual estadísticamente fue diferente, siendo las cabras del protocolo de cinco días las que obtuvieron el mayor porcentaje de preñez (76,5 %), siendo iguales para el protocolo de 10 días y el de doble aplicación de PGF2 $\alpha$  (64,7 %).

**Tabla 1** - Presencia de bacterias en función del protocolo de sincronización de estros y del número de muestreo en cabras comerciales durante la época reproductiva

Tipo de bacteria encontrada	Protocolo de sincronización			Tiempo de muestreo			
	5 días	10 días	PgF2 $\alpha$	48 h antes inserción esponja	Al momento de la inserción esponja	Al retiro de la esponja	48 horas después de la monta
Estafilococos	16/40 (40,0)	23/40 (57,5)	23/40 (57,5)	18/30 (60,0)	15/30 (50,0)	13/30	16/30
Streptococos	9/40 (22,5)	3/40 (7,5)	15/40 (37,5)	7/30 (23,3)	6/30 (20,0)	9/30	5/30
Cocos	9/40 (22,5)	6/40 (15,0)	5/40 (12,5)	6/30 (20,0)	5/30 (16,7)	4/30	5/30
Bacilos	18/40 (45,0)	23/40 (57,5)	19/40 (47,5)	5/30 (16,7)	12/30 (40,0)	21/30	22/30
Bacilo esporulado	6/40 (15,0)	7/40 (17,5)	11/40 (27,5)	6/30 (20,0)	6/30 (20,0)	6/30	6/30
Strepto-bacilos	0/40 (0,0)	1/40 (2,5)	3/40 (7,5)	2/30 (6,7)	0/30 (0,0)	0/30	2/30

## Discusión

En forma general, se obtuvo un 100 % de estros para cada uno de los tratamientos que se evaluaron, confirmando que el uso de eficiente de un protocolo de sincronización de estro funcionara siempre y cuando se tenga una buena condición corporal en las cabras. Los porcentajes de preñez que se obtuvieron en el presente estudio fueron más bajos que los reportados por Pena et al. (2013). Al no presentarse diferencias entre tratamientos para las colonias bacterianas que se evaluaron, realmente pudiera ser propiamente al efecto del protocolo de 10 días, ya que se puede tener un mayor soporte de progesterona cuando se utilizan esponjas de 60 mg de medroxiprogesterona, que se espera estos resultados comparados cuando se utilizan dispositivos vaginales con progesterona natural (Gatti et al., 2011). Para el caso de la flora microbiana que estuvo presente en el experimento, se encontró que había cambiado en más de la mitad de los casos en el momento del retiro de la esponja, independientemente del tiempo de retiro. Se denota que después del retiro de la esponja, la carga bacteriana comienza a disminuir; esto se podrían

atribuir a los cambios inflamatorios en el ambiente vaginal causados por la presencia de los dispositivos, del mismo modo a lo reportado tanto en cabras (Penna et al., 2013), como en ovejas (Manes et al., 2018). En cuanto a la caracterización de bacterias según muestreos y tratamientos que se evaluaron, la flora bacteriana presente en la inserción del dispositivo fue principalmente Gram positiva, y después de la retirarla fue Gram negativa (Gatti et al., 2011). Las bacterias más comunes fueron las del género estafilococos y bacilos, independientemente del protocolo de sincronización de estros que se utilizó. Las diferencias en el porcentaje de preñez, fue mayor para las cabras que se les colocó las esponjas vaginales por cinco días, se pudiera deber a dos factores principalmente, a una inflamación vaginal que podría conducir a infertilidad debido a la acción directa de la bacteria componentes sobre la viabilidad y motilidad de los espermatozoides (Gatti et al., 2011), aunado a la presencia de acetato de medroxiprogesterona residual en el moco, también puede explicar parcialmente el agotamiento de los parámetros espermáticos.

## Conclusión

En conclusión, estos resultados, pudieran explicar en parte que las esponjas vaginales incrementan la microbiota vaginal de las cabras, repercutiendo en parte en una disminución en la tasa de preñez.

## Referencias

Gatti M, Zunino P, Ungerfeld R. Changes in the aerobic bacterial mucous load after treatment with intravaginal sponges in anoestrous ewes: effect of medroxyprogesterone acetate and antibiotic treatment use. *Reprod Domest Anim.* 2011;46(2):205-8.

Manes J, Fiorentino MA, San Martino S, Ungerfeld R. Changes in the vaginal microbiota in ewes after insertion of intravaginal sponges at different stages of the oestrous cycle. *Livest Sci.* 2018;208:55-9.

Penna B, Libonati H, Director A, Sarzedas AC, Martins G, Brandão FZ, et al. Progestin-impregnated intravaginal sponges for estrus induction and synchronization influences on goat's vaginal flora and antimicrobial susceptibility. *Anim Reprod Sci.* 2013;142(1-2):71-4.

## REPRODUCCIÓN

# Efecto de la adición del plasma seminal de toro sobre la viabilidad de espermatozoides de alpaca colectados de los conductos deferentes

Darwin Calderon<sup>1\*</sup>, Guido Perez<sup>2,3</sup>, Hugo Deza<sup>2</sup>, Harol Perez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), Lima, Perú

<sup>2</sup> Universidad Nacional del Altiplano (UNAP), Puno, Perú

<sup>3</sup> Laboratorio de Reproducción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional del Altiplano (UNAP), Puno, Perú

## Resumen

En el presente estudio se evaluó el efecto de tres tratamientos (T1: 0% PS + 100% Tris; T2: 50% PS + 50% Tris; T3: 100% PS + 0% Tris); para ello se utilizaron tres alpacas macho de la raza Huacaya, mayores a 5 años, a los que se sometieron a una plastia de desvío de los conductos deferentes. La motilidad individual de los espermatozoides a la colección (37 °C) fue 43,98% (T1), 37,80% (T2) superiores en comparación con 31,42% (T3), durante la fase de equilibrio (5 °C) se reportó 33,24% (T1) y 34,20% (T2) siendo similares, y a la descongelación 14,46% (T1) y 15,66% (T2). Se encontró similitud en la motilidad progresiva de los espermatozoides a la colección para el (T1) 32,35%, (T2) 25,12% y (T3) 24,7%; a los 5 °C y descongelación fueron similares. La vitalidad de los espermatozoides a la colección fue 34,73% (T1), 37,15% (T2) y 28,15% (T3), a los 5 °C se encontró para el (T1) 26,45% siendo inferior en comparación con (T2) 33,90%, y al momento de la descongelación 12,67% (T1) y 14,74% (T2). La integridad de membrana a la colección fue 46,63% (T1), 46,03% (T2) y 41,43% (T3), a los 5 °C el (T1) tuvo 33,51% encontrando diferencia comparado

con el (T2) 40,10%, al momento de la descongelación fue 21,54% (T1), 27,24% (T2). La integridad de acrosoma de los espermatozoides a la colección fue 44,78% (T1), 40,47% (T2) y 38,20% (T3), a los 5 °C 41,26% (T1), 40,47% (T2), y al momento de la descongelación fue 25,12% (T1) y 28,83% (T2). Los resultados obtenidos mediante la adición de plasma seminal de toro muestran resultados similares de la motilidad progresiva, vitalidad e integridad de acrosoma a la colección, a los 5 °C y descongelación.

**Palabras clave:** Descongelación. Integridad de acrosoma. Motilidad individual.

## Introducción

Existen varios métodos de colección de semen en alpacas, la vagina artificial, la electroeyaculación, colección poscoital, entre otras. Estas técnicas han permitido evaluar y determinar las características

seminales de los camélidos sudamericanos. (Bravo, 1998). Sin embargo, reportes indican que algunas características del semen son espumoso y altamente viscoso en diferentes grados, dificultando el trabajo de evaluación de calidad y cantidad. La recuperación repetida de espermatozoides de conductos deferentes desviados quirúrgicamente de alpacas y llamas machos; facilitó la evaluación del volumen, concentración, motilidad, anormalidades y posterior criopreservación (Pérez et al., 2006), la viscosidad es nula cuando se colecta semen de los conductos deferentes. Sin embargo, es destacable que el uso del plasma seminal en diversas especies es importante en la sobrevivencia espermática y fertilidad del semen. El plasma seminal es una compleja mezcla de secreciones que se originan en el epidídimo y las glándulas sexuales accesorias del macho (Töpfer-Petersen et al., 2005) sus proteínas protegen selectivamente a los espermatozoides vivos para no ser fagocitados por los polimorfonucleares presentes en el útero y juega un rol importante en el transporte y eliminación de espermatozoides muertos (Loomis, 2006).

El objetivo es evaluar el efecto de la adición de plasma seminal de toro en diferentes proporciones sobre la viabilidad de espermatozoides de alpaca colectados del conducto deferente.

## Material y métodos

El estudio se realizó en el Laboratorio de Reproducción Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno. Se utilizaron tres alpacas macho de la raza Huacaya, mayores a 5 años de edad, de fertilidad comprobada. La desviación de los conductos deferentes se realizó de acuerdo al protocolo y técnica quirúrgica establecida por (Pérez et al., 2006). La colección de espermatozoides fue por masaje a nivel de los conductos deferentes a intervalos de dos veces por semana, los espermatozoides colectados fueron diluidos en los diferentes tratamientos (T1: 0% PS + 100% Tris; T2: 50% PS + 50% Tris; T3: 100% PS + 0% Tris). El plasma seminal de toro se obtuvo mediante una vagina artificial, luego se sometió a centrifugación inmediatamente a 7000 rpm por 30 min; fue filtrado

con papel filtro de 70  $\mu$ m, luego fueron colocados y congelados en viales de 0,5 ml. La refrigeración de los espermatozoides se realizó a 5 °C por cuatro horas, los espermatozoides se congelaron en pajillas de 0,25ml con una concentración de  $30 \times 10^6$  espermatozoides/ml; para la congelación se adiciono glicerina 7% en la dilución. La descongelación se realizó a baño maría a 37 °C por 30s. Las evaluaciones se realizaron al momento de la colecta, refrigerado y descongelación. El análisis estadístico se efectuó con un diseño completamente al azar para los tratamientos y comparación de medias una prueba de Tukey.

## Resultados

Los resultados en la fase de colección a 37 °C (Tabla 1) mostraron que las características evaluadas (motilidad individual, motilidad progresiva, vitalidad, integridad de membrana y acrosoma) tuvieron mayores valores porcentuales para la proporción del T1, seguido del T2 y finalmente del T3.

**Tabla 1** - Viabilidad espermática a la colección (37 °C) de espermatozoides colectados del conducto deferente de alpaca según tratamiento

Características espermáticas (%)	T1	T2	T3
Motilidad individual	43,98 $\pm$ 3,2 <sup>a</sup>	37,80 $\pm$ 2,4 <sup>ab</sup>	31,42 $\pm$ 8,6 <sup>b</sup>
Motilidad progresiva	32,35 $\pm$ 4,5 <sup>a</sup>	25,12 $\pm$ 3,9 <sup>a</sup>	24,70 $\pm$ 10,3 <sup>a</sup>
Vitalidad espermática	34,73 $\pm$ 2,5 <sup>a</sup>	37,15 $\pm$ 1,5 <sup>a</sup>	28,15 $\pm$ 10,1 <sup>a</sup>
Integridad de membrana	46,63 $\pm$ 5,2 <sup>a</sup>	46,03 $\pm$ 4,8 <sup>a</sup>	41,43 $\pm$ 6,3 <sup>a</sup>
Integridad de acrosoma	44,78 $\pm$ 2,8 <sup>a</sup>	40,47 $\pm$ 1,9 <sup>a</sup>	38,20 $\pm$ 8,0 <sup>a</sup>

Nota: T1 = 0% PS + 100% Tris; T2 = 50% PS + 50% Tris; T3 = 100% PS + 0% Tris. <sup>a,b</sup> Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ).

Sin embargo, al momento de la refrigeración y descongelación solo se consideró dos tratamientos el T1 y T2. Observando que la motilidad individual, vitalidad e integridad de membrana son ligeramente

menores en el T1 respecto al T2; pero la motilidad progresiva e integridad de acrosoma fue mayor en el T1 que en el T2 en la fase de refrigeración. En la fase de descongelación hubo mejor respuesta por el T2 respecto al T1 en todas las características espermáticas evaluadas (Tabla 2).

**Tabla 2** - Viabilidad espermática evaluada en la etapa de refrigeración (5 °C) y descongelación de espermatozoides colectados del conducto deferente según tratamiento

Fase Característica espermática (%)	Refrigeración (5 °C)		Descongelación	
	T1	T2	T1	T2
Motilidad individual	33,24 ± 6,6	34,20 ± 3,3	14,46 ± 4,5	15,66 ± 4,5
Motilidad progresiva	26,14 ± 7,0	24,03 ± 3,6	9,97 ± 1,1	11,22 ± 1,7
Vitalidad espermática	26,45 ± 6,5	33,90 ± 3,0	12,67 ± 3,5	14,74 ± 3,7
Integridad de membrana	33,51 ± 3,5	40,10 ± 1,8	21,54 ± 2,8	27,24 ± 3,4
Integridad de acrosoma	41,26 ± 4,5	40,47 ± 1,7	25,12 ± 3,3	28,83 ± 1,9

Nota: T1 = 0% PS + 100% Tris; T2 = 50% PS + 50% Tris; T3 = 100% PS + 0% Tris.

## Conclusion

La adición de plasma seminal de toro a espermatozoides de alpaca colectados del conducto deferente muestra similitudes en las características espermáticas en la fase de colección (37°C); sin embargo, en la fase de refrigeración (5°C) y descongelación hubo diferencias significativas, cabe señalar que la utilización de plasma seminal de otra especie en alpacas pueda afectar los resultados obtenidos por la composición bioquímica del plasma de toro.

## Referencias

Bravo W. Avances en la fisiología reproductiva del macho llama y alpaca, XXI Reunión científica anual APPA. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano; 1998.

Loomis PR. Advanced methods for handling and preparation of stallion semen. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 2006;22(3):663-76.

Pérez G, Apaza E, Deza YW. Congelación de espermatozoides procedentes de conductos deferentes de camélidos. *ALLPAQA Revista de Investigación del IIPC.* 2006;11(1).

Töpfer-Petersen E, Ekhalasi-Hundrieser M, Tsoleva M, Leeb T, Kirchhoff C, Müller P. Structure and function of secretory proteins of the male genital tract. *Andrologia.* 2005;37(6):202-4.

## REPRODUCCIÓN

# Efecto de la alimentación de corderos post destete sobre el crecimiento en la etapa de compensación

Anahy Danae Vargas Velázquez, Mario Alfredo Espinosa Martínez, Ricardo Basurto Gutiérrez, Héctor Jiménez-Severiano\*

CENID Fisiología y Mejoramiento Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Querétaro, México

## Resumen

Se utilizaron corderos Pelibuey de 42 semanas de edad que habían sido sometidos a tres niveles de alimentación post destete (Alta, Media, Baja), para evaluar el desarrollo corporal al finalizar los tratamientos, durante la etapa de compensación. Cada mes se registró el peso corporal, la altura a la cruz y a la grupa y el largo del tronco; además, se midió la grasa corporal y el área y profundidad del ojo de la chuleta. Al inicio de esta etapa, se observaron diferencias significativas en todas las variables, como consecuencia de los tratamientos previos, siempre con los mayores valores para el grupo Alta y los menores para Baja ( $p < 0,05$ ). Durante el periodo de evaluación, el grupo Baja tuvo mejores ganancias de peso y mayor crecimiento ( $p < 0,05$ ), logrando igualar a Media en todas las variables y a Alta en algunas de ellas. El área y la profundidad del ojo de la chuleta fueron menores en el grupo Baja en todas las edades de evaluación.

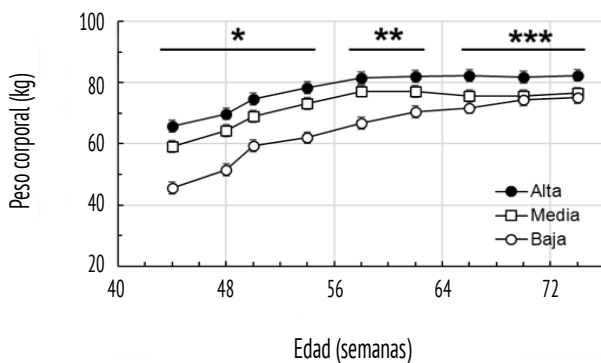
**Palabras clave:** Corderos. Pelibuey. Desarrollo del cuerpo. Crecimiento compensatorio.

## Introducción

La alimentación tiene efectos sobre la función reproductiva (Hötzel et al., 1998). Deficiencias de energía y proteína retardan el desarrollo corporal y sexual y la pubertad, mientras que altos niveles nutricionales promueven el crecimiento corporal y la madurez sexual (Barth et al., 2008; Martin et al., 2010). Se sabe muy poco sobre los efectos a mediano y largo plazo, que tienen las condiciones nutricionales extremas post destete, sobre la reproducción y el desarrollo corporal, tampoco se sabe si los corderos con niveles nutricionales bajos alcanzan el tamaño corporal de aquellos bien alimentados, cuando se mejora su alimentación. En el presente estudio, se dio seguimiento al crecimiento de corderos que habían recibido diferentes niveles de alimentación post destete, para generar diferentes tasas de crecimiento (Vargas et al., 2018), con el objetivo fue definir el efecto del nivel de alimentación previo, sobre el desarrollo corporal durante esta etapa compensatoria.

## Material y métodos

El estudio se desarrolló en Querétaro, México (20° 43' Norte, 100° 15' Oeste, 1850 msnm). Se utilizaron 27 corderos Pelibuey de 42 semanas de edad, que habían sido utilizados en un experimento previo (Vargas et al., 2018), en el cual, a partir del destete recibieron tres niveles de alimentación, con base en tres dietas que variaron en el contenido de energía metabolizable y ajustando el consumo de materia seca, para generar diferentes ganancias de peso (GDP) (Vargas et al., 2018). Las GDP esperadas eran > 250, 150 a 200 y < 100 g/d para los grupos Alta, Media y Baja, respectivamente, y las GDP reales fueron 240, 209 y 144 g/d (EE = 6,0;  $p < 0,01$ ). Cuando el grupo Media alcanzó en promedio 55 kg (40 semanas) se les dejó de dar las raciones asignadas originalmente, dando por terminado el experimento previo. Para esta parte del experimento, se ofreció la dieta media a todos los animales y se complementó con ensilaje y heno de avena, ajustando las cantidades ofrecidas de estos tres componentes, de tal forma que la GDP de cada cordero fuera suficiente para alcanzar pesos similares a los 18 meses (70 a 75 kg). Los grupos siguieron llamándose Alta, Media y Baja, de acuerdo al nivel de alimentación post destete. Cada mes se registraron el peso, la altura a la cruz y a la grupa, y el largo del animal; a las 34, 40, 46 y 52 semanas, se

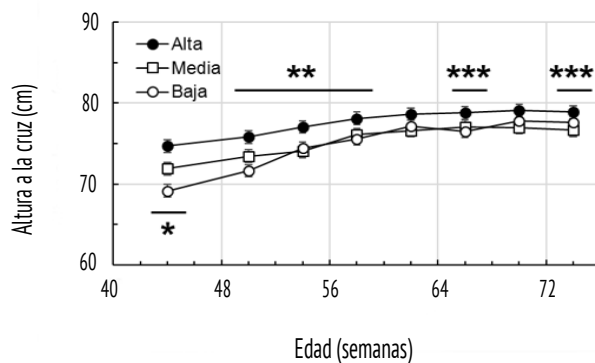


**Figura 1** - Peso corporal (promedios  $\pm$  EE) durante la etapa de compensación, de corderos Pelibuey que habían sido sujetos a tres niveles de alimentación post destete. \*Semanas en las que los tres tratamientos son diferentes ( $p < 0,05$ ). \*\*Baja es diferente de Alta y Media ( $p < 0,05$ ). \*\*\*Alta es diferente de Media y Baja. Algunas barras de EE son más pequeñas que los marcadores.

estimó el espesor de la grasa subcutánea y el área y profundidad del ojo de la chuleta por ultrasonido (USG) (Vargas et al., 2018). Los datos se analizaron como un diseño de bloques completos al azar (bloque = lote), usando el procedimiento MIXED de SAS para mediciones repetidas.

## Resultados y discusión

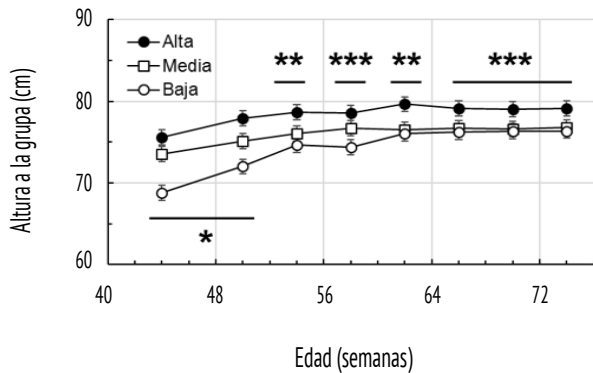
El grupo Baja tuvo mayor GDP que Media y Alta (135, 81 y 77 g/d, respectivamente; EE = 9;  $p < 0,001$ ), lo cual permitió que las diferencias de pesos disminuyeran (Figura 1). Las diferencias entre los grupos se mantuvieron en las semanas 44 a 54 ( $p < 0,05$ ); en las semanas 58 y 62 los pesos de Alta y media no fueron diferentes entre ellos y fueron diferentes de Baja ( $p < 0,05$ ). Los pesos de Alta y Media se estabilizaron a partir de la semana 58 ( $p > 0,05$ ), mientras que los de Baja siguieron aumentando hasta la semana 70 ( $p < 0,05$ ), siendo iguales a Media entre las semanas 66 y 74, pero aún inferiores a los de Alta. Al inicio del estudio, la altura a la cruz fue diferente entre los tres grupos ( $p < 0,05$ ) (Figura 2); en las semanas 50 a 58, Media y Baja no fueron diferentes entre sí ( $p > 0,05$ ), pero ambos fueron diferentes de Alta ( $p < 0,05$ ). Posteriormente, no hubo diferencias entre los grupos (semanas 62 y 70) o las diferencias fueron sólo entre Alta y Baja ( $p < 0,05$ ).



**Figura 2** - Altura a la cruz (promedios  $\pm$  EE) durante la etapa de compensación, de corderos Pelibuey que habían sido sujetos a tres niveles de alimentación post destete. \*Semanas en las que los tres tratamientos son diferentes ( $p < 0,05$ ). \*\*Alta es diferente de Media y Baja ( $p < 0,05$ ). \*\*\*Alta y Baja son diferentes entre sí, pero ninguno es diferente de Media.



La altura a la grupa fue diferente en los tres grupos en las semanas 44 y 50 ( $p < 0,05$ ) (Figura 3). A partir de la semana 54, Baja fue siempre menor que Alta ( $p < 0,05$ ), mientras que Media fue intermedia, siendo diferente sólo de Alta (semanas

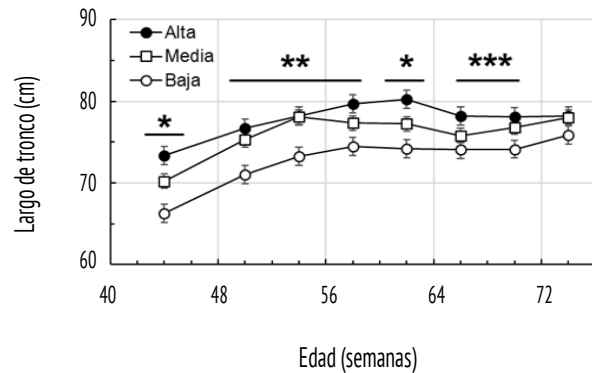


**Figura 3** - Altura a la grupa (promedios  $\pm$  EE) durante la etapa de compensación, de corderos Pelibuey que habían sido sujetos a tres niveles de alimentación post destete. \*Semanas en las que los tres tratamientos son diferentes ( $p < 0,05$ ). \*\* Alta es diferente de Media y Baja ( $p < 0,05$ ). \*\*\* Alta y Baja son diferentes entre ellos, pero ninguno es diferente de Media.

En la Tabla 1 se presentan las variables medidas por USG. En las semanas 34 y 40, Alta y Media fueron mayores que Baja en todas las variables. En las semanas 46 y 52 las diferencias se presentaron sólo para el área y profundidad del ojo de la chuleta.

Durante la etapa de compensación, se observó una franca recuperación del grupo Baja, y en todas

54 y 62) o de ningún grupo (semanas 58 y 66 a 74). El largo del tronco al inicio fue diferente entre los tres grupos y ( $p < 0,05$ ) (Figura 4). En las semanas 50 a 58 Baja fue menor que Alta y Media, pero que en las semanas 62 y 70 sólo fue diferente de Alta ( $p < 0,05$ ).



**Figura 4** - Largo del tronco (promedios  $\pm$  EE) durante la etapa de compensación, de corderos Pelibuey que habían sido sujetos a tres niveles de alimentación post destete. \*Semanas en las que los tres tratamientos son diferentes ( $p < 0,05$ ). \*\* Baja es diferente de Alta y Media ( $p < 0,05$ ). \*\*\* Alta y Baja son diferentes entre ellos, pero ninguno es diferente de Media.

las variables igualó a Media (considerado como grupo testigo; Vargas et al., 2018). A pesar de que el peso continuó siendo diferente entre Alta y Media, al final del estudio no hubo diferencias en ninguna de las variables corporales, lo cual indica que el desarrollo de la estructura ósea fue similar en estos grupos.

**Tabla 1** - Grasa subcutánea, área y profundidad del ojo de la chuleta en corderos Pelibuey que habían sido sometido a tres niveles nutricionales post destete (Alta, Media y Baja), evaluados mediante ultrasonografía, al final de los tratamientos (semanas 34 y 40) y después de suspenderlos (semanas 46 y 52)

Edad (sem)	Grasa subcutánea (mm)				Área ojo de la chuleta (cm <sup>2</sup> )				Prof. ojo de la chuleta (cm)			
	Alta	Media	Baja	EE	Alta	Media	Baja	EE	Alta	Media	Baja	EE
34	2,5 <sup>a</sup>	2,4 <sup>a</sup>	1,4 <sup>b</sup>	0,18	15,0 <sup>a</sup>	15,2 <sup>a</sup>	9,8 <sup>b</sup>	0,81	2,5 <sup>a</sup>	2,4 <sup>a</sup>	1,9 <sup>b</sup>	0,1
40	3,1 <sup>a</sup>	2,6 <sup>b</sup>	1,7 <sup>c</sup>	0,18	18,7 <sup>a</sup>	18,7 <sup>a</sup>	13,8 <sup>b</sup>	0,81	2,8 <sup>a</sup>	2,8 <sup>a</sup>	2,2 <sup>b</sup>	0,1
46	2,2	2,1	1,9	0,18	22,5 <sup>a</sup>	20,1 <sup>b</sup>	15,1 <sup>c</sup>	0,81	3,2 <sup>a</sup>	2,9 <sup>b</sup>	2,5 <sup>c</sup>	0,1
52	2,2	2,4	2,1	0,18	24,7 <sup>a</sup>	23,8 <sup>a</sup>	19,2 <sup>b</sup>	0,81	3,3 <sup>a</sup>	3,3 <sup>a</sup>	2,7 <sup>b</sup>	0,1

Nota: Valores dentro de la misma fila y variable de respuesta sin una literal común son diferentes ( $p < 0,05$ ).

El crecimiento corporal de Alta y Media se estabilizó entre 50 y 58 semanas, mientras que en Baja continuó por 4 a 12 semanas adicionales, o sea que, a pesar de la desventaja inicial de este último, al mejorar la alimentación a los 10 meses de edad, pudo recuperar las dimensiones corporales dentro de un rango normal.

## Conclusión

Las diferencias en el tamaño corporal, generadas por el nivel de alimentación post destete, disminuyeron significativamente durante la etapa de compensación, llegando a desaparecer en algunos casos. Quizá las ganancias de peso no fueron tan disímiles, para generar diferencias perdurables en el desarrollo corporal de los corderos.

## Referencias

- Barth AD, Brito LF, Kastelic JP. The effect of nutrition on sexual development of bulls. *Theriogenology*. 2008;70(3):485-94.
- Hötzel MJ, Markey CM, Walkden-Brown SW, Blackberry MA, Martin GB. Morphometric and endocrine analyses of the effects of nutrition on the testis of mature Merino rams. *J Reprod Fertil*. 1998;113(2):217-30.
- Martin GB, Blache D, Miller DW, Vercoe PE. Interactions between nutrition and reproduction in the management of the mature male ruminant. *Animal*. 2010;4(7):1214-26.
- Vargas VAD, Segura SM, Basurto GR, Espinosa MMA, Jiménez SH. Efecto del nivel de alimentación post-destete sobre el desarrollo corporal de corderos Pelibuey. LIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria; 26-28 sep 2018; Riviera de Nayarit, México. Ciudad de México: INIFAP; 2018. p. 145-7.

## REPRODUCCIÓN

# Efecto de la alimentación post-destete sobre el tamaño testicular de corderos en el mediano plazo

Anahy Danae Vargas Velázquez, Mario Alfredo Espinosa Martínez, Ricardo Basurto Gutiérrez, Héctor Jiménez-Severiano\*

CENID Fisiología y Mejoramiento Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Querétaro, México

## Resumen

En el presente estudio se evaluó el desarrollo testicular de corderos de 42 semanas de edad, que habían recibido diferentes niveles de alimentación post destete (dietas lta, Media y Baja en energía). Cada mes se registró el peso corporal, la circunferencia escrotal (CE), el diámetro y longitud testicular entre las semanas 44 y 74; además, en las semanas 34, 40, 46 y 52, se midió el grosor de la grasa escrotal y el área del cono vascular mediante imágenes de ultrasonido. En la semana 44, la CE, el diámetro y largo testicular fueron menores en el grupo Baja, comparado con Media y Alta ( $p < 0,05$ ); a partir de la semana 50, el grupo Baja aumentó en las tres variables, de tal forma que desaparecieron las diferencias ( $p > 0,05$ ). El grosor de la grasa escrotal fue mayor en el grupo Alta, y menor en el grupo Baja en las semanas 34 y 40 ( $p < 0,001$ ). El área del plexo fue mayor en el grupo Media en las semanas 34, 40 y 52 ( $p < 0,05$ ). Las dietas post destete alta y media en energía generaron tasas de desarrollo testicular mayores que la dieta baja; sin embargo, al retirar estas diferencias en la dieta, se observó un rápido aumento en el tamaño testicular en el grupo Baja.

**Palabras clave:** Desarrollo testicular. Carneros. Pelibuey. Alimentación.

## Introducción

En rumiantes se sabe que el nivel de energía en la dieta post-destete y las tasas de crecimiento afectan la edad a la pubertad y el desarrollo sexual (Martin et al., 2010; Brito et al., 2012), pero se conoce poco sobre los efectos a largo plazo que tienen condiciones corporales extremas, generadas por el nivel de energía en la dieta post destete, sobre el comportamiento reproductivo en la edad adulta. Además, no se conoce como es el desarrollo testicular durante el “periodo de recuperación”, una vez que se han retirado las condiciones de sub o sobre alimentación. En el presente estudio, se dio seguimiento al crecimiento testicular de corderos que habían recibido diferentes niveles de alimentación post destete, para generar diferentes tasas de crecimiento (Alta, Media o Baja en energía; Vargas et al., 2018), y que posterior a esto, fueron sometidos a una “etapa de compensación” hasta la edad adulta, con el objetivo de definir el efecto del nivel de alimentación previo, sobre el desarrollo testicular durante esta etapa compensatoria.

## Material y métodos

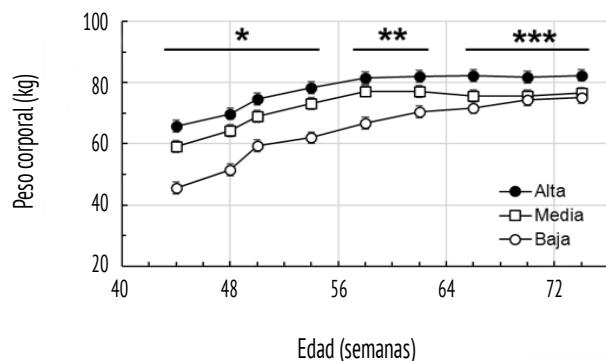
El estudio se desarrolló en Querétaro, México (20° 43' Norte, 100° 15' Oeste, 1850 msnm). Se utilizaron 27 corderos Pelibuey de 42 semanas de edad, que habían sido utilizados en un experimento previo (Vargas et al., 2018), durante el cual fueron sometidos a tres niveles de alimentación durante la etapa de crecimiento acelerado post destete (15 a 55 kg). Durante esa etapa recibieron tres raciones experimentales para generar grupos con diferentes ganancias de peso (GDP), las cuales fueron: 240, 209 y 144 g/d (EE = 6,0;  $p < 0,01$ ), para Alta, Media y Baja, respectivamente. Cuando el grupo Media alcanzó en promedio 55 kg (40 semanas), se dejó de dar las raciones asignadas originalmente, finalizando el experimento previo. A partir de ahí, comenzó la "etapa de compensación", que comprende el presente estudio. Tomando como base la dieta Media de la primera etapa y complementándola con ensilaje de maíz y heno de avena, se hicieron ajustes en las cantidades ofrecidas de estos tres componentes, de tal forma que las ganancias de peso fueran suficientes para alcanzar pesos similares hacia los 15 ó 18 meses de edad (70 a 75 kg). Los grupos siguieron llamándose Alta, Media y Baja, de acuerdo al nivel de alimentación post destete. Cada mes se registró el peso, la circunferencia escrotal (CE), el diámetro y la longitud testicular. A las 34, 40, 46 y

52 semanas se estimó el grosor de la grasa escrotal y el área del paquete vascular del plexo pampiniforme mediante imágenes de ultrasonido (USG; Vargas et al., 2018). Los datos se analizaron como un diseño de bloques completos al azar (bloque = lote), usando el procedimiento MIXED de SAS (SAS Institute Inc., Cary NC, USA) para mediciones repetidas; el nivel de energía, la edad y la interacción correspondiente fueron incluidos en el modelo.

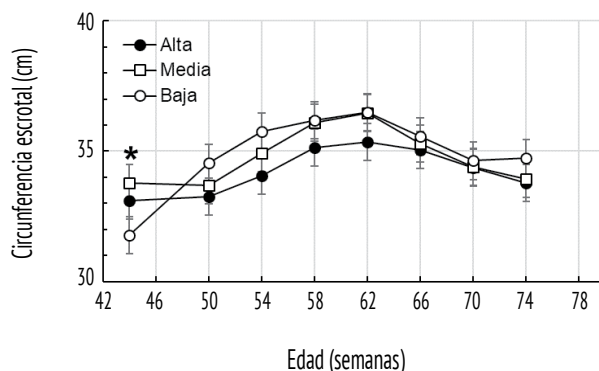
## Resultados

En la Figura 1 se presenta el desarrollo del peso corporal durante el estudio. Respecto a las variables de tamaño testicular, en la semana 44 el grupo Baja tuvo menor CE (Figura 2;  $p = 0,04$ ), diámetro (Figura 3;  $p = 0,05$ ) y largo (Figura 4;  $p = 0,003$ ), mientras que no hubo diferencias entre los grupos Alta y Media ( $p > 0,05$ ). Posteriormente, el grupo Baja aumentó en las tres variables y las diferencias no fueron significativas entre los tres grupos en las semanas 50 a 74 ( $p > 0,05$ ).

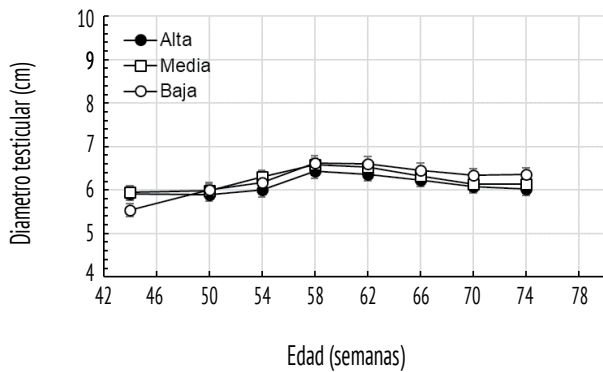
El grosor de la grasa escrotal fue mayor en el grupo Alta y menor en el grupo Baja en las semanas 34 y 40 (Tabla 1;  $p < 0,001$ ); el área del plexo fue mayor en el grupo Media en las semanas 34, 40 y 52 ( $p < 0,05$ ), comparado con Baja (semanas 34 y 40) y con Alta (semana 52) (Tabla 1).



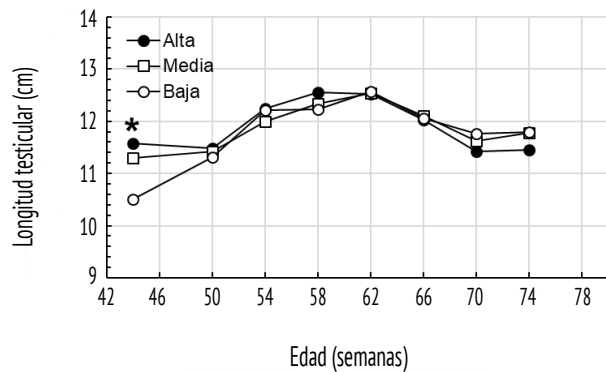
**Figura 1** - Peso corporal durante la etapa de compensación. \*Semanas en las que los tres tratamientos son diferentes ( $p < 0,05$ ). \*\* Baja es diferente de Alta y Media ( $p < 0,05$ ). \*\*\* Alta es diferente de Media y Baja.



**Figura 2** - Circunferencia escrotal durante la etapa de compensación. \*Semanas en las que Alta y Media son iguales entre sí, y diferentes de Baja ( $p < 0,05$ ).



**Figura 3** - Diámetro testicular durante la etapa de compensación, de corderos Pelibuey que habían sido sujetos a tres niveles de alimentación post destete. \*Semanas en las que Alta y Media fueron diferentes de Baja ( $p < 0,05$ ).



**Figura 4** - Longitud testicular durante la etapa de compensación, de corderos Pelibuey que habían sido sujetos a tres niveles de alimentación post destete. \*Semanas en las que Alta y Media fueron diferentes de Baja ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 1** - Grasa escrotal y área del plexo pampiniforme de corderos Pelibuey sujetos a tres niveles de alimentación post destete (Alta, Baja y Media; promedios + EE), evaluados al final de los tratamientos (semanas 34 y 40) y después de suspenderlos (semanas 46 y 52)

Edad (semanas)	Grasa escrotal (mm)			Plexo (cm <sup>2</sup> )		
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja
34	1,5 ± 0,04 <sup>a</sup>	1,3 ± 0,04 <sup>b</sup>	1,2 ± 0,04 <sup>c</sup>	2,9 ± 0,4 <sup>ab</sup>	3,8 ± 0,3 <sup>a</sup>	2,5 ± 0,4 <sup>b</sup>
40	1,3 ± 0,04 <sup>a</sup>	1,2 ± 0,04 <sup>a</sup>	1,1 ± 0,04 <sup>b</sup>	4,7 ± 0,4 <sup>ab</sup>	5,5 ± 0,3 <sup>a</sup>	3,9 ± 0,4 <sup>b</sup>
46	1,3 ± 0,04	1,2 ± 0,04	1,2 ± 0,04	5,0 ± 0,4	5,7 ± 0,3	5,2 ± 0,4
52	1,3 ± 0,04	1,3 ± 0,04	1,3 ± 0,04	5,3 ± 0,4 <sup>b</sup>	6,5 ± 0,3 <sup>a</sup>	5,9 ± 0,4 <sup>ab</sup>

Nota: Valores dentro de la misma fila y variable de respuesta sin una literal común son diferentes ( $p < 0,05$ ).

En corderos de un año se ha visto una relación lineal entre el desarrollo testicular y el peso vivo, siendo ésta, mayor que la relación entre el desarrollo testicular y la edad (Santana et al., 2001). Aunque en el presente estudio no se realizaron correlaciones, sí se observa un aumento en las dimensiones testiculares que se relacionan con el peso de los animales (Figuras 1 y 2). Al ofrecer una dieta media en energía a los tres grupos experimentales que provenían de una alimentación alta, media y baja (Vargas et al., 2018), se favoreció a los animales provenientes de la dieta baja, incrementando las dimensiones testiculares e igualándolas con los otros grupos, compensando no sólo el peso corporal, sino también el desarrollo testicular.

## Conclusión

Las diferencias en el tamaño testicular, generadas por el nivel de alimentación post destete, desaparecieron rápidamente durante la etapa de compensación, aún antes de recuperar el peso corporal. Dietas con el nivel adecuado de energía mejoran el peso de los animales, el cual se relaciona con las dimensiones testiculares. El estudio de los efectos a largo plazo de la alimentación post destete sobre la función testicular (experimento en proceso), contribuirá para conocer mejor los factores que determinan el desarrollo de una adecuada capacidad reproductiva de los sementales.

## Referencias

Brito LFC, Barth AD, Wilde RE, Kastelic JP. Effect of growth rate from 6 to 16 months of age on sexual development and reproductive function in beef bulls. *Theriogenology*. 2012;77(7):1398-405.

Martin GB, Blache D, Miller DW, Vercoe PE. Interactions between nutrition and reproduction in the management of the mature male ruminant. *Animal*. 2010;4(7):1214-26.

Santana AF, Costa GB, Fonseca LS. *Rev Bras Saude Prod An*. 2001;1(1):27-30.

Vargas VAD, Segura SM, Espinosa MMA, Basurto GR, Jiménez SH. Efecto del nivel de alimentación post-destete sobre el desarrollo testicular y pubertad de corderos Pelibuey. LIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria (RNIP); 26-28 sep 2018; Riviera de Nayarit, México. p. 142-4.

## REPRODUCCIÓN

# Efecto de variables climáticas sobre la presentación y distribución anual de partos en un rebaño de ovinos de pelo mestizo en el Caribe seco

Clara Rúa-Bustamante<sup>1\*</sup>, Juan Ricardo Zambrano-Ortiz<sup>1</sup>, Yadira Alvarez Quintero<sup>2</sup>, Leyla Ríos<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación Motilonia, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Codazzi, Colombia

<sup>2</sup> Aprisco La Mellita, Codazzi, Colombia

<sup>3</sup> Centro de Investigación Tibaitatá, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Mosquera, Colombia

## Resumen

El objetivo fue evaluar el efecto de las variables climáticas sobre la presentación y distribución de partos en un rebaño de ovejas de pelo mestizas. El estudio se realizó entre los años 2017 y 2018. Se evaluaron 313 ovejas las cuales fueron identificadas con arete de plástico en la oreja y se registró la información de partos, que incluía fecha, identificación, tipo de parto, identificación de las crías, sexo, peso al nacimiento - PN e intervalo entre partos -IEP. Se usó la información climática de la estación meteorológica del IDEAM en CI Motilonia para comparación. El procesamiento estadístico fue realizado en software SAS 9.3<sup>®</sup>. Se monitorearon en total 440 partos en dos años, presentándose un IEP de 270±87 días. El 81% de los partos fueron sencillos (PN 3,4 ± 0,70), 18,8% dobles y sólo un parto triple. Se obtuvieron 524 crías, (53,4% machos y 46,6% hembras). En 2017 los partos se concentraron de junio a septiembre (60%), y en 2018 fueron dispersos, con mayor frecuencia en los meses de abril (16,5%), julio (18,6%), y octubre (10,4%). La precipitación del año 2017 fue de 2007,0 mm y de 1175,3 mm en 2018, los meses con mayor precipitación fueron noviembre (393 mm) en 2017 y octubre (305 mm) en 2018, en los dos años la temperatura media fue de 29 °C (con valor mínimo de 24 °C y máximo de 35 °C), humedad relativa media del 65% con 7 horas por día de brillo solar en promedio. Se evidenció una tendencia ( $p = 0,10$ ) a afectarse el número de partos por las variables climáticas: precipitación y brillo solar. No se encontró efecto significativo del año ( $p > 0,05$ ) sobre la variable número de partos (siendo 241 en 2017 y 219 en 2018). Los partos ocurren durante todo el año, sin embargo, hay una tendencia a ser afectados por las variables climáticas y un efecto año. El tipo de parto predominante es sencillo y las crías macho y hembra se presentan en igual proporción.

**Palabras clave:** Ovejas. Clima. Tipo de parto. Indicadores reproductivos.

## REPRODUCCIÓN

# Efecto del estrés nutricional sobre la función lútea post-servicio en cabras inducidas a ovular durante el anestro estacional

Jonathan Alexander Agredo Palechor<sup>1\*</sup>, Héctor Raymundo Vera Ávila<sup>2</sup>, Héctor Mario Andrade Montemayor<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Santiago de Querétaro, México

<sup>2</sup> Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Santiago de Querétaro, México

## Resumen

Con el objetivo de determinar el efecto del estrés nutricional sobre la tasa de gestación y función lútea post-servicio en cabras durante el anestro estacional, un total de 35 hembras primíparas Nubia (NB) y Alpina (AP), se distribuyeron en dos grupos: estrés nutricional (EN) y control (CT). En EN se indujo estrés nutricional entre 2 días pre y 30 días post-servicio, mediante la disminución en 50% del suministro de alimento; el grupo CT se mantuvo sin restricción. El estro inducido por dispositivos intravaginales CIDR<sup>®</sup>, fue cubierto por cuatro machos (mismo en ambos grupos), asegurando dos servicios por hembra con el mismo animal. El diagnóstico de gestación se realizó a los 45 días post-servicio, obteniendo 55,6% y 94,1% tasa de preñez para EN y CT respectivamente ( $p < 0,05$ ). Se caracterizó función lútea mediante radioinmunoanálisis (RIA) de concentraciones plasmáticas de progesterona (P4) en muestras sanguíneas colectadas durante 30 días post-servicio, cada día durante los primeros 10 días y cada 3 días posteriormente. La concentración Media (Med) de P4 fue mayor en hembras gestantes vs vacías ( $1,51 \pm 0,08$  vs  $1,04 \pm 0,18$  ng/mL respectivamente;  $p = 0,03$ ); valores Máximos (Max) de P4 tendieron ( $p = 0,06$ ) a ser mayores en AP vs NB ( $2,57 \pm 0,28$  vs  $1,94 \pm 0,24$  ng/mL, respectivamente), igual la tasa de preñez (88,2 vs 61,1%). Hembras vacías vs gestantes, tuvieron un retraso en el tiempo de inicio de fases lúteas (TIFL) (5,71 vs 3,86 días, respectivamente;  $p = 0,07$ ). La incidencia de fases lúteas cortas (FLC) fue de 11,1%. En cabras inducidas a ovular durante el periodo de anestro estacional, el estrés nutricional por restricción en el consumo de alimento durante el periodo post-servicio temprano, tiene un efecto negativo marcado sobre la tasa de gestación; probablemente por causa de una disfunción lútea representada por un retraso en el inicio de la fase lútea.

**Palabras clave:** Anestro estacional. Estrés nutricional. Función lútea.



## REPRODUCCIÓN

# Efecto del método de colecta seminal sobre la calidad espermática de carneros pre- y post- congelación/descongelación

Erly Luisana Carrascal-Triana<sup>1\*</sup>, Natalia Herrera-Pérez<sup>1</sup>, William Orlando Burgos-Paz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación Turipaná, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Córdoba, Colombia

<sup>2</sup> Centro de Investigación Tibaitatá, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Bogotá, Colombia

## Resumen

Diferentes métodos de colectas seminales han sido establecidos para extraer semen y analizar la calidad del eyaculado del macho reproductor, así como, criopreservar y posibilitar la multiplicación y difusión de genes a futuro. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del método de colecta seminal (vagina artificial-VA o electroeyaculación-EE) sobre la calidad espermática pre- y post- congelación/descongelación de carneros en el caribe húmedo colombiano. Se colectó el semen de 26 carneros de razas Santa Inés, Katahdin, Dorper y Ovinos de Pelo Colombiano, de 14 a 36 meses de edad, por medio de la VA (56 eyaculados) o EE (24 eyaculados). Inmediatamente, se evaluó el volumen, motilidad masal, motilidad individual, concentración, vigor y viabilidad del semen, y enseguida se diluyeron en medio Triladyl<sup>®</sup> para conseguir 150 millones de espermatozoides/dosis, se refrigeraron a 5 °C y se congelaron 18 h después, a 18 cm de altura respecto al nivel del NL por 2 min y 4 cm por 3 min, y sumergidas al NL. Las pajillas se descongelaron en baño de maría a 37 °C por 30 s y se evaluó la calidad espermática. Por último, se determinó la sobrevivencia de los espermatozoides mediante la prueba de termorresistencia (incubación a 37 °C por 1 y 2 h). El semen en fresco colectado mediante VA presentó valores estadísticamente superiores ( $P < 0,05$ ) comparados al colectado mediante EE, relacionados respectivamente: volumen ( $0,99 \text{ mL} \pm 0,03$ ;  $0,75 \text{ mL} \pm 0,08$ ), motilidad masal ( $78,65\% \pm 1,15$ ;  $72,5\% \pm 2,36$ ), motilidad individual ( $75,24\% \pm 1,15$ ;  $67,54\% \pm 2,34$ ), vigor ( $3,75 \pm 0,07$ ;  $3,20 \pm 0,14$ ), concentración ( $2911 \times 10^6^*/\text{mL} \pm 138,79$ ;  $1642 \times 10^6^*/\text{mL} \pm 283,33$ ) y viabilidad ( $79,74\% \pm 1,37$ ;  $67,08\% \pm 2,81$ ). Hubo diferencia estadística ( $p < 0,05$ ) en la motilidad individual del semen post- descongelación ( $37,0\%$  y  $27,1\%$  para VA y EE, respectivamente), la sobrevivencia se mantuvo por 1 h ( $35,2\%$  y  $25\%$ ) y disminuyó a las 2 h ( $28,9\%$  y  $11,7\%$ ), siendo estadísticamente diferentes ( $p < 0,05$ ). Los métodos de colecta seminal (VA y EE) son eficientes para evaluar y conservar la calidad espermática pre- congelación. Sin embargo, la VA garantiza la sobrevivencia de los espermatozoides luego de la congelación/descongelación. Se concluye que la VA es el mejor método para extracción de semen y mantiene la calidad espermática pre- y post- congelación/descongelación de carneros en el caribe húmedo colombiano.

**Palabras clave:** Andrología. Ovinos. Vagina artificial. Electroeyaculación.

## REPRODUCCIÓN

## Efecto del tipo de castración sobre la evolución de peso post-tratamiento en cabritos Criollo

Patricio Mario Dayenoff<sup>1\*</sup>, Javier Eduardo Macario<sup>2</sup>, José Luis Roberi<sup>1</sup>, Juan Manuel Pizarro<sup>3</sup>, Agustín Nicolás<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), General Pico, Argentina

<sup>2</sup> Estación Experimental Agropecuaria Rama Caída, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), San Rafael, Argentina

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Veterinarias y Ambientales, Universidad Maza (UMAZA), Las Cañas, Argentina

### Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del tipo de castración sobre la evolución de peso post-tratamiento en cabritos Criollo. El ensayo se realizó en situación real de producción. Se utilizaron 32 cabritos Criollo de 56 días  $\pm$  4,1 días de edad y peso promedio 7,6  $\pm$  0,61 kg, que no alcanzaron el peso de faena. Los animales se dividieron en dos grupos TI: (n = 16) castración tradicional abierta con cuchillo y TII: (n = 16) estrangulación tras-cutánea del paquete espermático con hilo de algodón. Se evaluó peso al momento del tratamiento y evolución cada tres días hasta el día 15 pos tratamiento. Se estudió el efecto de tratamiento por análisis de varianza aplicando test de Tukey para diferenciación de medias y desvíos estándar para un  $p \leq 0,05$  con el paquete Infostat 2.0. El peso de los cabritos al momento del tratamiento fue de TI: 7,61  $\pm$  0,61 y TII: 7,69  $\pm$  0,63 kg, mostrando TI una disminución de peso constante hasta el día nueve (6,98  $\pm$  0,64 kg) y a partir de ese momento presentó un incremento de peso, alcanzando 7,46  $\pm$  0,61 kg el día 15. En el caso de TII, perdió peso hasta el día seis (7,44  $\pm$  0,52), momento en que comienza un aumento de peso vivo, alcanzando el día 15 un peso de 8,51  $\pm$  0,48 kg, presentando en este momento una diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre ambos tratamientos. En cuanto a la variación diaria de peso, TI mostró una pérdida promedio de 10 g/día para los 15 días de control, mientras que TII tuvo un incremento promedio de 50 g/día. Los datos hallados muestran que los cabritos de TI quedaron por debajo del peso inicial, mientras que los TII presentaron un incremento del peso de 13% para el período evaluado. Los resultados permiten concluir que la castración mediante estrangulación tras-cutánea del paquete espermático con hilo de algodón tiene menor efecto negativo en los cabritos que la castración tradicional abierta con cuchillo.

**Palabras clave:** Cabritos Criollo. Castración. Evolución de peso.

## REPRODUCCIÓN

# El comportamiento sexual desplegado por las cabras amamantando es bajo cuando son sincronizadas con un protocolo corto de progestágenos

Ethel Caterina García y González, Jerson Ramos-Patricio, Pedro Enrique Hernández-Ruiz, Blanca Celia Pineda-Burgos, Perla Irasema Romero-Rodríguez, Enoc Flores-López, Emiliano Fitz-Sánchez, José Luis Ponce\*

Escuela Superior de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 3, Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), Tecpan de Galena, México

## Resumen

La hembra juega un papel determinante en la reproducción animal, del despliegue de su comportamiento de atractividad, receptividad y proceptividad depende el éxito reproductivo de la especie. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento sexual de cabras criollas amamantando sincronizadas con progestágenos durante 5 días. Se dividieron 34 hembras cabras criollas en dos grupos de 17 c./u. balanceados de acuerdo al peso y condición corporal (CC). Las cabras fueron sincronizadas con esponjas vaginales: 1 grupo testigo (GT) 11 días y otro grupo "protocolo corto" (GPC) durante cinco días. El comportamiento sexual desplegado por las cabras fue diferente entre ambos grupos de hembras ( $p < 0,01$ ). Las cabras del GT presentan un comportamiento sexual más intenso que aquellas del GPC ( $p = 0,03$ ). Asimismo, las hembras del GT tuvieron más preferencia por el macho que aquellas del GPC ( $p < 0,001$ ). En conclusión, el comportamiento proceptivo y receptivo es más intenso en cabras sincronizadas con un protocolo de sincronización de 11 días.

**Palabras clave:** Estro. Proceptividad. Receptividad. Comportamiento consumatorio.

## Introducción

Los caprinos de regiones tropicales se reproducen de manera continua durante todo el año, sin embargo el mayor porcentaje de partos se concentran durante los meses de febrero a mayo (61,4%; Martínez-Rojero et al., 2014). Durante el empadre, en el cortejo entre machos y hembras intervienen señales olfativas, visuales, táctiles y auditivas; importantes para que ocurra el apareamiento (Maina y Katz, 1999). La señal olfativa más importante es la liberación de feromonas que participan en la activación sexual del macho y la hembra independientemente del uso de hormonas sintéticas. El comportamiento sexual de la hembra incluye tres componentes: atractividad (estimula el interés del macho), proceptividad (mantiene la interacción sexual con el macho) y receptividad (cuando acepta la monta con eyaculación del macho) (Beach, 1976). Las cabras en estro prefieren estar cerca del macho que con otras hembras; la clave para que el macho detecte a la hembra en estro a corta distancia es el movimiento de la cola y la monta entre hembras (Margiasso et al., 2010; Fritz Jr et al., 2019). Imwalle y Katz (2004) demostraron que la

aplicación de flutamida antagonista del receptor de los andrógenos incrementa la frecuencia en el movimiento de la cola en hembras en estro. Existen estudios donde demuestran que las ovejas (García y González et al., 2018) y cabras (Menchaca et al., 2007) sincronizadas con progestágenos muestran un intenso comportamiento sexual. De acuerdo a nuestro conocimiento no existe información sobre la respuesta sexual de la hembra caprina amamantando en condiciones de trópico (atractividad, proceptividad y receptividad). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento sexual de cabras criollas amamantando sincronizadas con progestágenos durante cinco días.

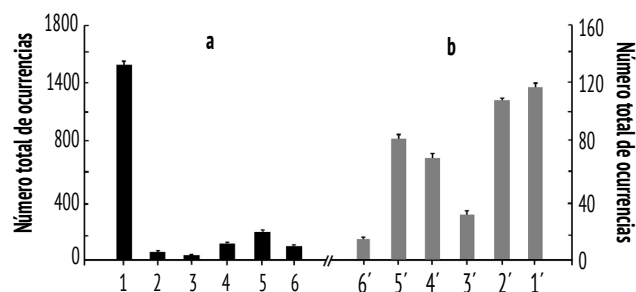
## Material y métodos

El experimento fue realizado en el mes de diciembre de 2018 en “San Luis San Pedro”, municipio de Tecpan de Galeana, región Costa Grande de Guerrero. La región se localiza en el trópico al suroeste de México entre los paralelos 17°07' de latitud norte y 100°28' de longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich. En promedio durante el invierno se presentan temperaturas de 18°C y durante el verano de 33 °C. Para el estudio fueron divididas 34 cabras criollas lactando en dos grupos de 17 c./u. balanceados de acuerdo al peso ( $31,75 \pm 3,15$  kg) y condición corporal ( $2,9 \pm 0,001$ ; escala del 1 a 4 con incrementos entre unidades de 0,5 (Honhold et al., 1989). El tratamiento consistió en colocar una esponja intravaginal a cada hembra impregnada de 20 mg de acetato de flurogestona (FGA; Cronogest, Intervet). Las cabras del grupo testigo (GT) permanecieron con la esponja intravaginal durante 11 días y las del grupo “protocolo corto” (GPC) durante cinco días. Veinticuatro horas después de retirar las esponjas de acuerdo al grupo en la mañana y tarde se revisó el comportamiento sexual de las cabras. La atractividad sexual se evalúa observando el comportamiento sexual del macho, la proceptividad se evalúa de acuerdo al tiempo que se mantiene la interacción sexual con el macho y la receptividad cuando la hembra esta en estro y acepta la monta

del macho con eyaculación. El comportamiento sexual de las cabras (GT y GPC) se midió por 1 hora (am y pm) a través del movimiento de la cola, huida, conductas agresivas, olfateo, balidos y lamer orina (Beach, 1976; Haulenbeek y Katz, 2011). Los caprinos comúnmente salen a pastorear (08:00 am a 12:00 pm) y en las tardes-noches son encerrados en corrales abiertos provistos de bebederos y saladeros. El comportamiento sexual desplegado por las cabras de los dos grupos fue analizado utilizando el programa estadístico SAS (2004) con la prueba de t para dos muestras independientes. Asimismo, se aplicó una prueba binomial para comparar la prueba de preferencia de la hembra por el macho de acuerdo al grupo.

## Resultados

El comportamiento sexual desplegado por las cabras fue diferente entre ambos grupos de hembras ( $p < 0,01$ ; Figura 1). En efecto, las hembras del GT presentaron un comportamiento sexual más intenso que aquellas del GPC ( $p = 0,03$ ; Figura 1). Asimismo, las hembras del GT tuvieron más preferencia por el macho que aquellas del GPC ( $p < 0,001$ ).



**Figura 1** - En la gráfica de la izquierda se presenta el comportamiento sexual de las cabras del GT (1. movimiento de la cola, 2. huida, 3. conductas agresivas, 4. olfateo, 5. balidos y 6. lamer la orina) mostrando claramente que este fue más intenso. Por su parte, en el GPC en la gráfica de la derecha se observan el mismo comportamiento sexual de la hembra. Literal diferente (a,b) sobre la gráfica de la izquierda y derecha muestran diferencia significativa  $p < 0,05$ .

## Discusión

Las cabras criollas amamantando del GT presentaron un comportamiento sexual más intenso, así como mayor preferencia por el macho que las hembras del GPC. Diversos estudios en la literatura muestran que la mayoría de ovejas y cabras sincronizadas con progestágenos y gonadotropina coriónica equina presentan comportamiento estral intenso (Menchaca et al., 2007; Quintero-Elisea et al., 2011; García y González et al., 2018). Esto es lógico ya que estas hormonas sintéticas provocan este comportamiento en las hembras suceso que libera feromonas que atraen al macho (Maina y Katz, 1999).

Asimismo, algunos estudios demuestran que las cabras en estro tienen un mayor movimiento de la cola, muestran mayor inquietud y siempre están más cerca del macho (Imwalle y Katz, 2004; Haulenbeek y Katz, 2007; Margiasso et al., 2010; Fritz Jr et al., 2019). El comportamiento sexual que despliega el macho como acercarse investigando a la hembra "atractividad sexual" es el inicio del comportamiento sexual de la hembra en estro. El comportamiento característico de las hembras en estro incluye la atractividad, proceptividad y receptividad que termina con el comportamiento consumatorio entre los dos sexos (Beach, 1976; Guillén-Muñoz et al., 2016; Fritz Jr et al., 2019).

## Conclusión

El comportamiento proceptivo y receptivo es más intenso en cabras utilizando un protocolo de sincronización de 11 días; además las hembras mostraron mayor preferencia por el macho.

## Referencias

Beach FA. Sexual attractivity, proceptivity, and receptivity in female mammals. *Horm Behav.* 1976;7(1):105-38.

Fritz Jr WF, Sena LS, Becker SE, Katz LS. Differential effects of androgens, estrogens and socio-sexual context on sexual behaviors in the castrated male goat. *Horm Behav.* 2019;109:10-7.

García y González EC, Macías-Cruz U, Avendaño-Reyes L, Velázquez-Morales JV, Vicente-Pérez R, Zúñiga S, et al. Parity of the Dorper sheep does not influence the reproductive and productive response when they are synchronized with an "ultra-short" protocol. *Open Access J Sci.* 2018;2(3):193-6.

Guillén-Muñoz JM, Meza-Herrera CA, Santos-Jimenez Z, Rivas-Muñoz R, Luna-Orozco JR, Mellado M, et al. Exposure of sexually inactive males to estrogenized females increased the investigative and consummatory sexual behavior. *Anim Reprod Sci.* 2016;173:97-103.

Haulenbeek AM, Katz LS. Female tail wagging elicits partner preference in male goats. Asilomar, CA: Society for Behavioral Neuroendocrinology; 2007.

Haulenbeek AM, Katz LS. Female tail wagging enhances sexual performance in male goats. *Horm Behav.* 2011;60(3):244-7.

Honhold N, Petit H, Halliwell W. Condition scoring scheme for small east African goats in Zimbabwe. *Trop Anim Health Prod.* 1989;21(2):121-7.

Imwalle DB, Katz LS. Divergent roles for estrogens and androgens in the expression of female goat sexual behavior. *Horm Behav.* 2004;46(1):54-8.

Maina D, Katz LS. Scent of a ewe: transmission of a social cue by conspecifics affects sexual performance in male sheep. *Biol Reprod.* 1999;60(6):1373-7.

Margiasso ME, Longpre KM, Katz LS. Partner preference: assessing the role of the female goat. *Physiol Behav.* 2010;99(5):587-91.

Martínez-Rojero RD, Torres-Hernández G, Martínez-Hernández S. Caracterización fenotípica, productiva y reproductiva de la cabra blanca Criolla del "Filo Mayor" de la Sierra Madre del Sur en el estado de Guerrero. *Nova scientia.* 2014;6(11):25-44.

Menchaca A, Miller V, Salveraglio V, Rubianes E. Endocrine, luteal and follicular responses after the use of the Short-Term Protocol to synchronize ovulation in goats. *Anim Reprod Sci.* 2007;102(1-2):76-87.

Quintero-Elisea JA, Macías-Cruz U, Álvarez-Valenzuela FD, Correa-Calderón A, González-Reyna A, Lucero-Magaña FA, et al. The effects of time and dose of pregnant mare serum gonadotropin (PMSG) on reproductive efficiency in hair sheep ewes. *Trop Anim Health Prod.* 2011; 43(8):1567-73.

SAS Institute Inc. SAS/STAT® 9.1. User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.; 2004.

## REPRODUCCIÓN

# Evaluación de dos diluyentes comerciales para criopreservar semen ovino

Josué Israel Mendoza Guadarrama\*, Jorge Osorio Avalos, Arturo Víctor Gómez González

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Toluca, México

## Resumen

El objetivo de este trabajo es determinar el efecto de dos diluyentes comerciales con base yema de huevo (Triladyl® y Optidyl®) en la viabilidad e integridad de membrana espermática del semen ovino a la descongelación. El proceso se realizó en el Centro de Mejoramiento Genético Ovino de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México, empleando 1 eyaculado de un carnero Katahdin de 4 años de edad clínicamente sano y con buenos índices de calidad seminal. El semen se dividió en dos alícuotas que fueron diluidas con Triladyl® y Optidyl® respectivamente, se refrigeraron a 4°C y se llenaron cinco pajillas de 0,25 ml para cada extensor; se colocaron sobre vapor de nitrógeno líquido (-96 °C) durante 20 min y se sumergieron a -196 °C. El análisis estadístico corresponde a una t de Student para muestras dependientes comparando el efecto de los dos diluyentes a la descongelación. Los resultados indican que para la viabilidad, el porcentaje de espermatozoides vivos con Optidyl® 46,8%, es superior a Triladyl® 35,2% ( $p < 0,03$ ), sin embargo, para motilidad masal 1,8 contra 1,4 y la integridad de membrana 62,4% contra 60,4% no se encontró diferencias significativas. Se concluye que Optidyl® demostró superioridad en la criopreservación

del semen ovino en el eyaculado empleado, atribuible al crioprotector (yema de huevo ionizada); así mismo, se espera que Optidyl® tenga mejor desempeño in vivo con respecto al diluyente Triladyl®, por lo que son necesarios estudios complementarios para corroborar lo resultados preliminares de este trabajo.

**Palabras clave:** Criopreservación. Extensor. Congelación. Carnero. Espermatozoide.

## Introducción

La inseminación artificial es ampliamente utilizada por su accesibilidad y facilidad para diseminar germoplasma (Akhter et al., 2017). El proceso de conservación del semen provoca un estrés térmico al espermatozoide que daña su estructura celular y disminuye su fertilidad (Su et al., 2008), por lo que es necesario emplear diluyentes que aporten energía, antibióticos, regulador de pH y principalmente un crioprotector para la célula (Ali et al., 2013). Durante los últimos años se han

probado distintas sustancias crioprotectoras como glicerol, leche descremada, lecitina de soya, yema de huevo (fresca o ionizada), entre otras; de ellas, el uso de yema de huevo de gallina ha sido extenso por su disponibilidad y bajos costos (Waheed et al., 2012); además, dentro de su composición se encuentran lípidos de baja densidad (LDL) a los que se atribuye el efecto crioprotector tal como lo demuestra en su trabajo Naz et al. (2018). Por lo que es preferible el uso de yema ionizada o sus derivados (LDL), respecto a las desventajas que implica la yema fresca (contaminación, inhibe respiración, reduce motilidad). El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de dos diluyentes comerciales, obviando factores del medio y del animal que se sabe afectan la calidad seminal como: la raza, época del año, edad del animal entre otros.

## Material y métodos

Debido al objetivo planteado se optó por utilizar un eyaculado de un carnero Katahdin de 4 años de edad clínicamente sano, extraído a través del método de vagina artificial, en el Centro de

Mejoramiento Genético Ovino (CeMeGO) FMVZ-UAEMéx. Para seleccionar el eyaculado a emplear se midió en fresco: volumen, motilidad (masal e individual), vivos/muertos y concentración; a la descongelación: motilidad masal, vivos/muertos e integridad de membrana. El análisis estadístico corresponde a una prueba de t de Student para muestras dependientes para comparar el efecto de los dos diluyentes.

## Resultados

Posterior al proceso de congelación-descongelación, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1.

Para las variables de motilidad masal y endosmosis no se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0,05$ ). Por otra parte, Optidyl® obtuvo mayor porcentaje de espermatozoides vivos con respecto a Triladyl® ( $p < 0,05$ ). Así mismo, se observa el porcentaje de disminución de la motilidad masal y porcentaje de espermatozoides vivos del semen descongelado con respecto al fresco.

**Tabla 1** - Evaluación de la motilidad masal, % de espermatozoides vivos y endosmosis de semen ovino en fresco y descongelado utilizando los diluyentes Triladyl® y Optidyl®

Diluyente	Prueba x2			Prueba F			Endosmosis
	Motilidad masal*			% Espermatozoides vivos			
	Fresco	Descongelado	% dis	Fresco	Descongelado	% dis	
Triladyl	3,0	1,4 ± 0,55	53,3	70,0	35,2 ± 3,1 <sup>b</sup>	49,7	60,4 ± 3,7
Optidyl	4,0	1,8 ± 0,45	55,0	70,0	46,8 ± 3,0 <sup>a</sup>	33,1	62,4 ± 3,5
Valor de p		0,19			0,03		0,72

## Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio fueron: movilidad 20% y 30%, porcentaje vivos/muertos 35,2% y 46,8%, integridad de membrana 60,4 % y 62,4% para Triladyl® (yema de huevo fresca) y Optidyl® (yema de huevo ionizada) respectivamente. Otros autores que han evaluaron diluyentes comerciales en la preservación del semen, reportan

lo siguiente: Amirat et al. (2004), reportan que Optidyl® proporciona una motilidad espermática de 30,2% y una integridad de membrana de 46,4% a la descongelación; Beran et al. (2012), obtuvieron una motilidad de 52,1% y 48,6%; y vivos/muertos de 50,4% y 52,6% para Optidyl® (yema ionizada) y Triladyl® (yema fresca); Valdez (2013) menciona que Triladyl®+yema de huevo+lauril sulfato de sodio obtuvo una motilidad masal de 3,1 y una



integridad de membrana de 51,74%; Cáceres (2013) indica que Triladyl® mostro una motilidad individual de 85,74%, porcentaje vivos/muertos 75,19% y membrana intacta de 73,37%. La variación de los datos reportados al igual que con los valores de nuestro estudio, se atribuye a los distintos protocolos y crioprotectores evaluados. Beran et al. (2012), Jojoa (2013) y Chuchuca (2015) describen que los diluyentes con crioprotectores a base de yema de huevo o LDL (lípidos de baja densidad) confieren mayor protección a la célula espermática respecto a otros basados en lecitina de soya o leche descremada, destacando al igual que en este trabajo Optidyl® con yema de huevo ionizada, que garantiza mayor inocuidad y calidad en la preparación del extensor.

## Conclusion

Optidyl® demostró superioridad en la criopreservación del semen ovino en el eyaculado empleado, atribuible al crioprotector (yema de huevo ionizada) que es adicionado desde su manufactura bajo estándares de calidad, lo que evita variabilidad con respecto al uso de yema de huevo “fresca”; además, se espera que Optidyl® tenga mejor desempeño *in vivo* con respecto al diluyente Triladyl®, por lo que son necesarios estudios complementarios para corroborar los resultados preliminares de este trabajo.

## Referencias

- Akhter S, Rakha BA, Ansari MS, Husna AU, Iqbal S, Khalid M. Evaluation of quail and turkey egg yolk for cryopreservation of Nili-Ravi buffalo bull semen, *Theriogenology*. 2017;87:259-65.
- Ali ABT, Bomboi G, Floris B. Replacing chicken yolk with yolks from other sources in ram semen diluents and their effects on fertility *in vitro*. *Small Rumin Res*. 2013;113(2-3):405-10.
- Amirat L, Tainturier D, Jeanneau L, Thorin C, Gérard O, Courtens JL, et al. Bull semen *in vitro* fertility after cryopreservation using egg yolk LDL: a comparison with Optidyl, a commercial egg yolk extender. *Theriogenology*. 2004;61(5):895-907.
- Beran J, Stádník L, Bezdíček J, Louda F, Čítek J, Ducháček J. Effect of sire and extender on sperm motility and share of live or dead sperm in bulls' fresh ejaculate and in AI doses after thawing. *Arch Tierz*. 2012;55(3):207-18.
- Cáceres BED. Evaluación espermática de semen de ovino tratado por la técnica de gradiente de densidad [tesis]. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma; 2013.
- Chuchuca SVC. Evaluación de dos diluyentes para la crio conservación de semen bovino: yemas de huevo vs leche descremada [tesis de grado]. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana; 2015.
- Jojoa DV. Efecto del dodecil sulfato ionico adicionado a un diluyente libre de yema de huevo sobre la calidad del semen ovino congelado [tesis]. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca; 2013.
- Naz S, Umair M, Iqbal S. Comparison of Tris egg yolk-based, Triladyl® and Optixell® extender on post-thaw quality, Kinematics and *in vivo* fertility of Nili Ravi Buffalo (*Bubalus bubalis*) bull spermatozoa. *Andrologia*. 2018;50(8):e13063.
- Su L, Li X, Quan J, Yang S, Li Y, He X, et al. A comparison of the protective action of added egg yolks from five avian species to the cryopreservation of bull sperm. *Anim Reprod Sci*. 2008;104(2-4):212-9.
- Waheed S, Ahmad N, Najib-ur-Rahman, Jamil-ur-Rahman H, Younis M, Iqbal S. Evaluation of duck egg yolk for the cryopreservation of Nili-Ravi buffalo bull semen. *Anim Reprod Sci*. 2012;131(1-2):95-9.

## REPRODUCCIÓN

## Evaluación de la edad del reproductor y tamaño testicular sobre la concentración de testosterona y fertilidad en alpacas

Teodosio Huanca Mamani\*, Armando Nina Zuñiga, Jhunion Ccopa Ccallata, Mary Luz Naveros Flores, Ruben Mamani Cato

Centro de Investigación y Producción Quimsachata, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Puno, Perú

### Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar la edad del reproductor y tamaño testicular sobre la concentración de testosterona sérica y fertilidad en alpacas. El estudio se realizó en el anexo experimental Quimsachata del Instituto Nacional de Innovación Agraria, Perú a 4200 metros de altitud. Se utilizaron 12 alpacas reproductores machos divididos en tres grupos etarios de cuatro alpacas cada uno (jóvenes: 3 a 4 años de edad; adultos: 5 a 7 años de edad y viejos: 8 a más años de edad). La concentración de testosterona sérica se analizó por radioinmuno análisis, el tamaño testicular se midió con un calibrador analógico, la fertilidad de las hembras se realizó a los 41 días post empadre controlado por ultrasonografía transrectal. Los datos se analizaron en un diseño completamente al azar y la prueba de Chi-cuadrada con el programa estadístico SAS versión 9.4. Los resultados muestran que en promedio el largo de los testículos de las alpacas jóvenes, adultos y viejos fue de  $2,47 \pm 0,087$ ,  $3,35 \pm 0,31$  y  $3,07 \pm 0,69$  cm respectivamente ( $p < 0,05$ ). Los niveles de testosterona antes de la cópula para los jóvenes, adultos y viejos fueron de  $83,86 \pm 29,38$ ,  $140,90 \pm 57,10$  y  $141,89 \pm 41,18$  ng/dL respectivamente ( $p < 0,05$ ). Después de la cópula los niveles de testosterona para los jóvenes, adultos y viejos fue  $122,00 \pm 27,71$ ,  $134,72 \pm 20,84$  y  $132,87 \pm 31,38$  ng/dL respectivamente ( $p < 0,05$ ). Los niveles de testosterona antes y después de la cópula fue significativamente diferente en los jóvenes ( $p < 0,01$ ); lo cual no ocurre en las alpacas adultos y viejos. La fertilidad con un solo servicio de los machos que tuvieron una sola cópula al día fue de 40%, los que aparearon dos veces al día fue de 55% y para los machos que aparearon tres veces al día fue de 50% ( $p \geq 0,05$ ). Se concluye que la edad de la alpaca influye sobre el tamaño testicular y la concentración sérica de testosterona antes y después de la cópula, en tanto que la fertilidad es similar al utilizar un macho al día por uno, dos o tres servicios consecutivos.

**Palabras clave:** Alpaca. Empadre controlado. Fertilidad. Testosterona.

## REPRODUCCIÓN

# Evaluación de tres diferentes sistemas de lactancia en cabritos en Islas Canarias, España

Alejandra Eguiza Piña<sup>1\*</sup>, Andrés Ernesto Ducoing Watty<sup>1</sup>, Juan Capote Álvarez<sup>2</sup>, Alexandr Torres Krupij<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

<sup>2</sup> Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA), Santa Cruz de Tenerife, España

## Resumen

El objetivo fue comparar de tres sistemas de lactación. Se formaron tres grupos homogéneos de 13 cabritos. Después de ingerir calostro (con las madres), el primer grupo (LA) fue separado y alimentado por una nodriza con un lactorreemplazante comercial durante 60 días. En el segundo grupo, (DP), los cabritos fueron alimentados *ad libitum* por sus madres hasta los 35 días, periodo en el que pasaron a alimentarse exclusivamente con un pienso lacteolado hasta cumplir las ocho semanas. El tercer grupo (LN) fue usado como control, permaneciendo las crías con sus madres hasta el destete (dos meses). Los cabritos se pesaron al nacimiento y semanalmente; a la par se evaluó la ingesta de alimentos sólidos y líquidos. Los resultados obtenidos, indican que, con respecto al peso al destete y la ganancia media de peso total, no existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre el grupo DP y el grupo de LA, sin embargo, el grupo LN presenta valores superiores con respecto a los otros dos grupos ( $p > 0,05$ ). A la par se evaluó el efecto de la raza y el sexo. Se concluye que no existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) con respecto al peso al destete y la GMD entre la raza Tinerfeña (12,682 +/- 0,352 Kg; 0,139 +/- 0,006kg/d) y la Majorera (12,402 +/- 0,487kg; 0,139 +/- 0,009kg/d),

sin embargo, al evaluar la influencia del sexo, los machos presentan pesos al destete y ganancias medias mayores con respecto a las hembras (13,54 +/- 0,409kg; 0,153 +/- 0,008kg/d vs 11,53 +/- 0,390kg; 0,125 +/- 0,007kg/d respectivamente;  $p > 0,05$ ). El crecimiento no siempre es el principal aspecto a tomar en cuenta para decidir el sistema que se utilizará, por ello, se evaluó el costo general de los sistemas y se obtuvo que, la LA presentó el valor más bajo (59,2 €/cabrito), seguido por el DP (66,66 €/cabrito) y por último la LN (85,83 €/cabrito). El valor varía dependiendo del costo de la leche durante el año.

**Palabras clave:** Destete. Lactorreemplazante. Cabra. Canarias. Tinerfeña. Majorera. Caprinocultura. Sistema de lactación.

## Introducción

En la distribución del censo total de ganado caprino por comunidades autónomas, Canarias se encuentra en cuarto lugar con el 7% del hato

total (MAPA, 2017). Como en la mayoría de las comunidades de España, en Canarias la leche es el principal producto que se comercializa de los caprinos y cabe destacar que la producción de leche de cabra y oveja en el Archipiélago se incrementó en un 21,78 por ciento entre los años 2015 y 2017 al pasar de 40,9 a 49,9 millones de kilos. Debido a este aumento en la producción láctea es importante tomar en cuenta uno de los aspectos que a veces pasa desapercibido, pero que tiene una enorme importancia sanitaria y económica en las ganaderías caprinas, como es el periodo de lactación.

Actualmente, el precio de la leche ha aumentado, por tanto, los productores buscan alternativas viables de lactancia, con las cuales puedan utilizar la menor cantidad de leche materna posible sin que el crecimiento ni la salud de los animales se vea afectado. En Canarias, el destete tradicional es el método de crianza más común, el cual consiste en permitir que el cabrito se alimente *ad libitum* de la madre y separarlo por completo en la semana 8 de vida. Una de las alternativas que ha tomado fuerza, es el destete precoz, donde el cabrito se separa de la cabra entre la 4a y la 6a semana y se le administra un pienso lacteolado. Por otro lado, en las ganaderías canarias aún no está muy extendida la lactancia artificial. Sin embargo, ha demostrado, bajo ciertas condiciones, tener interesantes ventajas del tipo técnico-económico con respecto a la lactancia tradicional. Aquí una vez más tanto investigadores como ganaderos van de la mano, ya que a partir de estos estudios y observando la situación que vive en su finca el ganadero puede decidir que método le conviene más llevar a cabo.

El objetivo general fue evaluar la ganancia de peso de cabritos (de la raza Majorera y Tinerfeña) criados mediante diferentes formas de destete, así como realizar el análisis económico de cada método.

## Material y métodos

El proyecto se llevó a cabo en el Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA). Se formaron tres grupos homogéneos para evaluar los tres diferentes sistemas de lactación. Todos los cabritos fueron calostrados con las madres. El grupo LA fue separado

y alimentado con un lactorreemplazante comercial durante 60 días. En el grupo DP, los cabritos fueron alimentados *ad libitum* por sus madres hasta los 35 días, periodo en el que pasaron a alimentarse exclusivamente con un pienso lacteolado hasta cumplir las 8 semanas. El grupo LN fue usado como control, permaneciendo las crías con sus madres hasta los 60 días.

## Resultados

### Peso al nacimiento

Se obtuvo que el grupo LN presentaba un peso promedio de 3,3857 +/- 0,1726 kg, mientras que el de DP era de 3,3212 +/- 0,1276 kg, por último el correspondiente a LA es de 3,3765 +/- 0,1274 kg, el peso al nacimiento entre los tratamientos no fue significativamente diferente ( $p > 0,05$ ). Al mismo tiempo tampoco se encontró diferencia significativa, entre sexos (3,238 kg +/- 0,111 y 3,485 +/- 0,117 respectivamente para hembras y machos;  $p > 0,0687$ ) ni entre razas (tinerfeña 3,302 +/- 0,100 kg; majorera 3,421 +/- 0,139 kg;  $p > 0,7811$ ).

### Ganancia media de peso en los cabritos de los 0 a los 60 días

Como se observa en la Tabla 1, tanto el peso al destete como la ganancia de peso diaria de los cabritos de lactancia natural fue estadísticamente mayor que el de los grupos de lactancia artificial y destete precoz ( $p < 0,0001$ ).

**Tabla 1** - Ganancia de peso de los cabritos

Variable	Lactancia Natural	Destete Precoz	Lactancia Artificial
Peso al destete (Kg)	14,2752 +/- 0,4473 <sup>a</sup>	11,0608 +/- 0,4479 <sup>b</sup>	14,2752 +/- 0,6060 <sup>b</sup>
GDP (kg/d)	0,1665 +/- 0,0082 <sup>c</sup>	0,1191 +/- 0,0082 <sup>d</sup>	0,1316 +/- 0,0111 <sup>d</sup>

Nota: Superíndices iguales indican que no hubo diferencia significativa ( $p > 0,0500$ ); superíndices diferentes indican que sí hubo diferencia significativa ( $p < 0,0500$ )

## Evolución de la GDP

Como podemos observar en la Tabla 2, a través del tiempo el grupo de LN siempre estuvo entre los tratamientos con mayor ganancia de peso, por el contrario, los grupos LA y DP tuvieron variaciones más marcadas.

**Tabla 2** - Evolución de la GDP en el tiempo

	0 - 15 días (kg/d)	16 - 30 días (kg/d)	31 - 45 días (kg/d)	46 - 60 días (kg/d)
Lactancia artificial	0,0816 +/- 0,0739 <sup>a</sup>	0,1411 +/- 0,0145 <sup>b</sup>	0,2143 +/- 0,0122 <sup>d</sup>	0,1743 +/- 0,0143 <sup>f</sup>
Destete precoz	0,2860 +/- 0,0712 <sup>a</sup>	0,1954 +/- 0,0140 <sup>c</sup>	0,1465 +/- 0,0118 <sup>e</sup>	0,0686 +/- 0,0138 <sup>g</sup>
Lactancia natural	0,2343 +/- 0,0739 <sup>a</sup>	0,1858 +/- 0,0145 <sup>bc</sup>	0,1935 +/- 0,0122 <sup>d</sup>	0,1812 +/- 0,0143 <sup>f</sup>

Nota: Superíndices iguales indican que no hubo diferencia significativa ( $p > 0,0500$ ); superíndices diferentes indican que si hubo diferencia significativa ( $p < 0,0500$ )

## Comparación de los costos

El crecimiento no siempre es el principal aspecto a tomar en cuenta para decidir el sistema que se utilizará por ello, se evaluó el costo general de los sistemas. Para este aspecto se consideró la alimentación líquida de cada uno de los grupos, la mano de obra, el forraje y el concentrado ofrecido (pienso lacteolado, pre iniciador), así como la depreciación de la nodriza. Se obtuvo que, la LA presentó el costo más bajo (59,2 €/cabrito), seguido por el DP (66,66 €/cabrito) y por último la LN (85,83 €/cabrito). El valor varía dependiendo del costo de la leche durante el año.

## Discusión

En el estudio realizado se encontraron diferencias significativas en cuanto al sistema de lactación utilizado; los animales criados en lactancia natural obtuvieron, en general, mejor peso al destete y mejores ganancias diarias de peso. Esto

corresponde con lo encontrado por algunos autores como Piasentier et al. (2000), Argüello et al. (2004) y Peña et al. (2009). Sin embargo no corresponde con lo encontrado por Delgado-Pertíñez et al. (2009b) quien trabajó con cabras Payoyas y no encontró diferencias entre los sistemas. De acuerdo con Sanz et al. (1990), la diferencia entre la lactancia natural y la artificial puede deberse a que la leche de cabra es más digestible que el sustituto. Abrams et al. (1985) mencionan que las diferencias entre sistemas de lactancia desaparecen cuando la ingesta es suficiente y el nivel energético de las dietas son similares.

En cuanto al sexo, autores como Martín et al. (1990) y Peña et al. (1994, 2009) reportan diferencias significativas entre machos y hembras, tanto en peso final de destete como ganancias medias diarias, siempre siendo el valor de los machos superior, inclusive cuando el peso al nacimiento no tiene diferencia significativa entre ambos sexos. Por el contrario, Delgado-Pertíñez et al. (2009a,b) no encontraron diferencias significativas entre sexos en la cabra Payoyas ni en la Florida, lo cual se contrapone con lo encontrado por Peña et al. (2009), en la misma raza.

Con respecto a la rentabilidad económica, autores como Delgado-Pertíñez et al. (2009) y Hassan et al. (2018) coinciden con los resultados encontrados. La lactancia natural, debido principalmente al alto costo que puede alcanzar la leche, es más cara que la lactancia artificial.

## Conclusión

A pesar de que la lactancia natural permite a los cabritos crecer de manera más uniforme y alcanzar pesos al destete superiores con respecto a la lactancia artificial y el destete precoz, debido al alto costo de la leche, es poco rentable para los productores cuya principal fuente de trabajo es la venta y/o la transformación de la leche. Por ello, después de analizar los tres sistemas, en términos generales, la opción más viable es la lactancia artificial, la cual estaría principalmente condicionada a tener suficientes mano de obra. Por el contrario, el menos rentable (tanto económicamente como a nivel de crecimiento animal) es el destete precoz.

## Referencias

- Abrams E, Guthrie P, Harris B. Effect of dry matter intake from whole goat milk and calf milk replacer on performance of Nubian goat kids. *J Dairy Sci.* 1985;68(7):1748-51.
- Argüello A, Castro N, Capote J. Growth of milk replacer kids fed under three different managements. *J Appl Anim Res.* 2004;25:37-40.
- Delgado-Pertínez M, Guzmán-Guerrero JL, Menea Y, Castel JM, González-Redondo P, Caravaca FP. Influence of kid rearing systems on milk yield, kid growth and cost of Florida dairy goats. *Small Rumin Res.* 2009a;81(2-3):105-11.
- Delgado-Pertínez M, Guzmán-Guerrero JL, Caravaca FP, Castel JM, Ruiz FA, González-Redondo P, et al. Effect of artificial vs. Natural rearing on milk yield, kid growth and cost in Payoya autochthonous dairy goats. *Small Rumin Res.* 2009b;84(1-3):108-15.
- Hassan TMM, Abdelfattah FAI, Awad MS, Kamel ER. Effect of milk replacer on kid pre-weaning growth, milk production and farm profitability of Shami goat. *Egyptian J Anim Prod.* 2018;55(1):43-50.
- Martín L, Martín JD, Rota A, Rojas A, Calle L. Lactancia artificial de cabritos en explotaciones de cabras serranas. XV Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia; 27-29 sep 1990; Cordoba, España. Madrid: SEOC; 1990. p.77-80.
- Peña F, Gutiérrez MJ, Herrera M, Rodero E. Crecimiento postnatal y rendimientos canal en cabritos de raza Florida Sevillana. *Arch Zootec.* 1994;43:81-91.
- Peña F, Doménech V, Acero R, Perea J, García A. Efecto de sistemas de crianza (leche de cabra vs. sustituto lácteo) y sexo en cabritos de raza Florida sobre su crecimiento y características de la canal. *Rev Cient (Maracaibo).* 2009;19(6).
- Piasentier E, Mills CR, Sepulcri A, Valusso R. Effect of rearing system on the growth rate and meat quality of young goats. En: Ledin I, Morand-Fehr P (Eds.). *Sheep and goat nutrition: Intake, digestion, quality of products and rangelands.* Zaragoza: CIHEAM; 2000. p. 119-24.
- Sanz M, Hernandez-Clua OD, Naranjo JA, Gil F, Boza J. Utilization of goat milk vs. milk replacer for Granadina goat kids. *Small Rumin Res.* 1990;3(1):37-46.

## REPRODUCCIÓN

# Evaluación del efecto de plasma seminal hetero específico (bovino a ovino) sobre la congelabilidad de semen de carnero

Ximena Vargas-Menéndez<sup>1</sup>, Héctor Mario Andrade-Montemayor<sup>1</sup>, Héctor Jiménez-Severiano<sup>2</sup>, Luis Javier Montiel-Olguín<sup>1,2</sup>, José Guadalupe Gómez-Soto<sup>1</sup>, Héctor Raymundo Vera-Ávila<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Querétaro, México

<sup>2</sup> Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Querétaro, México

## Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de adición de plasma seminal hetero específico (toro a carnero) al diluyente para procesar semen de carnero sobre su viabilidad post descongelado. Se obtuvieron eyaculados de carneros Black belly adultos de fertilidad probada, los cuales se fraccionaron para procesar/congelar con diluyente al que se adicionó 0 (T0), 5 (T5), 10 (T10) y 20 % (T20) de plasma seminal obtenido de toros con antecedentes de alta resistencia seminal a la congelación; 10 réplicas. Se evaluó con un sistema CASA el porcentaje de motilidad progresiva (MP), velocidad progresiva (Vp), porcentaje de espermatozoides estáticos (Ee), velocidad de trayecto (Vt), velocidad de vía (Vv) e índice de linealidad (Li). Asimismo, se determinó el % de espermatozoides con integridad de membrana (H+) en la prueba HOST. El nivel de adición de plasma influyó en la MP (32,6<sup>a</sup>, 36,1<sup>b</sup>, 33,9<sup>ab</sup>, 34,6<sup>ab</sup> %; p = 0,13), Vt (94,1<sup>a</sup>, 93,3<sup>a</sup>, 89,1<sup>ab</sup>, 85,3<sup>b</sup> µm/seg; p = 0,01) y Vv (193,4<sup>a</sup>, 190,1<sup>ab</sup>, 182,7<sup>bc</sup>, 174<sup>c</sup> µm/seg; p = 0,004), sin afectar los demás patrones de motilidad. El tratamiento también influyó en el H+ (45,2<sup>a</sup>, 49,7<sup>b</sup>, 53,4<sup>c</sup>, 53,7<sup>c</sup> %; p = 0,0001). El nivel

de adición de plasma seminal de 5 % tendió a mejorar la MP post descongelado con respecto al control sin afectar la velocidad espermática e incrementó el porcentaje de espermatozoides con integridad de membrana plasmática. Esto sugiere que el plasma seminal de toros de alta resistencia a la congelación presenta potencial como aditivo del diluyente de congelación para mejorar la viabilidad post descongelado de semen de carnero.

**Palabras clave:** Semen de carnero. Aditivos para diluyente. Proteínas de plasma seminal.

## Introducción

La concentración requerida por dosis de semen congelado en carneros es mayor que en otras especies (Youngquist y Threlfall, 1997), debido a los mayores daños que sufren durante el proceso de enfriamiento/congelación y que causan reacciones

acrosómicas prematuras con pérdida de viabilidad (Salamon y Maxwell, 2000).

Diversos estudios indican la importancia de las proteínas BSP como componentes del plasma seminal, proteínas que son ubicuas en los mamíferos. Se ha encontrado que la adición de plasma seminal a espermias de carnero en shock térmico puede revertir las alteraciones de membrana (Barrios et al., 2000). Las proteínas BSP se adhieren a los fosfolípidos de membrana y así previenen su movimiento laxo (Manjunath y Thérien, 2002). Las proteínas BSP se encuentran en mucha mayor proporción en el plasma seminal de toro que de ovino (Bergeron y Manjunath, 2006). En este trabajo se evaluó el efecto de uso de plasma seminal de toros con semen de alta congelabilidad como aditivo de diluyente comercial para semen de carnero.

## Material y métodos

Se utilizaron como donadores de semen 4 carneros de raza Black Belly adultos y de fertilidad probada. Para el procesamiento del semen se usó un diluyente comercial (Optidyl, CRYO-VET) con adición de plasma seminal obtenido a partir de toros con semen de alta congelabilidad. Los niveles de adición fueron 0 (T0), 5 (T5), 10 (T10) y 20% (T20), con 10 repeticiones. En cada repetición un eyaculado o un "pool" de eyaculados se fraccionó para aplicar cada uno de los tratamientos y así controlar el efecto del eyaculado. El protocolo de procesamiento y congelación fue el usado convencionalmente en nuestro laboratorio (dilución en un paso, concentración final de  $400 \times 10^6$  espermatozoides/ml, enfriamiento a 5 °C en 4 h, tiempo de equilibrio de 24 h, envasado en pajillas de 0.25 ml y congelación en vapor de nitrógeno).

En cada repetición y tratamiento se evaluaron diversos patrones de motilidad a través de un sistema CASA (MICROPTIC®, Versión 2002, Barcelona, España); porcentaje de motilidad progresiva (MP), velocidad progresiva (Vp), porcentaje de espermatozoides estáticos (Ee), velocidad de trayecto (Vt), velocidad de vía (Vv) e índice de linealidad (Li). Asimismo, se determinó el porcentaje de espermatozoides con integridad de membrana (H+) en la prueba HOST (Mehdipour et al., 2016). El

análisis estadístico fue por ANDEVA para un diseño de bloques completos al azar, los valores expresados como porcentaje se transformaron a arcoseno de la raíz cuadrada de la proporción para normalizarlos.

## Resultados

Para los resultados CASA (Tabla 1), se pudo observar que en Vt y Vv si hubo efecto de tratamiento y en MP una tendencia de este efecto. Los demás patrones de motilidad no fueron influidos por el tratamiento. El nivel de adición de plasma seminal de 5 % tendió a mejorar la MP con respecto al control sin afectar la velocidad espermática, pero ésta si fue afectada por los niveles mayores de adición.

El porcentaje de espermatozoides con integridad de membrana (H+) en la prueba HOST fue influido por el tratamiento; a partir del nivel de adición de 5 % se aumentó significativamente el porcentaje de espermatozoides con hinchazón hipo-osmótica como reflejo de integridad funcional de la membrana plasmática (45,2<sup>a</sup>, 49,7<sup>b</sup>, 53,4<sup>c</sup>, 53,7<sup>c</sup> % en T0, T5, T10 y T20;  $p < 0,001$ ).

**Tabla 1** - Motilidad progresiva (MP), Velocidad progresiva (Vp), Espermatozoides estáticos (Ee), Velocidad de trayecto (Vt), Velocidad de vía (Vv) e Índice de Linealidad (Li) en semen de carnero post descongelación con adición al diluyente para congelación de 0 (T0), 5 (T5), 10 (T10) y 20 % (T20) de plasma seminal de toro

	T0	T5	T10	T20	e,e,m,	P
MP (%)	32,6 <sup>a</sup>	36,1 <sup>b</sup>	33,9 <sup>ab</sup>	34,6 <sup>ab</sup>	1,0	0,13
Vp (µm/seg)	63,5	64,6	62,95	62,75	1,3	0,72
Ee (%)	40,8	35,5	39,1	38,5	1,7	0,19
Vt (µm/seg)	94,1 <sup>a</sup>	93,3 <sup>a</sup>	89,1 <sup>ab</sup>	85,3 <sup>b</sup>	1,8	0,01
Vv (µm/seg)	193,4 <sup>a</sup>	190,1 <sup>ab</sup>	182,7 <sup>bc</sup>	174 <sup>c</sup>	3,6	0,004
Li (%)	33,9	35,1	34,5	35,9	0,7	0,21

Nota: Literales diferentes dentro de fila indican diferencia estadística.

## Discusión

Los resultados sugieren un efecto protector de la integridad de membrana y motilidad progresiva



en semen de carnero procesado para congelar al aumentar la presencia de proteínas BSP. Este efecto protector/estabilizador ya ha sido observado en espermatozoides de carnero (Barrios et al., 2000) y se asume que es debido a la mayor presencia de estas proteínas en el semen de toro (Bergeron y Manjunath, 2006), particularmente en aquellos con alta resistencia seminal a la congelación (Manjunath y Thérien, 2002).

Asimismo, también se ha observado que ejercen un efecto menor como antioxidantes protegiendo contra la peroxidación de lípidos de membrana (Manjunath y Thérien, 2002). Sin embargo, para obtener estos efectos podría ser importante la selección de toros donadores de plasma seminal, que en nuestro caso fueron toros con antecedentes de alta resistencia seminal a la congelación. De lo contrario, el resultado podría ser perjudicial como observaron Herold et al. (2004) al adicionar plasma seminal de toro en la congelación de semen epididimal de búfalo.

## Conclusión

Se concluye que el uso de plasma seminal heteroespecífico (toro a carnero) como fuente de proteínas protectoras de la membrana plasmática del espermatozoide de carnero podría ser beneficioso para su conservación. Lo anterior debido a que mejora la integridad de la membrana plasmática y la motilidad progresiva sin alterar sus patrones de velocidad.

## Referencias

- Barrios B, Pérez-Pé R, Gallego M, Tato A, Osada J, Muiño-Blanco T, et al. Seminal plasma proteins revert the cold-shock damage on ram sperm membrane. *Biol Reprod.* 2000;63(5):1531-7.
- Bergeron A, Manjunath P. New insights towards understanding the mechanism of sperm protection by egg yolk and milk. *Mol Reprod Dev.* 2006;73(10):1338-44.
- Herold FC, Aurich JE, Gerber D. Epididymal sperm from the African buffalo (*Syncerus caffer*) can be frozen successfully with AndroMed® and with Triladyl™ but the addition of bovine seminal plasma is detrimental. *Theriogenology.* 2004;61(4):715-24.
- Manjunath P, Thérien I. Role of seminal plasma phospholipid-binding proteins in sperm membrane lipid modification that occurs during capacitation. *J Reprod Immunol.* 2002;53(1-2):109-19.
- Mehdipour M, Kia HD, Najafi A, Dodaran HV, García-Álvarez O. Effect of Green tea (*Camelia sinensis*) extract and prefreezing equilibration time on the post-thawing quality of ram semen cryopreserved in a soybean lecithin-based extender. *Cryobiology.* 2016;73(3):297-303.
- Salamon S, Maxwell WM. Storage of ram semen. *Anim Reprod Sci.* 2000;62(1-3):77-111.
- Youngquist RS, Threlfall WR. *Current Therapy in Large Animal Theriogenology.* St Louis: Saunders; 1997. p. 221-8.

## REPRODUCCIÓN

# Evaluación seminal en carneros de la raza Pelibuey y Blackbelly en una región de clima tropical seco

Enrique de Jesús Hernández Carrillo<sup>1\*</sup>, Héctor Sánchez Pineda<sup>1</sup>, María Eréndira Reyes García<sup>1</sup>, Marisela Peralta Lailson<sup>1</sup>, Reynol Grajales Zepeda<sup>1</sup>, Apolinar Oliva Velas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Tuxtla Gutiérrez, México

<sup>2</sup> Centro de Estudios Etnoagropecuarios, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), San Cristóbal de las Casas, México

## Resumen

El objetivo de la siguiente investigación fue determinar el efecto de la época del año sobre las características seminales en carneros de la raza Pelibuey y Blackbelly en las temporadas de seca, transición y lluvia en una región de clima tropical seco (AWo). Se utilizaron cuatro carneros (dos animales de 5 años y dos animales menores a 2 años de edad), tres de raza Pelibuey y uno de raza Blackbelly. Cada 15 días, a partir del 11 de febrero hasta el 30 de octubre del 2017, se recolectaron dos eyaculados de cada animal utilizando vagina artificial, se evaluaron sus características macroscópicas y microscópicas. La evaluación estadística fue empleando ANOVA, para el efecto de semental y época de año. Por animal, existieron diferencias estadísticamente significativas en las características: volumen (V), motilidad masal (MM), motilidad progresiva (MP) y Concentración espermática por eyaculado. Para la época del año, se observó diferencia significativa e volumen. En conclusión, estos datos demostraron que existen diferencias mínimas en las características seminales durante las épocas del año; pero también establecen, que los valores seminales por animal y por época del año, son mejores, durante la

época de lluvias. Aunque los valores seminales, de todos los animales, permanecieron dentro de los rangos establecidos para la especie, durante todas la épocas evaluadas.

**Palabras clave:** Semen. Ovinos. Época del año.

## Introducción

En la crianza ovina se está implementando técnicas que permiten producir cambios significativos en la productividad de la progenie, basándose en mantener la calidad genética de los animales. Y para esto es necesario tener en constante seguimiento a las características reproductivas de los sementales del rebaño. La conducta sexual y la calidad espermática del ovino puede ser afectada por una variedad de factores: factores genéticos, edad y la salud del animal, la sanidad de la explotación, y factores medioambientales (estación del año, calidad y cantidad de alimento, al

igual que la temperatura ambiental). Por lo tanto, es indispensable realizar estudios para evaluar las muestras de semen, asegurándose de su calidad. El objetivo del trabajo fue determinar el efecto de la época del año sobre las características seminales en carneros de la raza Pelibuey y Blackbelly en las temporadas de seca, transición y lluvia en una región de clima tropical seco (AWo).

## Material y métodos

La investigación se realizó en una unidad de producción ubicada en el municipio de Suchiapa, Chiapas, México. Se utilizaron cuatro carneros, de los cuales tres animales eran de la raza Pelibuey (Pc 1, 2 y 3) y uno de la raza Blackbelly (Bb). Cada 15 días, a partir del 11 de febrero del 2017, se recolectaron dos eyaculados de cada animal utilizando vagina artificial, y se evaluaron sus características macroscópicas y microscópicas, hasta el término del proyecto que fue en el mes de octubre. Se les daba de uno a dos días de descanso a cada semental cuando se encontraban en empadre. Para la evaluación estadística se empleó el método ANOVA, para el efecto de semental (cuatro carneros) y época de año (secas, transición y lluvias).

## Resultados y discusión

### Características seminales por época del año

El valor máximo del promedio del volumen de los eyaculados por época del año fue del animal Pc 2 registrado en la época de lluvia, mientras el valor mínimo lo consiguió el animal Pc 1 en la época de seca; Mann y Lutwak-Mann (1981) señalan que el eyaculado del carnero tiene un volumen de 0,7 a 2 ml, y el valor mínimo reportado en este trabajo no se encuentra en este rango; además de que no existió diferencia estadística significativa ( $p > 0,05$ ) en los demás animales en las diferentes épocas del año. Nuestros resultados entran dentro del rango establecido por Cueto et al. (2004), que registro de 0,5 a 1,5 ml. En los promedios generales, la época de lluvia presentó diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ) con las demás épocas, y estas épocas son estadísticamente similares ( $p > 0,05$ ). Esta investigación se asemeja a lo encontrado por Carmenate y Hernández (1982), quienes obtuvieron un rango en la época de seca de 0,56 a 0,80 ml. Mientras que estos mismos autores difirieron con nuestros resultados al obtener 0,57 a 0,82 en la época de lluvia (Tabla 1).

**Tabla 1** - Volumen y motilidad masal por semental y época del año

Animal/Época	Volumen			Motilidad masal		
	Seca	Transición	Lluvia	Seca	Transición	Lluvia
Pelibuey 1	0,5 ± 0,3 <sup>a</sup>	0,6 ± 0,4 <sup>a</sup>	0,70 ± 0,3 <sup>a</sup>	4,6 ± 0,5 <sup>a</sup>	4,5 ± 0,5 <sup>a</sup>	4,8 ± 0,6 <sup>a</sup>
Pelibuey 2	0,7 ± 0,4 <sup>b</sup>	0,7 ± 0,2 <sup>b</sup>	1,30 ± 0,3 <sup>a</sup>	4,7 ± 0,8 <sup>a</sup>	4,8 ± 0,4 <sup>a</sup>	4,2 ± 0,9 <sup>a</sup>
Pelibuey 3	0,6 ± 0,2 <sup>a</sup>	0,8 ± 0,3 <sup>a</sup>	0,80 ± 0,3 <sup>a</sup>	4,4 ± 0,7 <sup>a</sup>	4,4 ± 0,7 <sup>a</sup>	3,9 ± 0,7 <sup>a</sup>
Blackbelly	0,8 ± 0,5 <sup>a</sup>	0,7 ± 0,5 <sup>a</sup>	0,90 ± 0,5 <sup>a</sup>	3,9 ± 0,7 <sup>a</sup>	3,1 ± 0,6 <sup>b</sup>	4,3 ± 0,6 <sup>a</sup>
Promedio	0,7 ± 0,4 <sup>b</sup>	0,7 ± 0,4 <sup>b</sup>	0,94 ± 0,5 <sup>a</sup>	4,4 ± 0,7 <sup>a</sup>	4,1 ± 0,9 <sup>a</sup>	4,3 ± 0,8 <sup>a</sup>

Nota: Literal diferente en columna, diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ); literales iguales en columnas no hay diferencia estadística significativa ( $p > 0,05$ ).

En lo que corresponde a la motilidad masal, el único animal que tuvo diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ) fue el animal Bb en la época de transición contra las demás épocas; en las demás épocas no hubo diferencia estadística significativa ( $p > 0,05$ ). Los otros animales no tuvieron diferencia

estadística significativa en las diferentes épocas ( $p > 0,05$ ). Vera (2009) encontró un promedio de  $4,2 \pm 0,2$  con sus animales estudiados y es similar a nuestros resultados. Zapata (2015) difiere con nuestros resultados; él encontró un valor de 5 con la misma escala utilizada en este trabajo. En

los promedios generales, no tuvieron diferencia estadística significativa ( $p > 0,05$ ) entre épocas del año.

En la característica seminal motilidad progresiva (MP) solo el Bb en la época de transición mostró diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ) con 67,5%, entre los demás animales y épocas no hubo diferencias estadísticas significativas ( $p > 0,05$ ), teniendo valores entre 77,5% y 86%. Nuestros resultados se asemejan a lo dicho por Cedillo (2004), que el eyaculado del carnero tiene un rango de porcentaje de motilidad de 70 a 90%. Con respecto a los promedios generales, no hubo diferencia estadística significativa en las diferentes épocas. Zapata (2015) encontró un rango de MP en diferentes investigaciones de  $77,5 \pm 2,5\%$  a  $85,2 \pm 4,3\%$  y nuestros resultados son similares a lo encontrado por este autor.

En la concentración espermática, no se encontró diferencia estadística por animal y por época, el promedio para la época de seca fue de  $355 \times 10^7$  espermias/ml, el de transición fue de 333 y el de lluvias 369 no encontrando diferencias estadísticas significativas ( $p > 0,05$ ). La media de la concentración espermática fue similar a la reportada por Guillén (2001), quien obtuvo una media de  $31 \times 10^8$  esp/ml. En los promedios generales, no existió diferencia estadística significativa ( $p > 0,05$ ) entre épocas. Con respecto a la concentración espermática por eyaculado podemos observar que existió diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ) entre la época de lluvia contra la época de seca y transición ( $p < 0,05$ ), estas últimas no tuvieron diferencia ( $p > 0,05$ ). Carmenate y Hernández (1982) obtuvieron un rango de  $30 \times 10^8$  a  $42 \times 10^8$  en la época de lluvia y nuestros resultados son similares, en la época de seca estos mismos autores registraron un rango de  $36 \times 10^8$  a  $41 \times 10^8$  que difiere con nuestro resultado. En los promedios generales, la época de lluvia obtuvo diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ) con la época de seca y transición, mientras que estas dos no tuvieron diferencia estadística ( $p > 0,05$ ) entre ellas.

## Conclusion

Con respecto a los promedios de cada animal en las diferentes épocas del año; se pudo observar

diferencias en las características: volumen seminal, motilidad masal, concentración por eyaculado en algunos animales en diferentes épocas. Los valores seminales obtenidos durante todas las épocas están dentro de los rangos establecidos, como normales, para la especie ovina.

## Referencias

- Carmenate CJ, Hernández. Comportamiento de las características físicas y morfológicas del semen de ovino durante las diferentes épocas del año. *Rev Cub Reprod Anim.* 1982;8.
- Cedillo FJM. Influencia del peso corporal y desarrollo testicular con o sin presencia de ovejas sobre el inicio de la pubertad y características seminales en corderos Rambouillet [tesis]. San Luis Potosí: Universidad Autónoma de San Luis Potosi; 2004. 44 p.
- Cueto M, Gibbons A, García J, Wolff M, Arrigo J. Manual de obtención, procesamiento y conservación del semen ovino. Argentina: INTA; 2004.
- Guillén H. Evaluación de las características seminales en carneros Blackbelly. [tesis]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2001. 68 p.
- Mann T, Lutwak-Mann C. Male Reproductive Function and Semen. Londres: Springer-Verlag; 1981.
- Vera NM. Caracterización de la función sexual de carneros de la raza Highlander y Suffolk [tesis de licenciatura]. Chillán: Universidad de Concepción; 2009.
- Zapata WFV. Aplicación de técnicas de biotecnología reproductiva en la sincronización de estro e inseminación artificial en ovinas mestizas [tesis]. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2015. 90 p.

## REPRODUCCIÓN

# Influencia de factores genéticos y ambientales sobre la fertilidad de borregas inseminadas por laparoscopia en Michoacán, México

J. Cruz-Martínez<sup>1</sup>, José Herrera-Camacho<sup>1\*</sup>, Karlos Edmundo Orozco-Duran<sup>2</sup>, Jessica Beatriz Herrera Ojeda<sup>3</sup>, Gaspar Manuel Parra-Bracamonte<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Tarímbaro, México

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico del Valle de Morelia (TecNM), Morelia, México

<sup>3</sup> Centro de Biotecnología Genómica, Instituto Politécnico Nacional (IPN), Reynosa, México

## Resumen

El objetivo fue determinar la influencia de factores genéticos y ambientales en un programa de Inseminación Artificial Laparoscópica (IAL). Se utilizó la información generada en un periodo de tres años, con 750 ovejas de diferentes razas y edades, mantenidas en 23 unidades de producción ovina localizadas en diversas zonas borregueras de Michoacán, México. La IAL se realizó con semen congelado por un solo inseminador. El estro de las ovejas fue sincronizado con esponjas intravaginales con acetato de fluorogestona (FGA; Applied Biotechnology Pty. Ltd. Australia) por 12 d, 48 h previo al retiro de la esponja, se aplicaron 300 UI de gonadotropina coriónica equina (eCG) (Folligon® Intervet- Netherlands) y/o Pregnecol® Bayer, New Zealand). La IAL se realizó 48 h después del retiro de las esponjas. Los resultados de la tasa de concepción (número de hembras preñadas/número de hembras inseminadas X 100), al igual que el efecto de diversos factores fue determinado mediante regresión logística binaria (JMP®, Versión 13). Los factores estudiados fueron época de inseminación (árido n = 301; semiárido n = 218; subhúmedo n = 26; húmedo n = 178), raza del semental (Katahdin n = 299; Pelibuey n = 26; Blackbelly n = 19; Dorper n = 148; Dorper blanco n = 24; Texel n = 2, Hampshire n = 2 y Suffolk n = 2) marca de la gonadotropina (Folligon n = 494, Pregnecol n = 39) y nivel de tecnificación (1 = Tecnificado n = 193; 2 = Semi-tecnificado n = 121; 3 = No tecnificado n = 180). Los resultados obtenidos muestran influencia significativa solamente de la hormona utilizada ( $p < 0,05$ ), sobre la tasa de gestación observando  $59,69 \pm 13,8$  vs  $72,25 \pm 6,23$  % en el grupo tratado con Pregnecol y Folligon, respectivamente. Las diferencias observadas pueden ser atribuidas a la calidad y manejo propio de la hormona antes de su uso en la unidad de producción. Por otra parte, la época de inseminación, raza del semental y nivel de tecnificación de la unidad de producción no mostraron influencia ( $p > 0,05$ ) sobre la tasa de gestación. En conclusión, el tipo de gonadotropina modificó la tasa de gestación en ovejas sometidas al IAL.

**Palabras clave:** Inseminación. Época. Gonadotropina. Ovejas. Sistemas de producción.

## REPRODUCCIÓN

# Inseminación artificial intrauterina pos-destete con semen congelado en ovejas de productores del sector social

Arturo Angel Trejo Ngonzalez<sup>1\*</sup>, Maria de los Angeles Mendoza Nieto<sup>1</sup>, Maria Erendira Reyes Garcia<sup>2</sup>, Marisela Peralta Lailson<sup>2</sup>, Hector Sanchez Pineda<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Tuxtla Gutiérrez, México

## Resumen

Los rebaños del sector social tienen una baja calidad genética la Comisión Nacional de Recursos Genéticos y la Unión Nacional de Ovinocultores, establecieron en México un programa de inseminación laparoscópica de bajo costo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar los resultados de este programa en rebaños Criollos en el área de Zumpango en el estado de México. Se inseminaron a manera de plan piloto 29 ovejas en cuatro unidades de producción. El destete se realizó a los 60 o 90 días posparto dependiendo del peso y condición física. En la semana del destete, se aplicó una esponja con 50 mg de Acetato de Fluorogestona y se mantuvieron en la vagina durante 12 días, al retirar la esponja se inyectaron 400 u. i. de Gonadotropina Coriónica Equina. Las ovejas se inseminaron sin detectar el estro 48 horas después de retirada la esponja seguida de la inyección de gonadotropinas se inseminaron las que fueron seleccionadas después de determinar que no estuvieran gestantes por ultrasonido de imagen real se evaluó por palpación la condición física en una escala de 1 a 10. Los resultados son pobres para la técnica de laparoscopia, aun considerando el 40% del rebaño 2

y entre el 10% - 16% en los otros rebaños. Igualmente la condición de las ovejas fue baja (4 - 5 en escala de cero a diez) debido al desbalance energético que representa la lactación. Algunos programas gubernamentales fracasan por que no toman en cuenta las condiciones del productor; se quieren realizar masivamente, ofrecen costos bajos y los criadores se entusiasman. Los resultados bajos obtenidos en el presente trabajo tienen sin duda muchos factores, pero podría destacarse la alimentación inadecuada como el principal. Los rebaños comerciales formados por ovejas pequeñas, sin fenotipo definido llamadas Criollas que se han adaptado a condiciones extremas y no deben incorporarse a programas de alta tecnología.

**Palabras clave:** Inseminación. Laparoscopia. Ovinos criollos. Sector social.

## Introducción

Los rebaños del sector social tienen en general una baja calidad genética, por lo que la Comisión

Nacional de Recursos Genéticos (CONARGEN) y la Unidad Nacional de Ovinocultores (UNO) establecieron en México un programa de inseminación laparoscópica de bajo costo para este tipo de productores. Debido a que las ovejas en estos sistemas están todo el tiempo con las hembras, se realizó un programa para inseminar a las hembras recién destetadas. Por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar los resultados de este programa en rebaños Criollos en el área de Zumpango, en el estado de México.

## Material y métodos

El trabajo se realizó en el municipio de Zumpango, Estado de México, con la siguiente ubicación geográfica: latitud norte 19°48' y longitud oeste 99°08' a 2300 metros sobre el nivel del mar, con precipitación pluvial promedio de 600 mm. (Hentz, 2005)

Se inseminaron a manera de plan piloto 29 ovejas pertenecientes a cuatro unidades de producción. El destete se realizó cuando los corderos cumplieron 60 o 90 días posparto dependiendo del peso y condición física de estos. En la semana del destete, se aplicó a cada oveja una esponja impregnada con 50 mg de Acetato de Fluorogestona (FGA). Las esponjas se mantuvieron en la vagina de la hembra durante 12 días; al retirar la esponja se inyectaron 400 u. i. de Gonadotropina Coriónica Equina (Pregneol. BIONICHE-BAYER) por vía intramuscular en la tabla del cuello.

Las ovejas se inseminaron por laparoscopia, utilizando un telescopio de 0,5 mm y fundas Aspic (IMV - Francia). Previa tranquilización con xilacina al 2%. La inseminación se realizó sin detectar el estro 48 horas después de retirada la esponja seguida de la inyección de gonadotropinas. Las ovejas a inseminar fueron seleccionadas por los productores, después de determinar que no estuvieran gestantes por ultrasonido de imagen real y previo a la aplicación del semen se evaluó por palpación la condición física de las ovejas en una escala de 1 a 10 (Trejo y Dueñas, 2012).

Entre los 40 y 60 días pos-inseminación se detectó nuevamente la gestación utilizando un equipo de imagen real con un transductor de 5 MHz.

Para la evaluación estadística se utilizó la prueba de chi cuadrado en tablas de contingencia (Daniel, 1982).

## Resultados

Los resultados fueron variados y se presentan en la Tabla 1 y se observa que los resultados son pobres para la técnica de laparoscopia, aun considerando el 40% del rebaño 2. Igualmente se puede apreciar que la condición de las ovejas fue baja, debido al desbalance energético que representó la lactación.

**Tabla 1** - Condición física y porcentaje de gestación en ovejas inseminadas posdeste con semen fresco por laparoscopia

Rebaño	N	Condición física	Gestantes
1	10	4/10	10 % b
2	5	5/10	40 % a
3	8	4/10	12.5 % b
4	6	4/10	16.6 b

Nota: Letras diferentes en las columnas representan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) usando la prueba de chi cuadrado.

## Discusión

De acuerdo a los genetistas, el mejoramiento genético se debe realizar en la parte alta y reducida de la pirámide en los rebaños elite (Dalton, 1980), para de ahí distribuir sementales a la base de la pirámide en los rebaños comerciales, sin embargo los productores del sector social son en general de bajos recursos y bajo nivel de escolaridad. En México, uno de los mayores problemas es que la lactación cursa durante la época seca y en términos generales no se conserva alimento de buena calidad para las temporadas críticas, siendo en ese momento la principal fuente de alimento el zacate de maíz seco y sin moler (Cuéllar et al., 2012).

Algunos programas gubernamentales fracasan por que no toman en cuenta las condiciones del productor; se quieren realizar masivamente, ofrecen costos bajos y los criadores se entusiasman. Los resultados bajos obtenidos en el presente

trabajo tienen sin duda muchos factores, pero podría destacarse la alimentación inadecuada como el principal.

## **Conclusión**

Los rebaños comerciales del sector social formados por ovejas pequeñas y sin fenotipo definido, llamadas Criollas, que se han adaptado a condiciones extremas, no deben incorporarse a programas de alta tecnología que requieren protocolos difíciles de seguir y carecen de los insumos de nutrición adecuados para favorecer la ovulación y la fertilidad de las hembras.

## **Referencias**

Cuéllar OJA, Tórtora PJ, Trejo GA, Román RP. La producción Ovina Mexicana. Cuautitlán Izcalli: Facultad de estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México; 2012.

Dalton DC. Introducción a la genética animal práctica. Zaragoza, España: Acribia; 1980.

Daniel WW. Bioestadística. México, D.F.: Limusa; 1982.

Hentz PM. Gran atlas de México: una visión desde el espacio. México, D.F.: Planeta; 2005.

Trejo GA, Dueñas SMC. Body condition estimation by lumbar or sternal palpation on goats. XI International Conference on Goats; 23-27 sep 2012; Little Rock, Arkansas: International Goat Association; 2012.



## REPRODUCCIÓN

# Las cabras sincronizadas con un protocolo corto de progestágenos son poco atractivas sexualmente para el macho

José Luis Ponce\*, Ethel Caterina García y González, Jerson Ramos-Patricio, Pedro Enrique Hernández-Ruiz, Blanca Celia Pineda-Burgos, Perla Irasema Romero-Rodríguez, Enoc Flores-López, Erick Gustavo Olivar-Valladolid

Escuela Superior de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), Tecpan de Galena, México

## Resumen

En los pequeños rumiantes de regiones tropicales debido a que se reproducen todo el año no se ve mermada su productividad. Un factor que puede cambiar este suceso es el uso de esponjas intravaginales con progestágenos, ya que pueden alterar la microbiota vaginal y "atractividad sexual" de las hembras. El objetivo del presente estudio fue evaluar la "atractividad sexual" para el macho de cabras criollas lactando, sincronizadas durante 5 días con progestágenos. Dos grupos de cabras fueron sincronizadas con esponjas intravaginales impregnadas con progestágenos: el grupo testigo (GT = 17) permaneció con las esponjas durante 11 días y el grupo "protocolo corto" (GPC = 17) durante 5 días. El comportamiento sexual desplegado por los machos cabríos fue diferente entre ambos grupos de hembras ( $p < 0,05$ ). Los machos expuestos a las cabras del GT presentan un comportamiento sexual más intenso que aquellos expuestos a hembras del GPC ( $p < 0,05$ ). En conclusión, la "atractividad" sexual de las cabras criollas lactando es afectada negativamente cuando son sincronizadas con esponjas vaginales durante cinco días.

**Palabras clave:** Comportamiento sexual. Huida Macho-hembra. Atractividad.

## Introducción

En México el estado de Guerrero tiene registro de 655.055 cabezas de ganado caprino usado para carne (SIAP, 2017). En esta área del trópico los caprinos mantenidos en programas de empadre continuo se reproducen durante todo el año, concentrándose el mayor porcentaje de partos durante los meses de febrero a mayo (61,4%; Martínez-Rojero et al., 2014) cuando disminuye la calidad y cantidad de forraje que afecta fuertemente a las crías recién nacidas, hembras gestantes y a la reproducción (Ramírez et al., 1991). La herramienta más usada son los protocolos de sincronización del estro para concentrar en ciertas épocas los estros y partos, para asegurar que exista una mayor disponibilidad de forraje y esto beneficie a los productores en el manejo de los animales. Los protocolos más usados y eficientes para sincronizar el estro en cabras son los dispositivos intravaginales como las esponjas impregnadas de progestágenos (Rowe et al., 2009). En ovejas y cabras existen estudios donde se demuestra que el uso de esponjas intravaginales trae problemas (cambio de la microbiota vaginal, adherencias, vaginitis, entre otros) que afectan la

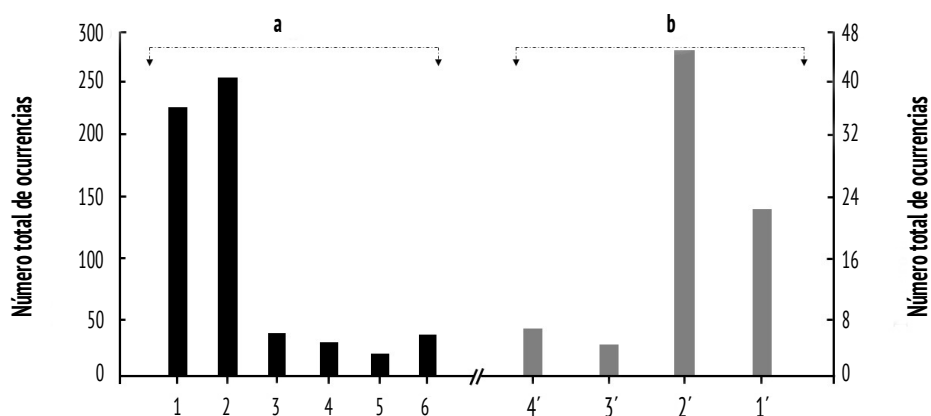
“atractividad sexual” para el macho debido al cambio en la liberación de feromonas vaginales (Amin, 1996; Suárez et al., 2006). En efecto, los machos prefieren aparearse con hembras que presentan estro y que las feromonas no sean enmascaradas por otras sustancias que inhiban la “atractividad sexual” (Synnott y Fulkerson, 1984; Guillén-Muñoz et al., 2016). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la “atractividad sexual” para el macho de cabras criollas lactando sincronizadas con esponjas de progestágenos aplicadas durante cinco días.

## Material y métodos

El experimento fue realizado en el mes de diciembre de 2018 en “San Luis San Pedro”, municipio de Tecpan de Galeana, región Costa Grande de Guerrero. La región se localiza en el trópico al suroeste de México entre los paralelos 17°07' de latitud norte y 100°28' de longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich. En promedio, durante el invierno se presentan temperaturas de 18 °C y durante el verano de 33 °C. Para el estudio fueron divididas 34 cabras criollas lactando en dos grupos de 17 c./u. balanceados de acuerdo al peso ( $31,75 \pm 3,15$  kg) y condición corporal ( $2,9 \pm 0,001$ ;

escala del 1 a 4 con incrementos entre unidades de 0.5 (Honhold et al., 1989).

El tratamiento consistió en colocar a cada hembra una esponja intravaginal impregnada de 20 mg de acetato de flurogestona (FGA; Cronogest, Itervet). Las cabras del grupo testigo (GT) permanecieron con la esponja intravaginal durante 11 días y las del grupo “protocolo corto” (GPC) durante 5 días. Veinticuatro horas después de retirar las esponjas de acuerdo al grupo, se revisó el estro en la mañana y en la tarde durante cuatro días, usando dos machos cabríos de raza Boer. Diferentes machos fueron expuestos a sus respectivos grupos de cabras (GT y GPC) durante 1 h/hora del día (a.m. y p.m.) evaluándose el comportamiento sexual: aproximaciones laterales, olfateos anogenitales, flehmen, intentos de monta, montas sin penetración y montas con penetración (Hart y Jones, 1975). Los caprinos comúnmente salen a pastorear (08:00 am a 12:00 pm) y en las tardes-noches son encerrados en corrales abiertos provistos de bebederos y saladeros. El comportamiento sexual desplegado por los machos cabríos de los dos grupos de hembras fue analizado utilizando la prueba de t para dos muestras independientes. Los resultados fueron considerados significativos cuando fueron menores  $p < 0,05$ .



**Figura 1** - En la gráfica de la izquierda se presenta el comportamiento sexual desplegado por los machos expuestos al GT (1. aproximaciones laterales, 2. olfateos ano-genitales, 3. intentos de monta, 4. montas sin penetración, 5. montas con penetración, 6. flehmen). En la gráfica de la derecha se presenta el comportamiento sexual desplegado por los machos que fueron expuestos al GPC (1'. aproximaciones laterales, 2'. olfateos ano-genitales, 3'. intentos de monta, 4'. flehmen) Las literales a y b representan diferencia significativa del comportamiento sexual desplegado por los machos entre grupos de cabras ( $p < 0,05$ ).

## Resultados y discusión

El comportamiento sexual desplegado por los machos cabríos fue diferente cuando fueron expuestos a ambos grupos de hembras ( $p < 0,05$ ; Figura 1). En efecto, los machos expuestos a hembras del GT presentaron un comportamiento sexual más intenso que aquellos expuestos a hembras del GPC ( $p < 0,05$ ; Figura 1).

Previos estudios muestran que la mayoría de ovejas y cabras sincronizadas con progestágenos responden al estro en las primeras 24 a 48 horas después de retirar los dispositivos intravaginales (Menchaca et al., 2007; Quintero-Elisea et al., 2011). Al respecto Guillen-Muñoz et al. (2016) y Martínez-Ros et al. (2018) mencionan que los machos expuestos a hembras en estro incrementan el comportamiento sexual. Esto se debe muy probablemente a que las hembras en estro liberan feromonas que atraen sexualmente al macho y se presenta el comportamiento proceptivo.

Curiosamente en el presente estudio los machos cabríos expuestos a cabras del GT presentaron un mayor comportamiento sexual. Probablemente, este suceso ocurrió por la diferencia en la calidad del celo presentado entre ambos tratamientos, independientemente del eventual cambio en la microbiota vaginal. De acuerdo a este razonamiento Guillen-Muñoz et al. (2016) mencionan que las cabras que muestran un intenso comportamiento sexual tienen mayor contacto sexual con el macho.

## Conclusión

La "atractividad" sexual de la cabra criolla lactando se ve afectada cuando estas son sincronizadas con esponjas vaginales durante cinco días.

## Referencias

Amin JD. Effect of fluorogestosterone acetate impregnated in-travaginal sponges on vaginal bacterial flora of ewes. Niger J Anim Prod. 1996;23:98-100.

Guillén-Muñoz JM, Meza-Herrera CA, Santos-Jimenez Z, Rivas-Muñoz R, Luna-Orozco JR, Mellado M, et al. Exposure of sexually inactive males to estrogenized females increased the investigative and consummatory sexual behavior. Anim Reprod Sci. 2016;173:97-103.

Hart BL, Jones TOAC. Effects of castration on sexual behavior of tropical male goats. Horm Behav. 1975;6(3):247-58.

Honhold N, Petit H, Halliwell W. Condition scoring scheme for small east african goats in zimbabwe. Trop Anim Health Prod. 1989;21(2):121-7.

Martínez-Rojero RD, Torres-Hernández G, Martínez-Hernández S. Caracterización fenotípica, productiva y reproductiva de la cabra blanca Criolla del "Filo Mayor" de la Sierra Madre del Sur en el estado de Guerrero. Nova Scientia. 2014;6(11):25-44.

Martinez-Ros P, Astiz S, Garcia-Rosello E, Rios-Abellan A, Gonzalez-Bulnes A. Effects of short-term intravaginal progestagen on the onset and features of estrus, preovulatory LH surge and ovulation in sheep. Anim Reprod Sci. 2018;197:317-23.

Menchaca A, Miller V, Salveraglio V, Rubianes E. Endocrine, luteal and follicular responses after the use of the Short-Term Protocol to synchronize ovulation in goats. Anim Reprod Sci. 2007;102:76-87.

Quintero-Elisea JA, Macías-Cruz U, Álvarez-Valenzuela FD, Correa-Calderón A, González-Reyna A, Lucero-Magaña FA, et al. The effects of time and dose of pregnant mare serum gonadotropin (PMSG) on reproductive efficiency in hair sheep ewes. Trop Anim Health Prod. 2011;43(8):1567-73.

Ramírez RG, Loyo A, Mora R, Sanchez EM, Chaire A. Forage intake and nutrition of range goats in a shrubland in northeastern Mexico. J Anim Sci. 1991;69(3):879-85.

Rowe JD, Tell LA, Wagner DC. Animal safety report on intravaginal progesterone controlled internal drug releasing de-vices in sheep and goats. J Vet Pharmacol Ther. 2009;32(3):303-5.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2017 [consultado 5 mar 2019]. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap>.

Suárez G, Zunino P, Carol H, Ungerfeld R. Changes in the aerobic vaginal bacterial mucous load and assessment of the susceptibility to antibiotics after treatment with intravaginal sponges in anestrous ewes. *Small Rumin Res.* 2006;63(1-2):39-43.

Synnott AL, Fulkerson WJ. Influence of social interaction between rams on their serving capacity. *Appl Anim Ethol.* 1984;11(3):283-9.

## REPRODUCCIÓN

# Manifestación del estro y porcentaje de gestación de ovejas de pelo tratadas con diferente dosis de eCG para la sincronización del estro

Hugo Cobos, Rafael Cano-Torres, Nazario Pescador-Salas, José Fernando Vázquez-Armijo\*

Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), Toluca, México

## Resumen

El presente trabajo se realizó en la región sur del estado de México, México, que presenta condiciones de trópico seco; con el objetivo de evaluar la administración de tres dosis de gonadotropina coriónica equina (eCG), en combinación con esponjas intravaginales impregnadas con cronolona, sobre el comportamiento reproductivo de ovejas primíparas con sincronización del estro. Se utilizaron 15 ovejas primíparas F1 (Pelibuey x Dorper), con edad y peso promedio de 8 meses y 30 kg, respectivamente. El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar. Las medias de las variables significativas se analizaron con la prueba de Tukey al nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ . Las proporciones de estro y gestación se analizaron con tablas de contingencia, con análisis de datos no paramétricos relacionados, por lo que se realizaron pruebas de Chi-cuadrada. El porcentaje de estro no mostró diferencias entre tratamientos. El tratamiento control presentó diferencias ( $p < 0,05$ ) en las horas a estro, con respecto a los tratamientos dosis baja y dosis comercial recomendada,  $37,86 \pm 8,7$  vs  $29,31 \pm 9,04$  y  $27,25 \pm 5,34$ , respectivamente. La distribución de las ovejas con respecto a las horas a estro, se encontraron diferencias ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos, donde las ovejas con dosis comercial recomendada mostraron mayor porcentaje de ovejas en estro en el rango de 12 - 24 h, mientras que las ovejas con tratamiento control mostraron el mayor porcentaje de ovejas en estro en el rango 36 - 48 h. El porcentaje de gestación no fue diferente entre tratamientos, con una media general de 90 %. Los resultados obtenidos señalan que la eCG, en programas de sincronización del estro de ovinos de pelo reduce el intervalo a estro y concentran la presencia del estro en un periodo de tiempo más corto, sin modificar los porcentajes de estro y gestación.

**Palabras clave:** Ovinos. Gonadotropinas. Sincronización del estro.

## REPRODUCCIÓN

# Resultados de un programa de transferencia de embriones con ovinocultores de Morelos, México

Octavio Mejía Villanueva<sup>1\*</sup>, Juan Carlos Jacinto Hernández<sup>1</sup>, Israel Domínguez<sup>2</sup>, César Flores Serrano<sup>1</sup>, Frida Salmerón Sosa<sup>3</sup>

## Resumen

En dos etapas (E1 y E2), con diferencia de 95 días entre ellas, se usaron las mismas 14 Katahdin donadoras de embriones. La recolección de los embriones se hizo siete días después de la primera monta con sementales Katahdin. Las estructuras recolectadas se clasificaron en embriones, ovocitos, masas celulares o zonas pelúcidas. Las estructuras seleccionadas, embriones calidad 1 ó 2 y las masas celulares, fueron colocadas en medio de mantenimiento y envasadas en pajillas de 0,25 ml para su transporte del sitio de recolección al sitio de transferencia. Se obtuvieron  $10,8 \pm 0,8$  cuerpos lúteos en la E1 y  $11,0 \pm 0,9$  en la E2,  $8,0 \pm 0,7$  estructuras totales en la E1 y  $8,2 \pm 0,6$  en la E2,  $6,5 \pm 0,8$  embriones transferibles en la E1 y  $7,0 \pm 0,4$  en la E2; su número fue comparado entre etapas por pruebas de t pareadas. En la E1 se transfirieron 100 estructuras a 88 receptoras y 71 parieron 74 crías; en la E2, se transfirieron 125 estructuras en 96 receptoras y el 74 parieron 80 corderos. El porcentaje de gestantes y paridas se comparó mediante  $\chi^2$ . Entre

etapas, no hubo diferencias estadísticas para ninguna de las variables analizadas ( $p > 0,05$ ). El promedio de embriones transferibles y el número de receptoras gestantes por etapa, es similar a lo reportado en otros trabajos. Algunas de las masas celulares transferidas, a pesar de clasificarse como no transferibles, resultaron en el nacimiento de crías.

**Palabras clave:** Transferencia embriones. Ovinos. Katahdin. Mejoramiento genético.

## Introducción

Dado el incremento en los últimos 15 años de la producción de carne con ovinos de pelo en México, entre los que destaca la raza Katahdin, ya sea como animales puros o en diferentes cruzamientos, se llevó a cabo el Proyecto de Mejoramiento Genético

Ovino en el Estado de Morelos, usando técnicas de reproducción asistida como la transferencia de embriones, del cual se presentan algunos resultados.

## Material y métodos

En dos etapas (E1 y E2), durante los meses de octubre a febrero, se usaron las mismas 14 Katahdin donadoras de embriones, alojadas en el CEIEPO de la FMVZ-UNAM, sincronizadas previamente con esponjas de 20 mg de FGA, superovuladas con 180 mg de FSH y montadas directamente con sementales Katahdin.

La recolección de los embriones por minilaparotomía medio ventral asistida laparoscópicamente, se hizo siete días después de la primera monta (Mejía et al, 2018). Las estructuras recolectadas se dividieron en embriones, ovocitos, masas celulares y zonas pelúcidas. Mórulas compactas, blastocistos iniciales, maduros o expandidos, excelentes o buenos (calidad 1) y regulares (calidad 2), fueron clasificados como transferibles y las masas celulares como no transferibles (Bó y Maplefort, 2013); aún así fueron seleccionadas junto a los embriones transferibles, colocadas en medio de mantenimiento y envasadas en pajillas de 0,25 ml, para su transporte del sitio de recolección al de transferencia con el ovinocultor designado, algunos de ellos ubicados a varias horas de distancia.

Mediante minilaparotomía asistida laparoscópicamente, se transfirieron las estructuras seleccionadas a 184 receptoras cruzas de diferentes razas, sincronizadas con esponjas de 20 mg de FGA y 300 UI de eCG a su retiro, detectadas en estro con machos celadores siete días antes de la transferencia (Mejía et al, 2018).

Treinta días después de la transferencia se realizaron ultrasonografías de imagen (Jones et al, 2016) y al parto se registró el número de crías nacidas. El número de cuerpos lúteos, estructuras totales y embriones transferibles, entre etapas, fueron comparados por pruebas de t pareadas; mientras que el porcentaje de eficiencia en la recolección (relación cuerpos lúteos/estructuras obtenidas), así como el de gestantes y paridas, mediante pruebas de  $\chi^2$  (Watty, 2016).

## Resultados

Entre la E1 y la E2 transcurrieron  $95,0 \pm 12,9$  días. En la Tabla 1 se presentan el número de cuerpos lúteos, estructuras totales, embriones transferibles obtenidos y la eficiencia en la recolección por etapa.

En las Tablas 2 y 3, se presentan la proporción y número de receptoras diagnosticadas gestantes por ultrasonografía de imagen y el de las paridas, así como el tipo de estructura transferida, el tipo de parto y el número de crías nacidas por etapa.

**Tabla 1** - Respuesta de las donadoras

Donadoras	Cuerpos lúteos (Prom $\pm$ E.E.)	Estructuras totales (Prom $\pm$ E.E.)	Embriones transferibles (Prom $\pm$ E.E.)	Eficiencia en la recolección (%)
E1 (n = 14)	10,86 $\pm$ 0,85 <sup>a</sup>	8,00 $\pm$ 0,71 <sup>a</sup>	6,57 $\pm$ 0,86 <sup>a</sup>	73,6 <sup>a</sup>
E2 (n = 14)	11,07 $\pm$ 0,94 <sup>a</sup>	8,21 $\pm$ 0,60 <sup>a</sup>	7,00 $\pm$ 0,49 <sup>a</sup>	74,8 <sup>a</sup>

Nota: E = etapa. Valores con la misma literal no son estadísticamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 2** - Respuesta de las receptoras

Receptoras	Estructuras transferidas	Gestantes por ultrasonografía	Receptoras paridas	Crías nacidas
E1 (n = 88)	100	82,9% <sup>a</sup> (73)	80,6% <sup>a</sup> (71)	74
E2 (n = 96)	125	78,1% <sup>a</sup> (75)	77,0% <sup>a</sup> (74)	80

Nota: E = etapa. Valores con la misma literal no son estadísticamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 3** - Estructuras transferidas y tipo de parto de las receptoras

Estucturas transferidas	Receptoras transferidas	Receptoras paridas	Tipo de parto	
<b>1 embrión</b>			Simple	
Etapa 1	77	62	62	
Etapa 2	72	55	55	
<b>2 embriones</b>			Simple	Doble
Etapa 1	6	5	3	2
Etapa 2	11	8	6	2
<b>3 embriones</b>			Simple	Doble
Etapa 1	0	0	0	0
Etapa 2	5	4	2	2
<b>1 embrión + 1 masa de células</b>			Simple	Doble
Etapa 1	3	2	2	0
Etapa 2	8	7	5	2
<b>1 embrión + 2 masas de células</b>			Doble	
Etapa 1	1	1	1	
Etapa 2	0	0	0	
<b>2 masas de células</b>			Simple	
Etapa 1	1	1	1	
Etapa 2	0	0	0	

## Discusión

En pequeños rumiantes se obtienen de 6 a 8 embriones transferibles por donadora (Scudamore et al., 1991; Cervantes et al., 2007) y una fertilidad en las receptoras del 60-80% (Kraemer, 1989), valores similares a los de este trabajo. El producir embriones en las mismas donadoras en dos ocasiones, no afectó su respuesta (Tabla 1). Es factible transportar los embriones por distancias largas y varias horas, envasados en pajillas con medio de mantenimiento, sin afectar su viabilidad; ya que en la Tabla 2, se muestra que la fertilidad en las receptoras fue adecuada.

Si bien se ha reportado que la mayor fertilidad se obtiene al transferir dos embriones por receptora (Kraemer, 1989; Scudamore et al., 1991), en el presente trabajo la mayoría de los embriones se transfirieron individualmente con buenos resultados (Tabla 3). Algunas de las masas

celulares transferidas, a pesar de clasificarse como no transferibles, resultaron en el nacimiento de crías.

## Conclusión

El promedio de embriones transferibles recolectados y el número de receptoras gestantes por etapa es aceptable, ya que es similar a lo reportado anteriormente. Estructuras transferidas, clasificadas como no transferibles, originaron el nacimiento de crías.

## Referencias

Bó GA, Maplefot RJ. Evaluation and classification of bovine embryos. *Anim Reprod*. 2013;10(3):344-8.

Cervantes MJ, Juárez ML, Mejía VO, Berruecos VJ, Vera AH, Valencia J. Use of fluorogestone acetate after breeding to reduce the effect of premature luteal regression in dairy goats when superovulation is induced with FSH. *Anim Reprod Sci*. 2007;97(1-2):47-54.

Jones AK, Gately RE, McFadden KK, Zinn SA, Govoni KE, Reed SA. Transabdominal ultrasound for detection of pregnancy, fetal and placental landmarks, and fetal age before day 45 of gestation in the sheep. *Theriogenology*. 2016;85(5):939-45.

Kraemer DC. Embryo collection and transfer in small ruminants. *Theriogenology*. 1989;31(1):141-8.

Mejía O, Hernández V, Murcia C, Rojas S, Castaño C, Bóveda P, et al. Progesterone promotes foetal growth in a restricted interspecies gestation (*Ovis Canadensis* x *Ovis aries*). *Veterinaria México OA*. 2018;5(3).

Scudamore CL1, Robinson JJ, Aitken RP, Kennedy DJ, Ireland S, Robertson IS. Laparoscopy for intrauterine insemination and embryo recovery in superovulated ewes at a commercial embryo transfer unit. *Theriogenology*. 1991;35(2):329-37.

Watty AMD. Estadística para veterinarios y zootecnistas. Ciudad de México: Newton; 2016. 357 p.



## REPRODUCCIÓN

# Semen congelado a una concentración reducida para la inseminación intrauterina de ovejas domésticas

Octavio Mejía Villanueva <sup>1\*</sup>, Areli Molina Castañeda <sup>1</sup>, Juan Carlos Jacinto Hernández <sup>1</sup>, César Flores Serrano <sup>1</sup>, Frida Salmerón Sosa <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina (CEIEPO), Faculty of Veterinary Medicine, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

<sup>2</sup> Departamento de Genética y Bioestadística, Faculty of Veterinary Medicine, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

## Resumen

Se inseminaron por laparoscopia 34 borregas Hampshire, divididas en dos grupos y sincronizadas con esponjas de 20 mg de FGA y 200 UI de eCG. Se recolectó semen de un borrego Hampshire, se diluyó en un extensor comercial y se congeló a  $7 \times 10^6$  en pajillas de 0.25 ml, empleando una hielera de unicel con LN<sub>2</sub>. La descongelación se realizó a 37 °C por 20 segundos. Entre las hembras inseminadas se compararon la fertilidad y prolificidad mediante pruebas de  $\chi^2$ . La motilidad progresiva del semen de  $7 \times 10^6$  y de  $70 \times 10^6$  fue del 50% a la descongelación. La fertilidad del grupo inseminado con  $7 \times 10^6$  (n = 18) fue del 44.4% (8/18) y la del de  $70 \times 10^6$  (n = 16) del 56.2% (9/16), mientras que la prolificidad del grupo inseminado con  $7 \times 10^6$  fue del 125% y la del grupo con  $70 \times 10^6$  del 133%, sin diferencias estadísticas (p > 0.05). Si bien la fertilidad y la prolificidad fueron inferiores en las inseminadas con  $7 \times 10^6$ , estos parámetros no fueron afectados significativamente, por lo que se considera

factible la congelación de semen a  $7 \times 10^6$  para su uso en la inseminación intrauterina de ovejas domésticas.

**Palabras clave:** Dosis reducidas. Inseminación intrauterina. Fertilidad. Prolificidad.

## Introducción

En las ovejas es ahora común el depósito de semen mediante laparoscopia, ya que origina una fertilidad aceptable y consistente; no menor al 50% con semen fresco y de entre 30 al 50% con semen previamente congelado (Evans y Maxwell, 1990).

Gracias al conocimiento de los procesos que ocurren durante la dilución, la congelación y la descongelación del semen, cuya principal consecuencia es la muerte de entre un 30 a 50%

de los espermatozoides que se manipulan y el acortamiento de la vida útil de los sobrevivientes (Holt y North, 1994; Purdy, 2006), se han elaborado diluyentes cada vez más eficientes, establecido tiempos más precisos para su enfriamiento paulatino y empleado materiales sencillos para su congelación (Mejía et al, 2009; Bóveda et al, 2018), lo que aunado a la inseminación intrauterina permite plantear su congelación a concentraciones aún menores. Con base en lo anterior, se recolectó y congeló semen a una concentración de  $7 \text{ ó } 70 \times 10^6$  y se inseminaron dos grupos de borregas, para estimar y comparar en ellas la fertilidad y la prolificidad obtenida.

## Material y métodos

El trabajo se realizó en el CEIEPO de la FMVZ-UNAM durante los meses de agosto y septiembre. Se recolectó el semen de un macho adulto Hampshire en dos ocasiones, mediante el empleo de una vagina y un maniquí artificial. En el semen recolectado se realizó una evaluación básica: volumen en ml, % de motilidad progresiva inicial (antes de la congelación), % de viabilidad (vivos) y % de morfología (normales) con tinción eosina-nigrosina y se estimó la concentración espermática con un fotómetro. Entre la primera y la segunda recolección transcurrieron quince días y solamente se utilizó para ser congelado el de la

segunda ocasión. El semen eyaculado se diluyó, después de su evaluación, en dos fracciones iguales en un extensor comercial (Triladyl) y se congeló a dos diferentes concentraciones,  $7 \text{ ó } 70 \times 10^6$ , en pajillas de 0.25 ml empleando una hielera de unicelel con  $\text{LN}_2$ . La descongelación se realizó en baño María a  $37 \text{ °C}$  durante 20 segundos. En el semen descongelado únicamente se determinó la motilidad progresiva final (a la descongelación) (Mejía et al, 2009).

Se utilizaron 34 borregas Hampshire sincronizadas con esponjas vaginales con 20 mg de acetato de fluorogestona por 10 días y a su retiro 200 UI de gonadotropina coriónica equina. Se detectaron calores con un macho cubierto con un mandil y las que presentaron estro fueron divididas en dos grupos: dosis  $7 \times 10^6$  ( $n = 18$ ) y dosis  $70 \times 10^6$  ( $n = 16$ ) para ser inseminadas intrauterinamente con la ayuda de un laparoscopio (Mejía et al, 2018). Entre los grupos se compararon los porcentajes de fertilidad y de prolificidad mediante pruebas de  $\text{Xi}^2$  (Watty, 2016).

## Resultados

En la Tabla 1 se presentan las características del semen utilizado.

En la Tabla 2 se presentan la fertilidad y la prolificidad de las borregas inseminadas intrauterinamente con dosis de  $7 \times 10^6$  ó de  $70 \times 10^6$ .

**Tabla 1** - Características del semen antes y después de la congelación

Volumen	Motilidad progresiva inicial	Viabilidad (vivos)	Morfología (normales)	Concentración espermática	Motilidad progresiva final $7 \times 10^6$	Motilidad progresiva final $70 \times 10^6$
2,1 ml	90%	92%	96%	$3580 \times 10^6/\text{ml}$	50%	50%

**Tabla 2** - Fertilidad y prolificidad de las borregas inseminadas

Grupo	Fertilidad	Prolificidad
$7 \times 10^6$ ( $n = 18$ )	44.4% <sup>a</sup> (8/18)	125% <sup>a</sup>
$70 \times 10^6$ ( $n = 16$ )	56.2% <sup>a</sup> (9/16)	133% <sup>a</sup>

Nota: Valores con la misma literal no son estadísticamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Discusión

Para la inseminación intrauterina de ovejas domésticas se emplean dosis congeladas a concentraciones de entre 40 y 100 millones, para asegurar a la descongelación el contar con al menos  $20 \times 10^6$  de espermatozoides móviles, cifra considerada como el “número mínimo de

seguridad” que no afecta la fertilidad de las hembras a inseminar (Evans y Maxwell, 1990). Sin embargo, también hay reportes del uso de dosis a menor concentración con resultados aceptables (McKelvey, 1985; Maxwell, 1986). En el presente trabajo, las características del semen congelado a una concentración reducida de  $7 \times 10^6$ , no afectó su motilidad progresiva a la descongelación (Tabla 1), y si bien es indispensable realizar una evaluación más detallada del semen descongelado, para estimar con precisión la cantidad y calidad de los espermatozoides depositados intrauterinamente, en este trabajo ni la fertilidad ni la prolificidad, aún siendo menores a las originadas con el empleo de dosis congeladas a  $70 \times 10^6$ , disminuyeron significativamente (Tabla 2). La inseminación laparoscópica con dosis a una concentración reducida, permite optimizar el uso de sementales de alto valor genético y en su caso, el empleo de semen previamente manipulado, como en la separación de espermatozoides móviles por centrifugación en gradientes de densidad para su sexado (Rojas, 2011) o como en el sexado del semen por citometría de flujo (De Graaf, 2007), ya que estas técnicas aún son pocos eficientes y ofrecen como resultado final cantidades muy bajas de espermatozoides viables, que fluctúan entre los  $2 - 4 \times 10^6$ , valores similares a los empleados, a la descongelación, en el presente trabajo.

## Conclusión

El empleo de dosis de semen a una concentración reducida de  $7 \times 10^6$ , no disminuye significativamente la fertilidad ni la prolificidad de las hembras inseminadas intrauterinamente por laparoscopia.

## Referencias

- Bóveda P, Estes M, Castaño C, Toledano-Díaz A, López-Sebastián A, Muñoz A, et al. Slow and ultra-rapid cooling protocols for cryopreserving mouflon (*Ovis musimon*) and fallow deer (*Dama dama*) epididymal sperm. *Anim Reprod Sci.* 2018;192:193-9.
- De Graaf SP, Evans G, Maxwell WM, Cran DG, O'Brien JK. Birth of offspring of pre-determined sex after artificial insemination of frozen-thawed, sex-sorted and re-frozen-thawed ram spermatozoa. *Theriogenology.* 2007;67(2):391-8.
- Evans G, Maxwell WMC. Inseminación Artificial de Ovejas y Cabras. España: Acribia; 1990. 204 p.
- Holt W, North RD. Effects of temperature and restoration of osmotic equilibrium during thawing on the induction of plasma membrane damage in cryopreserved ram spermatozoa. *Biol Reprod.* 1994;51(3):414-24.
- Maxwell WMC. Artificial insemination of ewes with frozen-thawed semen at a synchronised oestrus. 2. Effect of dose of spermatozoa and site of intrauterine insemination on fertility. *Anim Reprod Sci.* 1986;10(4):309-16.
- McKelvey W, Robinson JJ, Aitken R, Henderson G. The evaluation of a laparoscopic insemination technique in ewes. *Theriogenology.* 1985;24(5):519-35.
- Mejía M, Medrano A, Gonzalez-Rebeles C, Mejía O. Capacitation status of frozen -thawed spermatozoa from wild ruminants. *Eur J Wildl Res.* 2009;55(1):1-6.
- Purdy PH. A review on goat semen cryopreservation. *Small Rumin Res.* 2006;63(3):215-25.
- Rojas Y, Arriaga L, Gutiérrez M, Mancilla I, Valencia J, Aguirre M, et al. Centrifugación de semen ovino para su sexado en ficoll-diatrizoato de sodio y uso en la inseminación artificial. XXXV Congreso Nacional de Buiatría; 11-13 ago 2011; León, México. Ciudad de México: AMMVEB; 2011. 5 p.
- Villanueva OM, Cazadero VH, Mejía CM, Maya SR, García CC, Gómez PB, et al. Progesterone promotes foetal growth in a restricted interspecies gestation (*Ovis Canadensis* x *Ovis aries*). *Vet Méx OA.* 2018;5(3).
- Watty AMD. Estadística para veterinarios y zootecnistas. Ciudad de México: Newton; 2016. 356 p.

## REPRODUCCIÓN

# Sincronización de celos en ovejas primíparas con doble dosis de prostaglandinas

José Guadalupe Ávila Ontiveros<sup>1\*</sup>, Diana Isabel Arboleda Santa<sup>1</sup>, Areli Monter López<sup>1</sup>, Rodolfo Ramírez Valverde<sup>2</sup>

<sup>1</sup> AA Biotecnología Reproductiva (AAB), Querétaro, México

<sup>2</sup> Posgrado de Producción Animal, Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Chapingo, México

## Resumen

El objetivo fue evaluar el comportamiento reproductivo de ovejas primíparas inseminadas a celo sincronizado con prostaglandinas. Se utilizaron 94 corderas de raza Katahdin y 41 Pelibuey sincronizadas con doble dosis de 265 µg de cloprostenol separadas entre sí por diez (PG10) u once días (CLOPROSTAAB IA). Las ovejas que mostraron celo se inseminaron dentro de 68 a 72 horas después de la segunda dosis de cloprostenol. Se evaluó la incidencia de celos (IC), fertilidad (F) y prolificidad (P). La IC fue similar entre razas y métodos de sincronización ( $p > 0,05$ ). No se detectaron diferencias en F ni por raza ni por método de sincronización, aunque se observó una tendencia ( $p < 0,08$ ) en significancia para mayor F en CLOPROSTAAB IA (67,18 %) que en PG10 (52,30 %); así como mayor en Pelibuey (71,05 %) con respecto a Katahdin (54,94 %). No se detectaron diferencias en P para raza ni por método de sincronización, pero se considera una tendencia ( $p < 0,11$ ) a significancia para mayor P en CLOPROSTAAB IA (151 %) que en PG10 (138 %); así como mayor en Pelibuey (151 %) con respecto a Katahdin (142 %). Es factible sincronizar celos para inseminación artificial en ovejas primíparas utilizando doble dosis de prostaglandinas separadas entre si por 11 días. El tiempo entre aplicaciones de prostaglandinas

modifica la fertilidad y prolificidad de ovejas primíparas inseminadas.

**Palabras clave:** Ovejas. Prostaglandinas. Sincronización.

## Introducción

La inseminación artificial (IA) en ovejas adultas es cada vez más utilizada por los criadores de pie de cría. En primíparas la IA es poco utilizada, probablemente debido a la variación en respuesta a los tratamientos de sincronización con progestágenos y gonadotropina coriónica equina (eCG). La eCG por su efecto folículo estimulante, puede modificar la tasa ovulatoria e incrementar el tamaño de camada (Zaiem et al., 1996) lo que en primíparas aumenta el riesgo de mortalidad de corderos.

Las prostaglandinas y sus análogos sintéticos han mostrado ser eficientes para sincronizar celos en ovejas que están ciclando. El mecanismo de acción es la lisis y regresión del cuerpo lúteo (Fierro et al.

2013), por lo que no hay un estímulo adicional sobre desarrollo folicular como ocurre en los protocolos con eCG (Ávila et al., 2016). No obstante, en ovejas sincronizadas con prostaglandinas e inseminadas, los resultados de fertilidad han sido variables y consistentemente bajos (Fierro et al., 2011; Olivera-Muzante et al., 2011). La variación de fertilidad en protocolos con doble dosis de prostaglandinas, puede ser debida en parte por el intervalo entre aplicaciones (Fierro et al., 2013).

El objetivo fue evaluar el comportamiento reproductivo de ovejas primíparas inseminadas después de la sincronización de celos con doble dosis de prostaglandinas.

## Material y métodos

El estudio se realizó de noviembre 2017 a enero 2018 en el Rancho Peñitas de Posta El 4, localizado a 20° 56' LN y 102° 41' LW en Jalisco, México. Se utilizaron 94 corderas de raza Katahdin y 41 Pelibuey sincronizadas por aplicación intramuscular de dos inyecciones de 265 µg de cloprostenol (Celosil, Shering Plough®) separadas entre sí por diez (PG10) u once días (CLOPROSTAAB IA). Se detectaron calores con machos enteros con mandil, iniciando 48 horas después de la segunda

aplicación de prostaglandinas y después cada 12 horas. Las ovejas que mostraron celo se inseminaron intrauterinamente vía laparoscópica con semen congelado, en dosis de  $50 \times 10^6$  espermatozoides.

La inseminación se realizó dentro de 68 y 72 horas después de la segunda aplicación de prostaglandinas. Se evaluó la incidencia de celos (IC, ovejas en celo/ ovejas tratadas), fertilidad (F, ovejas paridas/ovejas inseminadas) y prolificidad (P, corderos nacidos/ ovejas paridas). Las variables IC y F se analizaron por regresión logística, mientras que P se analizó por regresión Poisson utilizando el programa SAS (SAS, 2004).

## Resultados y discusión

No se detectaron diferencias en IC ni por raza ( $p = 0,30$ ), ni por método de sincronización ( $p = 0,97$ ), los valores son congruentes con lo estimado por Ávila et al. (2016) en ovejas F1 Katahdin x Pelibuey.

No se detectaron diferencias en F ni por raza ( $p = 0,072$ ) ni por método de sincronización ( $p = 0,072$ ). Sin embargo, puede considerarse una tendencia a significancia ( $p < 0,08$ ) para mayor F en CLOPROSTAAB IA que en PG10; así como para Pelibuey con respecto a Katahdin (Tabla 1).

**Tabla 1** - Comportamiento reproductivo de ovejas primíparas inseminadas después de la sincronización con doble dosis de prostaglandinas

Raza	Metodo de sincronización					
	PG10		CLOPROSTAAB IA		GLOBAL	
	No.	Valor	No.	Valor	No.	Valor
<b>Fertilidad</b>						
Katahdin	(21/45 <sup>a</sup> )	46,67 %	(29/46 <sup>a</sup> )	63,04 %	(50/91 <sup>1</sup> )	54,94 %
Pelibuey	(13/20 <sup>a</sup> )	65,00 %	(14/18 <sup>a</sup> )	77,78 %	(27/38 <sup>1</sup> )	71,05 %
Global	(34/65 <sup>a</sup> )	52,30 %	(43/64 <sup>a</sup> )	67,18 %	(77/129)	59,68 %
<b>Prolificidad</b>						
Katahdin	(28/21 <sup>a</sup> )	1,33 ± 0,57	(43/29 <sup>a</sup> )	1,48 ± 0,63	(71/50 <sup>1</sup> )	1,42 ± 0,62
Pelibuey	(19/13 <sup>a</sup> )	1,46 ± 0,51	(22/14 <sup>a</sup> )	1,57 ± 0,51	(41/27 <sup>1</sup> )	1,51 ± 0,50
Global	(47/34 <sup>a</sup> )	1,38 ± 0,54	(65/43 <sup>a</sup> )	1,51 ± 0,59	(112/77)	1,45 ± 0,57

Nota: Datos con literales diferentes en la misma línea difieren entre sí ( $p < 0,05$ ). Datos con superíndice numérico en la misma columna difieren entre sí ( $p < 0,05$ ).

No se detectaron diferencias en P por método de sincronización ( $p = 0,066$ ) ni por raza ( $p = 0,1040$ ). Sin embargo, para ambos efectos puede considerarse como una tendencia a significancia ( $p < 0,11$ ) en las diferencias con mayor p en CLOROSTAAB IA que en PG10; así como mayor P en Pelibuey que en Katahdin (Tabla 1).

Aunque la diferencia entre aplicaciones de prostaglandinas en los tratamientos fue de sólo un día, esto afectó la fertilidad y prolificidad, probablemente por el dinamismo a nivel del ovario durante la fase luteal de la oveja. Fierro et al. (2013) sugieren que al sincronizar con doble dosis de prostaglandinas la respuesta depende del estado de desarrollo de la onda folicular al momento de la segunda aplicación.

La mayor F y P en ovejas Pelibuey respecto a Katahdin pueden ser asociadas a un mejor desempeño reproductivo de Pelibuey de manera natural. Los valores de prolificidad publicados para ganado de registro en México (UNO, 2014), son superiores en Pelibuey (1,82) que en Katahdin (1,70).

## Conclusion

Es factible sincronizar celos para inseminación artificial en ovejas primíparas, utilizando doble dosis de prostaglandinas. El tiempo entre aplicaciones de prostaglandinas modifica la fertilidad y prolificidad de ovejas primíparas inseminadas.

## Referencias

Ávila OJG, Arboleda SDI, Monter LA, Lara PSJ. Sincronización de celos en ovejas receptoras utilizando doble dosis de cloprostenol o progesterona más PMSG. XLIII Reunión de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria A.C.; 3-6 oct 2016; San Luis Potosí, México. 2016. 425 p.

Fierro S, Gil J, Viñoles C, Olivera-Muzante J. The use of prostaglandins in controlling estrous cycle of the ewe: A review. *Theriogenology*. 2013;79(3):399-408.

Fierro S, Olivera-Muzante J, Gil J, Viñoles C. Effects of prostaglandin administration on ovarian follicular dynamics, conception, prolificacy, and fecundity in sheep. *Theriogenology*. 2011;76(4):630-9.

Olivera-Muzante J, Fierro S, López V, Gil J. Comparison of prostaglandin and progesterone based protocols for timed artificial insemination in sheep. *Theriogenology*. 2011;75(7):1232-8.

SAS Institute Inc. JMP Statistic Visual 8.0. Cary, NC: SAS Institute Inc.; 2004.

UNO - Unión Nacional de Ovinocultores. Evaluaciones genéticas en ovinos. Catálogo de sementales de alto valor genético. 2014 [acceso 24 jan 2019]. Disponible en: <https://tinyurl.com/y5burktn>.

Zaiem I, Tainturier D, Chemli J, Soltani M. Utilisation d' éponges vaginales associées á dos doses différentes de PMSG pour l'amélioration des performances de reproduction chez la brebis noire. *Rev Med Vet*. 1996;147(4):305-10.

## REPRODUCCIÓN

# Sincronización de celos para inseminación artificial en ovejas de pelo utilizando progestágenos + eCG o prostaglandinas

J. Guadalupe Ávila Ontiveros<sup>1\*</sup>, Diana I. Arboleda Santa<sup>1</sup>, Areli Monter López<sup>1</sup>, Rodolfo Ramírez Valverde<sup>2</sup>, Benito Pliego Cadena<sup>3</sup>

<sup>1</sup> AA Biotecnología Reproductiva, Querétaro, México

<sup>2</sup> Posgrado de Producción Animal, Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Texcoco, México

<sup>3</sup> Consultor

## Resumen

Con el objetivo de evaluar el comportamiento reproductivo de ovejas de pelo inseminadas a celo sincronizado con progestágenos + eCG o prostaglandinas, se utilizaron 164 hembras de raza Katahdin (49), Dorper (51) y Pelibuey (64) sincronizadas con uno de dos tratamientos: 1) FGA+eCG= esponjas intravaginales con 20 Mg de FGA por 12 días y 300 UI de eCG 48 horas antes del retiro de esponja o 2) CLOPROSTAAB IA = dos aplicaciones de 265 µg de cloprostenol con intervalo de 11 días. Las ovejas que mostraron celo se inseminaron dentro de 48 a 52 h después del retiro de esponja o 72 a 76 horas después de la segunda dosis de cloprostenol, respectivamente. Se evaluó la incidencia de celos (IC) y fertilidad (F) mediante regresión logística, y prolificidad (P) mediante regresión Poisson. No se detectaron diferencias en IC ( $p > 0,05$ ). La F fue similar entre tratamientos y razas ( $p > 0,05$ ), pero se detectó interacción raza por tratamiento, donde las ovejas Dorper y Pelibuey presentaron mayor fertilidad en FGA+eCG (61,54 y 90,91 %) que en CLOPROSTAAB IA (42,86 y 60,81 %), respectivamente; caso contrario a lo detectado en Katahdin (FGA + eCG=

60,87 % vs CLOPROSTAAB IA = 76,00 %). La P fue mayor en Katahdin (1,63) y Pelibuey (1,80) que en Dorper (1,44), aunque no fue afectada por el método de sincronización. Se puede sincronizar celos para inseminación artificial con FGA + eCG o prostaglandinas en ovejas de pelo. La fertilidad en la inseminación a celo sincronizado con prostaglandinas puede variar con el grupo genético sincronizado.

**Palabras clave:** Ovejas. Sincronización. Prostaglandinas.

## Introducción

La sincronización de celos permite obtener una alta cantidad de hembras en calor en un período corto. La administración intravaginal de progesterona o progestágenos en conjunto con la aplicación de gonadotropina coriónica equina (eCG), es la técnica de sincronización más utilizada en ovejas por su alta eficiencia (Evans

y Maxwell, 1990). Sin embargo, esta técnica es cada vez más cuestionada por aspectos de carácter ético y ecológico (Fierro et al., 2013). El uso de prostaglandinas como una alternativa de menor costo, bajo impacto ambiental y residual en el organismo, ha mostrado ser eficiente para sincronizar celos en ovejas (Fierro et al., 2013). Al utilizar prostaglandinas se obtienen resultados aceptables en incidencia de celos y fertilidad, tanto con monta natural (Beck et al., 1987) como con receptoras de embriones (Ávila et al., 2016). Sin embargo, la fertilidad en ovejas inseminadas ha sido consistentemente baja (Fierro et al., 2011; Olivera-Muzante et al., 2011). El objetivo fue evaluar el comportamiento reproductivo de ovejas de pelo inseminadas a celo sincronizado con progestágenos + eCG o prostaglandinas.

## Material y métodos

El estudio se realizó durante la estación reproductiva de 2016 en el Rancho Los Monjes, ubicado a 18° 42' LN y 98° 30' LW, en Puebla, México. Se utilizaron 164 hembras multíparas de las razas Katahdin (49), Dorper (51) y Pelibuey (64) sincronizadas con uno de dos tratamientos: 1) FGA + eCG = esponjas intravaginales impregnadas con 20 Mg de acetato de fluorogestona (Chronogest, Intervet®) por 12 días y 300 UI de gonadotropina coriónica equina (eCG, Folligon, Intervet®) 48 horas antes del retiro de esponja o 2) CLOPROSTAAB IA = dos aplicaciones vía intramuscular de 265 µg de cloprostenol (Celosil, Shering P®) con intervalo de 11 días.

Se detectaron calores con machos vasectomizados, iniciando 24 horas después del retiro de la esponja o 48 horas después de la segunda dosis de prostaglandina. Las ovejas que mostraron celo se inseminaron intrauterinamente vía laparoscópica con semen congelado, en dosis de  $50 \times 10^6$  espermatozoides dentro de 48 a 52 h después del retiro de esponja o 72 a 76 horas después de la segunda dosis de cloprostenol, respectivamente. Se evaluó la incidencia de celos (IC, ovejas en celo/ovejas tratadas), fertilidad (F, ovejas paridas/ovejas inseminadas) y prolificidad (P, corderos nacidos/

ovejas paridas). Las variables IC Y F, se analizaron por regresión logística, mientras que la P se analizó por regresión Poisson, utilizando el programa SAS (SAS, 2004).

## Resultados y discusión

No se detectaron diferencias en IC entre razas ( $p = 0,41$ ), ni entre métodos de sincronización ( $p = 0,65$ ), lo que es congruente con lo estimado por otros autores (Fierro et al., 2013). Los valores se situaron entre 89,65 y 100 % por grupo.

La F fue similar entre razas ( $p = 0,07$ ) y entre métodos de sincronización ( $p = 0,20$ ). La interacción raza x método fue significativa ( $p = 0,02$ ), detectándose mayor fertilidad en ovejas Dorper y Pelibuey tratadas con FGA+eCG respecto a aquellas de la misma raza tratadas con prostaglandinas, aspecto contrario a lo detectado en las hembras Katahdin (Tabla 1).

Los resultados contrastan con algunos estudios reportados en la literatura. Investigaciones recientes en ovejas de lana, encontraron mayor fertilidad al sincronizar con progestágenos y eCG que con la aplicación de prostaglandinas en intervalo de siete días e inseminando tanto con semen fresco (Viñoles et al., 2011) como refrigerado (Olivera-Muzante et al., 2011). Las diferencias en los resultados del presente estudio con los mencionados, pueden ser reflejo de las diferencias entre grupos genéticos considerados, pero también por el menor intervalo entre las aplicaciones de prostaglandinas (Fierro et al., 2013).

No se detectaron diferencias en P por método de sincronización ( $p = 0,12$ ), similar a lo reportado por Viñoles et al. (2011). Por el contrario, Olivera-Muzante et al. (2010) estimaron mayor P a favor de ovejas tratadas con medroxiprogesterona y eCG. Las ovejas Dorper presentaron menor P que Katahdin y Pelibuey con valores de 1,44, 1,63 y 1,80, respectivamente ( $p = 0,01$ ). La diferencia en prolificidad entre razas fue similar en proporción a la publicada para ganado de registro en México, donde se reporta 1,49, 1,70 y 1,82 corderos por parto para Dorper, Katahdin y Pelibuey, respectivamente (UNO, 2014).



**Tabla 1** - Comportamiento reproductivo en ovejas de pelo inseminadas después de la sincronización con FGA + eCG o prostaglandinas

	METODO DE SINCRONIZACIÓN			
	CLOPROSTAAB IA		FGA + Ecg	
	No.	VALOR	No.	VALOR
<b>FERTILIDAD</b>				
Dorper	(09/21) <sup>a</sup>	42,86 %	(16/26) <sup>b</sup>	61,54 %
Katahdin	(19/25) <sup>a</sup>	76,00 %	(14/23) <sup>b</sup>	60,87 %
Pelibuey	(17/28) <sup>a</sup>	60,71 %	(30/33) <sup>b</sup>	90,91 %
Global	(45/74) <sup>a</sup>	60,81 %	(60/82) <sup>a</sup>	73,17 %
<b>PROLIFICIDAD</b>				
Dorper	(12/09) <sup>a</sup>	1,33 ± 0,50	(24/16) <sup>a</sup>	1,50 ± 0,63
Katahdin	(32/19) <sup>a</sup>	1,68 ± 0,50	(22/14) <sup>a</sup>	1,57 ± 0,51
Pelibuey	(29/17) <sup>a</sup>	1,70 ± 0,58	(56/30) <sup>a</sup>	1,85 ± 0,65

Nota: Datos con literales diferentes en la misma línea difieren entre sí ( $p < 0,05$ ). Datos con superíndice numérico en la misma columna difieren entre sí ( $p < 0,05$ ).

## Conclusión

Se puede sincronizar celos para inseminación artificial con FGA + eCG o prostaglandinas en ovejas de pelo. La fertilidad en la inseminación a celo sincronizado con prostaglandinas puede variar con el grupo genético sincronizado.

## Referencias

Ávila OJG, Arboleda SDI, Monter LA, Lara PSJ. Sincronización de celos en ovejas receptoras utilizando doble dosis de cloprostenol o progesterona más PMSG. XLIII Reunión de la Asociación Mexicana para la Producción animal y Seguridad Alimentaria; 3-6 oct 2016; San Luis Potosí, México. 2016. p. 425.

Beck NFG, Davies MCG, Davies B, Lees JL. Oestrus synchronization and fertility in ewes: A comparison of three methods. *Anim Sci*. 1987;44(2):251-4.

Evans G, Maxwell WMC. Inseminación Artificial en Ovejas y Cabras. Zaragoza, España: Ed Acriba; 1990. 204 p.

Fierro S, Gil J, Viñoles C, Olivera-Muzante J. The use of prostaglandins in controlling estrous cycle of the ewe: a review. *Theriogenology*. 2013;79(3):399-408.

Fierro S, Olivera-Muzante J, Gil J, Viñoles C. Effects of prostaglandin administration on ovarian follicular dynamics, conception, prolificacy, and fecundity in sheep. *Theriogenology*. 2011;76(4):630-9.

Olivera-Muzante J, Fierro S, López V, Gil J. Comparison of prostaglandin and progesterone based protocols for timed artificial insemination in sheep. *Theriogenology*. 2011;75(7):1232-8.

UNO (Unión Nacional de Ovinocultores). Evaluaciones genéticas en ovinos. Catálogo de sementales de alto valor genético. 2014 [acceso en 2 mar 2019]. Disponible en: <https://tinyurl.com/y5burktn>.

SAS. JMP Statistic Visual. Versión 8.0. Institut Inc. Campus Drive Cary, NC, USA; 2004.

Viñoles C, Paganoni B, Milton JTB, Driancourt MA, Martin GB. Pregnancy rate and prolificacy after artificial insemination in ewes following synchronization with prostaglandin, sponges, or sponges with bactericide. *Anim Prod Sci*. 2011;51(6):565-9.

## REPRODUCCIÓN

# Uso de extracto acetónico de nopal (*Opuntia ficus var. copena* F1) como aditivo en la congelación de semen ovino

Oscar Olvera-Bermúdez<sup>1</sup>, Roberto Augusto Ferriz-Martínez<sup>1</sup>, Luis Javier Montiel-Olguín<sup>1,2</sup>, Héctor Jiménez-Severiano<sup>1,2</sup>, Eleazar Pérez-Trejo<sup>1</sup>, José Guadalupe Gómez-Soto<sup>1</sup>, Héctor Raymundo Vera-Ávila<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Querétaro, México

<sup>2</sup> Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Querétaro, México

## Resumen

Los espermatozoides del carnero son muy susceptibles a daños por estrés oxidativo durante el proceso de enfriamiento y congelación para conservarlos. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de adicionar un antioxidante natural al diluyente para congelación, extracto acetónico de nopal, sobre la motilidad progresiva de espermatozoides de carnero sometido a un protocolo comercial de congelación. Se utilizaron tres diferentes niveles de adición del extracto (0,5, 1,0 y 1,5%) y un control, con 10 réplicas. Se evaluó la motilidad progresiva al término del enfriamiento (MP-Enf) y post descongelado (MP-Des). Con respecto al control, la adición de 1,5 % de extracto de nopal al diluyente afectó la MP-Enf y la MP-Des (68,5 vs 16,0 % MP-Enf y 38,7 vs 8,2 % MP-Des en Control vs 1,5% de extracto), mientras que la de 0,5 % la mejoró (68,5 vs 72,5 % MP-Enf y 38,7 vs 44,2 % MP-Des en Control vs 0,5% de extracto). El extracto acetónico de nopal tiene potencial para ser utilizado como aditivo en el diluyente para congelar semen de carnero, mejorando la motilidad progresiva post descongelado de las células espermáticas.

**Palabras clave:** Semen congelado. Viabilidad espermática. Antioxidante natural. Carnero.

## Introducción

Los espermatozoides de carnero son muy susceptibles a sufrir daño por oxidación a causa de Especies Reactivas a Oxígeno (ERO) ya que contienen una alta proporción de ácidos grasos poliinsaturados en su membrana (Mehdipour et al., 2016).

El enfriamiento y congelación de semen de carnero reduce la motilidad y afecta la integridad de la membrana espermática, estos cambios son asociados con una pérdida de la capacidad fertilizante; aunque muchos espermatozoides siguen siendo motiles después del descongelado, sus membranas se desestabilizan de manera similar a lo que ocurre durante la capacitación espermática

puediendo presentarse reacciones acrosómicas prematuras (Maxwell y Watson, 1996).

Agregando antioxidantes al diluyente durante el proceso de congelación de semen, puede disminuirse el estrés oxidativo causado por las ERO y con ello mantener las funciones normales de los espermatozoides (Mehdipour et al., 2016).

En un estudio reciente, se evaluó el efecto de adición de extracto de nopal (*Opuntia ficus-indica*) al diluyente utilizado en el proceso de enfriamiento de semen de carnero (Allai et al., 2016). Los autores, encontraron una mejora en motilidad y viabilidad espermática, así como disminución en el porcentaje de espermatozoides anormales y peroxidación de lípidos de membrana, al incorporar 1% del extracto en el diluyente. Este efecto protector durante el enfriamiento podría ser de utilidad para mejorar la viabilidad espermática cuando las células son conservadas por congelación, sin embargo, es un aspecto que queda por confirmar. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la viabilidad post descongelado de espermatozoides de carnero sometidos a un protocolo comercial de congelación.

## Material y métodos

El trabajo se desarrolló en Laboratorio de Reproducción Animal de la Facultad de Ciencias Naturales-Universidad Autónoma de Querétaro. Se utilizaron pencas de nopal cultivado en invernadero (*Opuntia ficus var copena F1* forrajero), de tamaño y edad uniforme, para obtener un extracto acetónico. El proceso de extracción se realizó posterior al secado de las pencas por convección o por liofilización, de acuerdo con la metodología descrita por Allai et al. (2016). En ambos casos se evaluó la capacidad antioxidante por el método DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) (Molyneux, 2004). El extracto con mayor capacidad antioxidante fue el que se utilizó en el experimento.

Se utilizaron carneros Black Belly adultos y de fertilidad probada como donadores de semen. Para el procesamiento del semen se usó un diluyente comercial (Optidyl, CRYO-VET) con adición de extracto de nopal a 0, 0,5, 1,0 y 1,5 % y 10 repeticiones. En cada repetición un eyaculado o un "pool" de eyaculados se fraccionó para aplicar cada uno de los

tratamientos y así controlar el efecto de eyaculado. El protocolo de procesamiento y congelación fue el usado convencionalmente en nuestro laboratorio (dilución en un paso, concentración final de 200 x 10<sup>6</sup> espermatozoides/ml, enfriamiento a 5 °C en 4 h, tiempo de equilibrio de 20 h, envasado en pajillas de 0,25 ml y congelación en vapor de nitrógeno).

En cada repetición y tratamiento se evaluó el porcentaje de motilidad progresiva individual (MP) por observación al microscopio (dilución 1:100, 400 X, promedio de cinco campos), tanto al término del proceso de enfriamiento como al post descongelado. Para su análisis estadístico MP se transformó a arcoseno de la raíz cuadrada de la proporción con el fin de normalizarla. El análisis estadístico fue por ANOVA para un diseño de bloques completos al azar.

## Resultados

El extracto de nopal con mayor poder antioxidante se obtuvo cuando el secado fue por convección (absorbancia de 0,41 vs 0,12, equivalentes a 150 y 18,6 µg/ml de ácido ascórbico en secado por convección vs liofilización). La MP al término del enfriamiento y post descongelado fue afectada por el tratamiento (Tabla 1,  $p < 0,001$ ).

**Tabla 1** - Porcentaje de motilidad progresiva individual al término del enfriamiento (MP Enf) y descongelado (MP Desc) de espermatozoides de carnero procesados utilizando como aditivo del diluyente 0 (T0), 0,5 (T0,5), 1,0 (T1) y 1,5 % (T1,5) de extracto acetónico de nopal

Variable	T 0	T 0,5	T 1,0	T 1,5	e.e.m.	P
MP Enf	68,5 <sup>ab</sup>	72,5 <sup>a</sup>	63,0 <sup>b</sup>	16,0 <sup>c</sup>	2,7	< 0,001
MP Des	38,7 <sup>a</sup>	44,2 <sup>b</sup>	33,7 <sup>c</sup>	8,2 <sup>d</sup>	1,3	< 0,001

Nota: Literales diferentes dentro de fila indican diferencia estadística.

Al término del enfriamiento se observó que el nivel más alto de adición de extracto de nopal afectó la MP mientras que el nivel de 0,5 % tendió a mejorarla con respecto al grupo control (16,0 y 72,5 vs 68,5 % en T1,5, T0,5 y T0). Al post descongelado se observó una situación similar, con el nivel de

adición de extracto de 0,5 % mejorando la MP con respecto al grupo control (44,2 vs 38,7 %) y el nivel más alto afectando esta variable (8,2 vs 38,7 %).

La diferencia de MP entre enfriamiento y post descongelado también fue afectada por el tratamiento siendo menor en el mayor nivel de adición del extracto que en los otros grupos (29,7a, 28,2a, 29,2a, 7,7b unidades para 0, 0,5, 1,0 y 1,5 % de adición de extracto,  $p < 0,001$ ).

## Discusión

El valor equivalente a 150 µg/ml de ácido ascórbico obtenido en la prueba DPPH con el extracto en que el secado fue por convección indica que puede considerarse como un agente antioxidante (Molyneux, 2004). Al igual que lo observado por Soto-Herrera (2018) en pasto de cebada encontramos que el secado por liofilización del material fresco afecta severamente la actividad antioxidante del extracto.

El valor más bajo de adición de extracto antioxidante (0,5 %) permitió una mejora de la MP al finalizar el proceso de enfriamiento, de manera similar a lo encontrado por Allai et al. (2016), aunque en ese trabajo el efecto protector se observó con adición de 1 %. Esta diferencia puede explicarse por características del material vegetativo a partir del cual se obtiene el extracto, como estado de madurez y también por condiciones de cultivo. Lo anterior resalta la necesidad de estandarizar esas condiciones para obtener extractos con características similares.

El efecto protector de adición de 0,5 % de extracto también se observó al post descongelado, aparentemente como una sumatoria del efecto durante el enfriamiento y congelación; valor del cambio en MP entre enfriamiento y congelación numéricamente menor que el control.

Los niveles de adición de extracto mayores a 0,5% tuvieron un efecto negativo sobre la viabilidad de los espermatozoides, de manera similar a lo observado por Pérez-Pé et al. (2001) utilizando vitamina E en forma de acetato y fosfato.

## Conclusión

La adición de 0,5% de extracto acetónico de nopal mejora la motilidad progresiva de los espermatozoides desde el momento de refrigeración hasta el momento del congelado-descongelado, en niveles mayores a 0,5 % el efecto es negativo.

## Referencias

Allai L, Druart X, Öztürk M, BenMoula A, Nasser B, El Amiri B. Protective effects of *Opuntia ficus-indica* extract on ram sperm quality, lipid peroxidation and DNA fragmentation during liquid storage. *Anim Reprod Sci.* 2016;175:1-9.

Maxwell WMC, Watson PF. Recent progress in the preservation of ram semen. *Anim Reprod Sci.* 1996;42(1-4):55-65.

Mehdipour M, Daghigh Kia H, Najafi A, Vaseghi Dodaran H, García-Álvarez O. Effect of Green tea (*Camelia sinensis*) extract and prefreezing equilibration time on the post-thawing quality of ram semen cryopreserved in a soybean lecithin-based extender. *Cryobiology.* 2016;73(3):297-303.

Molyneux P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity, Songklanakarinn. *J Sci Technol.* 2004;26(2):211-9.

Pérez-Pé R, Cebrián-Pérez JA, Muiño-Blanco T. Semen plasma proteins prevent cold-shock membrane damage to ram spermatozoa. *Theriogenology.* 2001;56(3):425-34.

Soto-Herrera Z. Cuantificación de fenoles totales, flavonoides, taninos y capacidad antioxidante de un pasto fresco, seco y liofilizado de cebada de la variedad esmeralda (*Hordeum vulgare*) [tesis]. Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro; 2018.

## REPRODUCCIÓN

# Variación estacional del peso corporal, circunferencia escrotal y niveles de testosterona en machos caprinos criollos jóvenes en pastoreo extensivo en La Rioja-Argentina

Tomás Aníbal Vera<sup>1\*</sup>, Elsa Patricia Chagra Dib<sup>2</sup>, Hector Daniel Leguiza<sup>2</sup>, Elena Raquel Brizuela<sup>3</sup>, Mónica Elsa Vaninetti<sup>4</sup>, Guerino Francisco Matellón<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar, Región Nor Oeste Argentino (IPAF NOA), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Posta de Hornillos, Argentina

<sup>2</sup> Estación Experimental Agropecuaria Salta (EEA), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Ciudad de Salta, Argentina

<sup>3</sup> Actividad Privada, Posta de Hornillos, Argentina

<sup>4</sup> Universidad Nacional de la Rioja (UNLaR), Chamental, Argentina

## Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la estación del año y del mes dentro de la estación sobre el peso corporal (PC), la circunferencia escrotal (CE) y los niveles séricos de testosterona (To) en machos caprinos criollos jóvenes criados bajo condiciones extensivas de pastoreo (CEP). Las variaciones del PC, aumentaron significativamente de 28,51 a 49,34 kg de invierno a otoño y dentro de cada mes de la época. La CE, aumenta significativamente a medida que avanzan las épocas, de 18,6 a 24,1 cm de junio a mayo. En tanto que la interacción entre tratamientos y tiempo de To, muestran que sus niveles son bajos cuando el patrón del Fotoperiodo está aumentando hasta el 21/12. Mientras que entre noviembre y diciembre a mayo, cuando cambia el patrón del fotoperiodo, se produce un abrupto aumento de To. Se concluye que bajo CEP y conforme progresa la edad de machos caprinos criollos

jóvenes, las épocas del año influyen sobre los valores de PC, CE y To, siendo la primavera donde se presentan los menores valores de cada una de las variables.

**Palabras clave:** Peso. Circunferencia escrotal. Testosterona. Variación anual. Chivos criollos. Pastoreo extensivo.

## Introducción

La región del chaco árido (ChA) cubre aproximadamente 10 millones de hectáreas en la región central oeste de Argentina. El pastizal natural provee el forraje a la fauna silvestre y las actividades ganaderas. La producción caprina extensiva de cría, es la segunda actividad ganadera

regional, siendo la principal fuente de ingresos para pequeños productores cuyo producto de venta es el cabrito mamón o lechal.

La especie caprina es poliéstrica estacional y fotoperíodo (Foto) negativo (Tron, 1986). El Foto es percibido por la retina, quien lo transforma en efecto eléctrico, y por vía nerviosa transmite la información a la glándula pineal, ella secreta melatonina (Mela) a la circulación por la noche (Delgadillo, 1990). Por medio de esta, los animales interpretan la duración de las horas de luz y las estaciones del año. Los días cortos por acción de la Mela, estimulan la secreción de hormona luteinizante (LH) y los días largos la inhiben, por el poco estímulo de la Mela.

En el macho caprino, la LH y la hormona folículo estimulante (FSH), son responsables de la actividad espermatogénica de los testículos, más su acción sobre las células de Leidig, inducen la producción y liberación de testosterona (To). Esta hormona es responsable de la espermatogénesis y el comportamiento sexual. Estos cambios neuroendocrinos estacionales son los responsables de la actividad testicular; la alternancia de los niveles hormonales, las variaciones de peso, textura de los testículos, calidad de los espermatozoides producidos y de la conducta sexual.

Aspectos socio-sexuales (Walkden-Brown et al., 1999), raza, edad, época de nacimiento, temperatura ambiente, presencia de machos o hembras, estado nutricional y Foto son factores modificadores de la manifestación sexual anual en el ganado caprino (Tron, 1986).

El manejo reproductivo característico en la región es la permanencia de los chivos en la majada. Sucediendo los servicios en momentos definidos del año y las pariciones concentradas durante el otoño-invierno (60 - 65% - Oto e Inv) y fines de primavera (35 - 40% - Prim). En Oto-Inv los partos son numerosos en cantidad y por la presencia de partos dobles y triples (Vera et al., 2003.). La circunferencia escrotal (CE) de los chivos sufre variaciones estacionales (Vera et al., 2002a,b, 2004), la cual refleja las diferencias de fertilidad en el año, siendo la Prim la época de menor fertilidad (Vera et al., 2003.).

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la estación del año y del mes dentro de la estación sobre el peso corporal (PC), la CE y la To

en machos caprinos criollos jóvenes criados bajo condiciones extensivas de pastoreo (CEP).

## Material y métodos

La experiencia se realizó en el campo "Las Vizcacheras" del INTA EEA La Rioja (30° 30'28,4''S, 66° 07'12,75''W). El campo se ubica en Los Llanos de La Rioja, perteneciente al distrito ecológico del ChA. Que presenta un clima árido a semiárido. La vegetación, xerófila, se distribuye en tres estratos: arbóreo aislado, arbustivo continuo y herbáceo discontinuo, con una importante superficie sin cobertura vegetal, suelo desnudo y mantillo.

La calidad nutricional del pastizal natural (PN) fluctúa durante el año, presentando un período de alta calidad y cantidad nutricional que va de finales de la primavera (Prim), el verano (Ver) y buena parte del otoño (Oto), para iniciar a perder lentamente calidad y cantidad de fines de Oto, el invierno (Inv) y buena parte de la Prim. Las primeras lluvias a fines de la Prim, da comienzo a una nueva estación de crecimiento del PN.

Se utilizaron nueve machos caprinos criollos jóvenes de 8 meses de edad inicial, que compartían potrero con 11 chivos adultos, con una carga de 1chivo/2 has. Los datos de CE, PC y el sangrado, se realizaron entre el día 28 al 30 del mes de junio/2003 a mayo/2004.

El Foto se tomó a la hora de inicio del amanecer y la hora a la que se producía el crepúsculo en la tarde. La CE se tomó, con el animal de pie, descendiendo y fijando los testículos en el fondo del saco escrotal. Las lecturas se realizaron en el ecuador testicular utilizando una cinta métrica graduada de metal flexible y expresado en cm. El PC se tomó en una balanza electrónica (sensibilidad de 100 gr) expresándose en kg. La venopunción se realizó en la yugular; colectándose la sangre en tubos de hemólisis individualizadas. En laboratorio se separó el suero, se colocó en tubos eppendorf individualizados y fueron almacenados a -20 °C hasta su procesamiento.

El dosaje sérico de To se realizó por un ensayo inmunofluorogénico automatizado. El principio de este análisis asocia el método inmunoenzimático por competición con una detección final en

fluorescencia (ELFA) con un kit comercial de la firma bioMérieux. Los datos se procesaron utilizando Infostat (Di Rienzo et al., 2017) a través de ANOVA con medidas repetidas en el tiempo, para un modelo lineales generales y mixtos, tomando las estaciones como tratamientos en tres momentos inicial, mitad y final (mes) dentro de cada estación como tiempo y su interacción y como repeticiones los animales. Las medias se compararon utilizando el test de Bonferroni ( $p \leq 0,05$ ).

## Resultados

El Foto se muestra a título ilustrativo, pues es la variable bibliográfica más influyente sobre

la reproducción en caprinos. Se ve como el Foto aumenta de julio a diciembre, para descender de enero a junio. Las variaciones del PC, mostro diferencias estadísticas ( $p \leq 0,05$ ) entre los tratamientos y los tiempos pero no de la interacción. Aumentando de 28,51 a 49,34 kg de Inv a Oto y dentro de cada mes de la época. A pesar de que desde junio a diciembre (Inv a Prim) se observa una pérdida progresiva de la calidad y cantidad en el forraje natural. El mayor peso observado fue en mayo. La CE solo mostro diferencias estadísticas ( $p \leq 0,05$ ) para los tratamientos pero no para el tiempo y la interacción. Procede de forma similar a PC, aumenta significativamente a medida que avanzan las épocas. Aumentando de 18,6 a 24,1 cm de junio a mayo. La mayor CE observada ocurre en enero.

**Tabla 1** - Peso corporal, circunferencia escrotal, concentración plasmática de testosterona y fotoperíodo observados en chivos jóvenes bajo pastoreo extensivo en La Rioja, Argentina

Variables		Peso corporal (kg, X $\pm$ EE)	Circunferencia escrotal (cm, X $\pm$ EE)	Testosterona (ng/dl, X $\pm$ EE)	Fotoperíodo (hs)	
Tratamientos (Época)	Invierno	30,57 $\pm$ 1,1 <sup>c</sup>	18,94 $\pm$ 0,35 <sup>c</sup>	0,13 $\pm$ 0,2 <sup>c</sup>	10:27	
	Primavera	31,34 $\pm$ 1,1 <sup>c</sup>	20,11 $\pm$ 0,35 <sup>b</sup>	0,33 $\pm$ 0,2 <sup>c</sup>	13:23	
	Verano	37,17 $\pm$ 1,1 <sup>b</sup>	24,15 $\pm$ 0,35 <sup>a</sup>	5,25 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	13:49	
	Otoño	46,91 $\pm$ 1,1 <sup>a</sup>	23,71 $\pm$ 0,35 <sup>a</sup>	5,91 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	10:49	
Tiempo (mes)	Inicial	34,94 $\pm$ 0,96 <sup>b</sup>	22,01 $\pm$ 0,3	2,48 $\pm$ 0,17 <sup>b</sup>		
	Medio	35,59 $\pm$ 0,96 <sup>b</sup>	21,83 $\pm$ 0,3	3,05 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>		
	Final	38,95 $\pm$ 0,96 <sup>a</sup>	21,35 $\pm$ 0,3	3,18 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>		
Interacción (Época*mes)	Inv	Junio	28,51 $\pm$ 1,91	18,67 $\pm$ 0,61	$\leq$ 0,1 $\pm$ 0,34 <sup>c</sup>	09:50
		Julio	30,64 $\pm$ 1,91	19,66 $\pm$ 0,61	0,11 $\pm$ 0,34 <sup>c</sup>	10:02
		Agosto	32,57 $\pm$ 1,91	18,51 $\pm$ 0,61	0,18 $\pm$ 0,34 <sup>c</sup>	10:49
	Prim	Setiembre	31,75 $\pm$ 1,91	19,56 $\pm$ 0,61	0,27 $\pm$ 0,34 <sup>c</sup>	11:54
		Octubre	31,75 $\pm$ 1,91	19,56 $\pm$ 0,61	0,21 $\pm$ 0,34 <sup>c</sup>	13:03
		Noviembre	30,51 $\pm$ 1,91	21,22 $\pm$ 0,61	0,52 $\pm$ 0,34 <sup>c</sup>	13:57
	Ver	Diciembre	33,98 $\pm$ 1,91	23,61 $\pm$ 0,61	3,73 $\pm$ 0,34 <sup>b</sup>	14:29
		Enero	34,15 $\pm$ 1,91	24,67 $\pm$ 0,61	6,15 $\pm$ 0,34 <sup>a</sup>	14:11
		Febrero	43,37 $\pm$ 1,91	24,17 $\pm$ 0,61	5,87 $\pm$ 0,34 <sup>a</sup>	13:21
	Oto	Marzo	45,52 $\pm$ 1,91	23,56 $\pm$ 0,61	5,81 $\pm$ 0,34 <sup>a</sup>	12:21
		Abril	45,83 $\pm$ 1,91	23,44 $\pm$ 0,61	5,74 $\pm$ 0,34 <sup>a</sup>	11:02
			49,34 $\pm$ 1,91	24,11 $\pm$ 0,61	6,14 $\pm$ 0,34 <sup>a</sup>	10:16

Nota: Letras distintas por columna difieren significativamente  $p \leq 0,05$ ; columnas sin letra no denotan diferencias significativas.

Mientras que la To, mostró diferencias estadísticas ( $p \leq 0,05$ ) de interacción entre tratamientos y tiempo. Observándose que las concentraciones plasmáticas van aumentando durante todo el periodo en estudio. En concordancia, durante los meses que van de junio a noviembre, cuando el patrón Foto está aumentando hasta el 21/12, los niveles de To son bajos. Mientras que entre Noviembre y Diciembre, cuando cambia el patrón del Foto, comienzo de la disminución del Foto, se produce un abrupto aumento de To (fecha muestreo 30/12/2004), variando en niveles de 5,74 a 6,15 ng/dl hasta mayo.

## Discusión

Las variables PV y CE reflejan que el desarrollo general, el crecimiento corporal y de los órganos reproductivos, están condicionados a esta edad por la nutrición y en su conjunto condicionan el comienzo de la pubertad (Gibbons et al., 2009), que para los machos caprinos jóvenes nacidos durante la primavera y alimentado en CEP ocurriría a la edad de 13 - 14 meses y con el 41 - 46% del peso adulto (peso adulto de 73,84 kg a los 5 años de edad) cuando ocurre un abrupto aumento de los niveles de To, similar a lo observado por otros autores (Vera et al., 2004; Gibbons et al., 2009). Esta gradualidad en nuestras observaciones coinciden con las de otros autores que postulan al PC como indicador del inicio de la pubertad y no a la edad (Belibasaki y Kouimtzi, 2000; Gibbons et al., 2009).

## Conclusión

Se concluye que bajo CEP y conforme progresa la edad, las épocas del año influyen sobre los valores de PC, CE y To, siendo la Prim donde se presentan los menores valores de cada una de las variables.

## Referencias

Belibasaki S, Kouimtzi S. Sexual activity and body and testis growth in prepubertal ram lambs of Friesland,

Chios, Karagouniki and Serres dairy sheep in Greece. *Small Rumin Res.* 2000;37(1-2):109-13.

Gibbons A, Cueto M, Lanari MR, Domingo E. Actividad sexual en cabritos criollos neuquinos de la Patagonia Argentina. *Arch Zootec.* 2009;58(221):129-32.

Delgadillo JA. 1990. Abolition des variations saisonnières de l'activité sexuelle chez le buc par des traitements photopériodiques [tesis de doctorado]. Montpellier, Francia: Université de Montpellier; 1990. 119 p.

Di Rienzo J, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. InfoStat Profesional versión 2017. Córdoba: Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba; 2017.

Tron JL. Reproducción". En: Arbiza Aguirre SI (Ed.). Producción de Caprinos. Ciudad de México: AGT Editor; 1986. p. 183-234.

Vera TA, Chagra Dib EP, Leguiza HD. Evolución de la circunferencia escrotal en caprinos criollos biotipo regional, en Los Llanos de La Rioja. *Rev Arg Prod Anim.* 2002a;22(Supl 1):271-2.

Vera TA, Chagra Dib EP, Leguiza HD. Influencia de la época del año sobre los valores de circunferencia escrotal de machos caprinos criollos biotipo regional en Los Llanos de La Rioja. *Rev Arg Prod Anim.* 2002b;22(Supl 1): 272-3.

Vera TA, Chagra Dib EP, Leguiza HD, Valdivia CL. Desempeño reproductivo de cabras criollas biotipo riojano con servicios en las cuatro estaciones del año. *Rev Arg Prod Anim.* 2003;23(Supl 1):268-9.

Vera TA, Chagra Dib EP, Leguiza HD, Ferrando CA. Effects of body weight, age and photoperiod on scrotal circumference in criollo argentino male goats [presentación poster]. Symposium on Reproduction in Small Ruminants; 5-6 ago 2004; Colonia del Sacramento, Uruguay.

Walkden-Brown SW, Martin GB, Restall BJ. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *J Reprod Fertil Suppl.* 1999;54:243-57.



SANIDAD

# Aislamiento e identificación fenotípica y genotípica de *Moraxella ovis* de casos clínicos de queratoconjuntivitis ovina en el Estado de México

Giovany Ortiz-Arana, Martín Talavera Rojas, Edgardo Soriano Vargas, Celene Salgado Miranda, Luis Fernando Vega Castillo, Jorge Acosta-Dibarrat\*

Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Toluca, México

## Resumen

La queratoconjuntivitis contagiosa ovina (QCO) es una enfermedad infectocontagiosa que produce ceguera temporal o permanente en ovinos y caprinos, se encuentra asociada a un conjunto de agentes infecciosos como *Moraxella ovis*, *Mycoplasma conjunctivae* y *Chlamydia psittaci*, el diagnóstico se realiza mediante un examen clínico y pruebas de laboratorio. De un total de 861 animales examinados, 209 presentaron algún tipo de lesión ocular resultando en una prevalencia del 24.27% de animales con lesiones compatibles con QCO. De las 209 muestras remitidas al laboratorio se lograron identificar 58 como *Moraxella ovis* mediante bacteriología y por la amplificación de los genes *16S rRNA* y *RxtA* por PCR. En virtud de los resultados podemos concluir que *Moraxella ovis* esta involucrada en los casos de QCO en establecimientos productores de ovinos en el Estado de México.

**Palabras clave:** *Moraxella ovis*. Queratoconjuntivitis contagiosa ovina. PCR. *rtxA*. *16s rRNA*.

## Introducción

La queratoconjuntivitis contagiosa ovina por sus siglas (QCO) es una enfermedad infectocontagiosa que causa ceguera temporal o permanente, presentando diversos signos clínicos (Dagnall, 1994). Los microorganismos de importancia clínica son *Moraxella ovis*, *Mycoplasma conjunctivae* y *Chlamydia psittaci* (Akerstedt y Hofshagen, 2004). *M. ovis* también se ha aislado en la queratoconjuntivitis infecciosa bovina (QIB) como agente de menor importancia (Gould et al., 2013). La diferenciación de las especies *Moraxella* por métodos bacteriológicos se basa en las reacciones positivas en las pruebas fenilalaninadesaminasa y gelatinasa aunque pueden ser inconsistentes (Angelos et al., 2007). Esta diferenciación se puede llevar a cabo a través de pruebas moleculares amplificando las regiones interespaciadores génicos *16S* y *23S rRNA* (ITS) (Shen et al., 2011; Sosa y Zunino, 2013) y por el gen *RxtA* que codifica la citotoxina A (Farias et al., 2015).

El objetivo de este estudio fue aislar e identificar las especies de *Moraxella* mediante técnicas bacteriológicas y moleculares (genes *16s rRNA* y *rtxA*) a partir de muestras de casos clínicos queratoconjuntivitis contagiosa ovina presentes en unidades producción ovina en el Estado de México.

## Material y métodos

El tamaño de la muestra de casos clínicos queratoconjuntivitis contagiosa ovina fue estimado usando la fórmula poblaciones finitas conocidas (EpiInfo™) (Arango, 2009). Se recolectaron 209 muestras de ovinos con afecciones oculares de 15 unidades de producción de seis municipios del Estado de México, entre los meses de febrero y junio del 2017, realizando hisopado conjuntival en el área de la lesión (Akerstedt y Hofshagen, 2004). La identificación de las especies del género *Moraxella* involucradas en los casos de queratoconjuntivitis se realizó a través de las características crecimiento y pruebas bioquímicas clásicas descritas de la literatura (Angelos et al., 2007).

Para la identificación de especies de *Moraxella* se empleó la técnica de PCR para la detección de los genes *16s rRNA* y *rtxA*. Se utilizó el protocolo de PCR descrito por Shen et al. (2011) para el gen *16s rRNA*, visualizando un producto para *M. ovis* de 1849 pb, y para el gen *rtxA* se utilizó el protocolo descrito por Farias et al. (2015), obteniendo como productos para *M. ovis* de 990 pb. Como control negativo se utilizó *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923).

## Resultados

Se recolectaron 209 muestras de ovinos con afecciones oculares sugerentes a QCO, se identificaron bioquímicamente 60 aislados como *Moraxella* spp. que se confirmaron mediante PCR; solo el 86,6% (52/60) amplificó el gen *16s rRNA*, identificando como *M. ovis* con una banda de 1849 pb. Solo el 91,6% (57/60) de los aislados amplificó el gen *rtxA*, identificando (55/60) como *M. ovis* con una banda 990 pb. Los aislados se identificaron fenotípica y genotípicamente como el 96,6% (58/60) como *M. ovis* distribuyéndose como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1** - Identificación de *Moraxella ovis* a partir de casos clínicos de queratoconjuntivitis contagiosa ovina (QCO) por municipio en el Estado de México

Nro UPP	Municipio	Total de animales	Animales muestreados con QCO	<i>M. ovis</i>	<i>16S rRNA</i>	<i>rtxA</i>
1	Capulhuac	43	15(34%)	4(26%)	4/100%	4/100%
1	Calimaya	150	17(11%)	8(47%)	7/87%	8/100%
3	Xonacatlán	117	23(19%)	4(17%)	4/100%	4/100%
3	Lerma	80	31(38%)	9(29%)	9/100%	9/100%
3	Tenango	282	67(23%)	28(41%)	25/89%	25/89%
4	Toluca	189	56(29%)	5(8%)	3/60%	5/100%
15	Total/ Prevalencia	861	209 24,27%	58 (27,7%) 96,6%	52 89,6%	55 94,8%

Nota: \*Las muestras recolectadas corresponden al número de animales muestreados. Nro UPP = número de Unidades de Producción Pecuaria muestreadas por municipio.

## Discusión

En este estudio se obtuvo una prevalencia del 24,27% (209/861), inferior a lo reportado por

(Dagnall, 1994) que observó una prevalencia del 72% (97/134) en EEUU de la enfermedad. La discrepancia de los resultados puede estar asociado a la diferencia de los sistemas de crianza entre los

países, a factores medioambientales, presencia de vectores, así como la asociación de otros patógenos involucrados (Akerstedt y Hofshagen, 2004).

Estudios por Dagnall (1994) y Akerstedt y Hofshagen (2004) reportan el 28% de aislamientos *M. ovis* (24/85) en rebaños con la enfermedad. Datos similares se obtuvieron en este trabajo, reportando el 27,7% (58/209) de aislamientos de *M. ovis* de ovinos con QCO.

Shen et al. (2011) lograron amplificar el gen *16s rRNA* en el 89,5% (51/57) de muestras de QIB identificando a *M. bovoculi* (44/51) y *M. bovis* (7/51). En este estudio se amplificó el mismo gen en el 86,6% (52/60) de muestras de QCO identificando a *M. ovis*. Farias et al. (2015) amplificaron el gen *rtxA* el 100% (33/33) de muestras de QIB y QCO, identificando a *M. bovis* (15/33), *M. bovoculi* (11/33) y *M. ovis* (7/33). En este estudio, 55 de los 60 aislamientos identificados como *Moraxella ovis* amplificaron el gen *rtxA* (95%). La no amplificación de este gen en algunos aislados de *M. ovis* puede deberse a una delección en las regiones de secuencias repetidas como ha sido reportado en cepas de *M. bovis* no hemolíticas (Angelos et al., 2003).

## Conclusión

En el Estado de México, la QCO se encuentra ampliamente distribuida en las producciones ovinas. Sin embargo, existen escasos trabajos sobre los agentes etiológicos involucrados, lo que puede estar relacionado con el fallo en el tratamiento y, por lo tanto, el agravamiento de las lesiones.

## Referencias

Akerstedt J, Hofshagen M. Bacteriological investigation of infectious keratoconjunctivitis in Norwegian sheep. *Acta Vet Scand.* 2004;45(1-2):19-26.

Angelos JA, Spinks PQ, Ball LM, George LW. *Moraxella bovoculi* sp. nov. isolated from calves with infectious bovine keratoconjunctivitis. *Int J Syst Evol Microbiol.* 2007;57(Pt 4):789-95.

Angelos JA, Hess JF, George LW. An RTX operon in hemolytic *Moraxella bovis* is absent from nonhemolytic strains. *Vet Microbiol.* 2003;92(4):363-77.

Arango CJJ, Maya JJM. *Epidemiología veterinaria.* Ciudad de México: El Manual Moderno; 2009.

Dagnall GJ. An investigation of colonization of the conjunctival sac of sheep by bacteria and mycoplasmas. *Epidemiol Infect.* 1994;112(3):561-7.

Farias LDA, Maboni G, Matter LB, Scherer CFC, Libardoni F, Vargas AC. Phylogenetic analysis and genetic diversity of 3' region of *rtxA* gene from geographically diverse strains of *Moraxella bovis*, *Moraxella bovoculi* and *Moraxella ovis*. *Vet Microbiol.* 2015;178(3-4):283-7.

Gould S, Dewell R, Tofflemire K, Whitley RD, Millman ST, Opriessnig T, et al. Randomized blinded challenge study to assess association between *Moraxella bovoculi* and Infectious Bovine Keratoconjunctivitis in dairy calves. *Vet Microbiol.* 2013;164(1-2):108-15.

Shen HG, Gould S, Kinyon J, Opriessnig T, O'Connor AM. Development and evaluation of a multiplex real-time PCR assay for the detection and differentiation of *Moraxella bovis*, *Moraxella bovoculi* and *Moraxella ovis* in pure culture isolated and lacrimal swabs collected from conventionally raised cattle. *J Appl Microbiol.* 2011;111(5):1037-43.

Sosa V, Zunino P. Diversity of *Moraxella* spp. strains recovered from infectious bovine keratoconjunctivitis cases in Uruguay. *J Infect Dev Ctries.* 2013;7(11):819-24.

SANIDAD

# Aislamiento y caracterización molecular de lentivirus de pequeños rumiantes que circula en una población caprina de México

Jazmín De la Luz-Armendáriz<sup>1\*</sup>, Andrés Ernesto Ducoing-Watty<sup>2</sup>, Humberto Ramírez-Mendoza<sup>1</sup>, Luis Gómez Núñez<sup>3</sup>, José Francisco Rivera-Benítez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Microbiología e Inmunología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

<sup>2</sup> Departamento de Medicina y Zootecnia de Rumiantes, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

<sup>3</sup> Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Microbiología Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Ciudad de México, México

## Resumen

Los lentivirus de pequeños rumiantes (LvPR) presentan una distribución mundial y causan una enfermedad multisistémica crónico degenerativa e incurable en caprinos y ovinos. El agente etiológico pertenece a la familia Retroviridae subfamilia Orthoretrovirinae género Lentivirus. El objetivo fue realizar el aislamiento y la caracterización molecular de LvPR que circula en un sistema de producción caprino de México. En un sistema de producción caprino del estado de Jalisco, México se detectó la presencia de LvPR, en caprinos menores de un año de edad con artritis, se obtuvieron células mononucleares de sangre periférica (CMSP) y fueron empleadas como lotes virales para infectar cultivos primarios de epidídimo y testículo, en los cultivos infectados se realizó la prueba de inmunoperoxidasa. Con los sobrenadantes celulares se hizo la extracción de ADN para amplificar, por PCR punto final el gen gag y se realizaron inferencias filogenéticas. En cultivos primarios de epidídimo y testículo se observó la formación de sincitios a partir de las 96 hpi y se confirma tinción positiva en núcleo y citoplasma, con estos hallazgos se reporta el aislamiento viral nombrado SRLV/B1/Goat/Mx/INIFAP-1/2013 (GBMG996440) y por medio de los análisis filogenéticos se determina que pertenece al genogrupo B1 de LvPR. Se determina la viabilidad de los cultivos primarios de epidídimo y testículo para realizar el aislamiento de LvPR, se confirma que en este sistema de producción de Jalisco, México circula el genotipo B1.

**Palabras clave:** Lentivirus de pequeños rumiantes. Caprinos. Caracterización.

SANIDAD

## Análisis filogenético en aislados de *Corynebacterium pseudotuberculosis* de casos clínicos de linfadenitis caseosa en ovinos y caprinos

Fernando Hernández León, Roberto Montes de Oca Jiménez, Jorge Antonio Varela Guerrero\*, Pomposo Fernández Rosas, Félix Salazar García, Humberto Gustavo Monroy Salazar, Jorge Pablo Acosta Dibarrat, Vladimir Morales Erasto

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Toluca, México

### Resumen

La linfadenitis caseosa (LC) es una enfermedad infectocontagiosa, de evolución crónica, causada por *Corynebacterium pseudotuberculosis*. Debido a su curso crónico y poca respuesta al tratamiento es difícil erradicar la infección una vez que se establece. En investigaciones previas se han aislado cepas de diferentes lesiones que afectan a cabras y ovinos, estas han sido secuenciadas totalmente o parte de sus genes. Sin embargo, hasta ahora en México no existe un estudio establecido donde se identifique mediante técnicas moleculares y filogenéticas las cepas circulantes en nuestras explotaciones, por tanto no se sabe si la enfermedad es sub-diagnosticada. En el presente estudio se partió de 69 aislamientos de *C. pseudotuberculosis* para realizar la identificación, se amplificó el gen *rpoB*, para la realización de un análisis filogenético. Se logró identificar el 100% (60/60) de los aislamientos mediante el análisis filogenético la especie y subespecie a la que pertenecen. Además de identificar por primera vez un aislado de *C. xerosis* en un absceso cutáneo de ovino.

**Palabras clave:** Linfadenitis caseosa. *Corynebacterium pseudotuberculosis*. Análisis filogenético.

### Introducción

La linfadenitis caseosa se caracteriza por la formación de abscesos en nódulos linfáticos, piel y diversos órganos internos (Baird y Fontaine, 2007). En México la enfermedad no se ha estudiado completamente por lo que es difícil erradicar la infección una vez que se establece. Algunos de los aspectos limitantes para el control de LC es que no existen pruebas de diagnóstico suficientemente sensibles y específicos, los inmunógenos no han arrojado resultados satisfactorios en modelos animales, por lo que se requiere investigar más sobre estos aspectos para encontrar proteínas que confieran mayor protección inmunogénica y para el diagnóstico y todo esto debido probablemente a que en estudios previos se demuestra la variabilidad genética de aislados de *Corynebacterium pseudotuberculosis*, a lo cual se le atribuiría la poca respuesta de los inmunógenos existentes. Por lo cual el presente estudio se planteó realizar un análisis filogenético a partir del gen *rpoB* de los aislamientos de *C. pseudotuberculosis*.

**Material y métodos**

La recolección de muestras se realizó a partir de hisopados obtenidos a partir de abscesos subcutáneos en explotaciones de municipios pertenecientes a los Estados de Jalisco. Todos los aislamientos fueron confirmados por Api® Coryne.

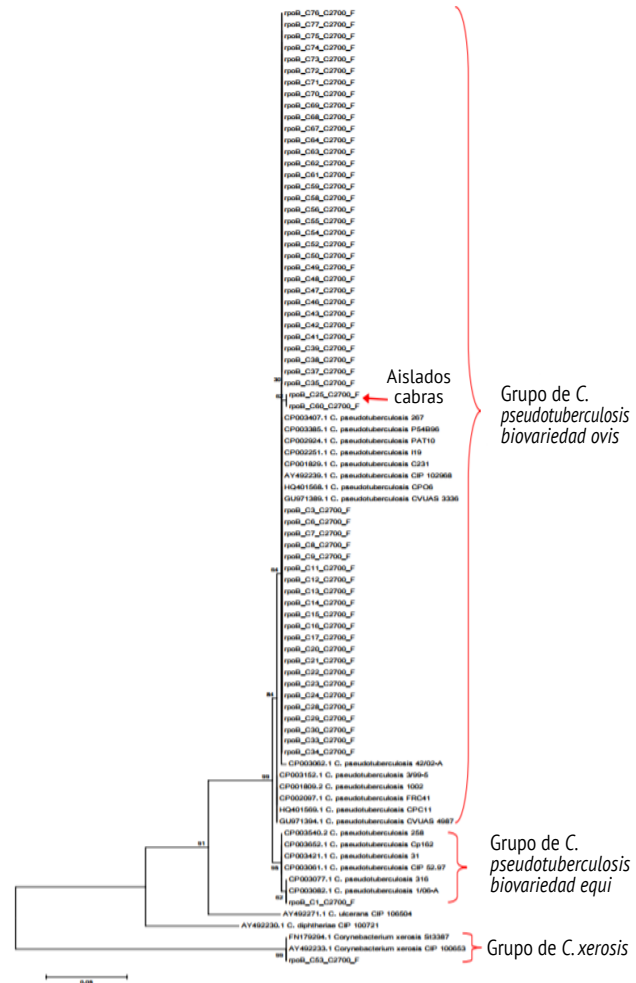
Se realizó extracción de ADN mediante un kit comercial KAPA BIOSYSTEMS, la identificación genotípica se realizó amplificando la secuencia parcial del gen *rpoB*, los fragmentos se purificaron usando el kit PROMEGA (Wizard® SV Gel and PCR Clean-Up System), se envió para su secuenciación a MACROGEN (USA) y fueron alineadas mediante el programa estadístico Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA 6.0) y analizadas en el programa estadístico Basic Local Alignment Search Tool (BLAST), se construyó un árbol filogenético mediante un test de *Maximum Likelihood* y *Neighbor-joining*, se utilizó un valor *bootstrap* de 1000 repeticiones, se incluyeron los aislados *C. pseudotuberculosis* del presente estudio además de muestras de referencia de las subespecies ovis y equi, una secuencia de referencia del *Corynebacterium ulcerans* y otra de *Corynebacterium diphtheriae*.

**Resultados y discusión**

Los porcentajes de similitud de las secuencias parciales del gen *rpoB* del presente estudio analizadas en el BLAST NCBI oscilaron entre 98, 99 y 100 % con secuencias previamente reportadas en el resto del mundo. En el programa MEGA 6.0 se construyó el árbol filogenético donde se muestra claramente la agrupación de los aislados del presente estudio 96 % (58/60) en la especie *C. pseudotuberculosis biovariedad ovis* de acuerdo a las cepas de referencia del Gen Bank; los aislamientos identificados como *rpoB C25* y *rpoB C60* son clones de *C. pseudotuberculosis biovariedad ovis*. En el análisis filogenético basado en el gen *rpoB* logro diferenciar a nivel sub especie ya que agrupó a *C. pseudotuberculosis biovariedad equi* en un clado diferente (Figura 1).

En México se sabe que la enfermedad de linfadenitis caseosa causada por *C. pseudotuberculosis* está ampliamente difundida

en las explotaciones ovinas y caprinas, en este trabajo se pudo observar una frecuencia de *C. pseudotuberculosis* del 33%, a diferencia del estudio realizado por Ochoa et al. (1996) reportan el 5,4%. Los análisis filogenéticos basados en el gen *rpoB* son ahora considerados los de elección para *C. pseudotuberculosis*, ya que demuestran un alto grado de polimorfismo que ayuda a diferenciar a nivel sub especie a diferencia del 16 s (Pavan et al., 2012). En el presente estudio se logró demostrar de la misma manera que el gen *rpoB* es el de elección para análisis filogenéticos ya que nos permitió diferenciar a nivel sub especie nuestros aislados, y permitió además identificar el primer aislamiento de *C. xerosis* en un absceso cutáneo.



**Figura 1** - Árbol filogenético mediante el método *Neighbor-joining*.

## Conclusión

La linfadenitis caseosa es una enfermedad que afecta gravemente a las explotaciones ovinas y caprinas en México, por lo que este estudio representa la caracterización de aislados de *Corynebacterium pseudotuberculosis* en una región específica en México; sin embargo, consideramos realizar un estudio más completo por regiones; que permita conocer a profundidad las cepas circulantes y poder identificar más variaciones importantes entre estas.

## Referencias

Baird GJ, Fontaine MC. *Corynebacterium pseudotuberculosis* and its role in ovine caseous lymphadenitis. J Comp Pathol. 2007;137(4):179-210.

Ochoa UG, Deuces LP, Martínez BMR, Jiménez RM, Pérez R. 1996. Aislamiento de agentes bacterianos a partir de exudados nasales en rebaños ovinos trashumantes de Xalatlaco México. XV Congreso Panamericano de Ciências Veterinárias; 21-25 oct 1996; Campo Grande, Brasil. Campo Grande: PANVET; 1996.

Pavan ME, Robles C, Cairó FM, Marcellino R, Pettinari MJ. Identification of *Corynebacterium pseudotuberculosis* from sheep by PCR-restriction analysis using the RNA polymerase b-subunit gene (*rpoB*). Res Vet Sci. 2012;92(2):202-6.

## Carcinoma de células escamosas em um ovino – Relato de caso

Maria Christine Rizzon Cintra<sup>1</sup>, Yara de Oliveira Brandão<sup>2</sup>, Regiane Barbosa<sup>1</sup>, Barbara Fonseca Tatsch<sup>1</sup>, Irionei Gritz Filho<sup>1</sup>, Salete Dierings<sup>1</sup>, Jéssica Rodrigues da Silva Meirelles<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Medicina Veterinária, UniCesumar, Curitiba, Brasil

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Brasil

### Resumo

O objetivo deste trabalho é descrever os sinais clínicos, o diagnóstico histopatológico e o tratamento cirúrgico do carcinoma de células escamosas em um ovino. Este trabalho foi realizado em uma propriedade de ovinos mestiços da raça Ile de France, no Paraná. O produtor relatou que alguns animais apresentavam vermelhidão e crostas nas pontas das orelhas e ao redor dos olhos e, em uma das matrizes, a lesão evoluiu ocasionando um nódulo ulcerado na orelha esquerda e outro no olho direito, ambos de aspecto verrucoso. A matriz apresentou diminuição do escore de condição corporal (ECC), isolamento do rebanho, prurido e sangramento local. Foi realizado exame clínico determinando: aumento das frequências cardíaca e respiratória, vasos episclerais congestos, apatia e dor à palpação dos tumores. Optou-se pela retirada cirúrgica dos nódulos, sendo o tumor da orelha retirado por conchectomia e o do olho por enucleação. Os tumores excisados foram enviados para exame histopatológico, que identificou proliferação neoplásica não delimitada e não encapsulada, composta por células poligonais arredondadas partindo da conjuntiva e invadindo a esclera e a musculatura estriada esquelética extraocular no olho. Na lesão da orelha havia proliferação neoplásica de características microscópicas semelhantes às observadas nas seções de olho, acompanhada por ulceração extensa da epiderme, diagnosticando Carcinoma de Células Escamosas (CCE) ou Carcinoma Espinocelular. Após cirurgia, o animal apresentou rápido aumento do ECC. Decorridos trinta dias do procedimento, foi realizada avaliação reprodutiva, na qual comprovou-se que a fêmea estava prenhe. O CCE é uma neoplasia de caráter maligno, localmente invasivo e proliferativo, incomum em ovinos. Embora o mesmo tipo neoplásico tenha sido observado em orelha e olho, não é possível determinar se estamos frente a um caso de carcinoma metastático ou se são duas proliferações independentes. Quando não tratado ou quando subestimado, o tumor evolui, ocasionando perda de peso crônica, apatia, incômodo e dor local, podendo evoluir à óbito, ocasionando prejuízos ao proprietário. O CCE é uma patologia de diagnóstico simples e apresenta prognóstico desfavorável. A remoção cirúrgica pode elevar a taxa de sobrevivência do animal e diminuir a perda financeira do proprietário.

**Palavras-chave:** Ovelha. Produção. Carcinoma espinocelular.



SANIDAD

## Desempenho e grau de infecção parasitária de cordeiros submetidos a alta taxa de lotação em pastejo

Jordana Andrioli Salgado<sup>1\*</sup>, Sthefany Kamile dos Santos<sup>1</sup>, Jesséa de Fátima França Biz<sup>1</sup>, Matheus Borges de Carvalho<sup>2</sup>, Maria Theresa Scheffer Pereira da Silva<sup>2</sup>, Leandro Batista Costa<sup>1,2</sup>, Cristina Santos Sotomaia<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, Brasil

<sup>2</sup> Graduação em Medicina Veterinária, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, Brasil

### Resumo

A infecção por nematoides gastrointestinais é um grande limitante na terminação de cordeiros em pastejo, devido ao impacto no desempenho dos animais. Em sistemas com altas taxas de lotação animal, o desafio sanitário é ainda mais crítico devido à grande contaminação parasitária da pastagem. Foram avaliados 37 cordeiros mestiços (Texel X Ile de France), 15 machos e 22 fêmeas, com idade média de 7 meses e peso vivo médio 39 kg. Previamente ao início do experimento, todos os animais foram tratados com a combinação de levamisol (7,5 mg/kg) e monepantel (2,5 mg/kg) para eliminar a infecção endoparasitária, quando então foram colocados sob pastejo (pasto de Tifton-85 e Azevém). O sistema de pastejo foi o contínuo com lotação fixa (40 animais/hectare), no período de 10 horas diárias. Os animais eram soltos no período da manhã e recolhidos ao final da tarde para o aprisco, quando então recebiam concentrado (16% proteína bruta) a 1% do peso vivo e silagem de milho *ad libitum*. Passado o período pré-patente, os animais foram avaliados semanalmente (D21, D28, D35, D42, D49 e D56), acompanhando-se o nível de infecção endoparasitária, por meio da contagem de ovos por grama de fezes (OPG) de nematoides Trichostrongilídeos, ganho médio diário (GMD), em g/dia, e grau de anemia pelo método FAMACHA (classificação de 1 a 5). A coprocultura inicial indicou 98% de *Haemonchus* sp. e 2 % de *Cooperia* sp. Foi realizada correlação de Pearson ( $p \leq 0,05$ ) entre as médias dos OPGs (D21 ao D56), transformadas para  $\log_{10}$ , e as médias do ganho de peso dos animais. O OPG dos cordeiros foi classificado em: baixo ( $\leq 1000$ ), moderado (1001 - 3000), médio (3001 - 5000) e alto ( $\geq 5001$ ). A média do OPG de cada animal, valor sem transformação, variou de 175 a 5175, com cordeiros apresentando valores individuais de até 18450. Quando o OPG era  $\geq 10000$ , os animais eram tratados com levamisol. A média de ganho de peso variou de 14 g até 211 g/dia e o Famacha oscilou entre 1 e 2. Em 27% dos cordeiros houve infecção parasitária baixa, 33% moderada, 35% média e 5% alta. Apesar de não ter ocorrido anemia nos animais (Famacha  $\geq 3$ ), houve correlação negativa ( $\rho = -0,3755$ ) e

significativa ( $p = 0,0220$ ) entre os valores de OPG e GMD. Dessa forma, quanto maior foi a infecção por nematoides gastrointestinais, menor foi o desempenho dos cordeiros terminados em sistema com alta lotação em pastejo. Considerando os diferentes índices de OPG dos cordeiros, em igual desafio sanitário, ressalta-se a importância da seleção de animais resistentes às endoparasitoses para que o desempenho produtivo não seja comprometido. Esse fato é especialmente relevante quando os animais são submetidos a grande desafio sanitário em sistemas com altos níveis de lotação em pastejo.

**Palavras-chave:** *Haemonchus contortus*. Ganho de peso. OPG. Ovinos. Taxa de lotação.

SANIDAD

# Detección molecular de Lentivirus de pequeños rumiantes en sistemas de producción ovina de México

Jazmín De la Luz-Armendáriz<sup>1\*</sup>, José Francisco Rivera-Benítez<sup>2</sup>, Luis Gómez Núñez<sup>2</sup>, Aldo Alberti Bruno-Navarro<sup>3</sup>, Julio César Cervantes-Morali<sup>3</sup>, Humberto Ramírez-Mendoza<sup>1</sup>, Eduardo Domínguez Cabrera<sup>3</sup>, Andrés Ernesto Ducoing-Watty<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Microbiología e Inmunología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

<sup>2</sup> Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Microbiología Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Ciudad de México, México

<sup>3</sup> Departamento de Medicina y Zootecnia de Rumiantes, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

## Resumen

En el grupo de Lentivirus de pequeños rumiantes (LvPR) se incluye a las especies de lentivirus que infectan a cabras y que anteriormente se conocían como virus de la artritis encefalitis caprina (vAEC) y el virus de Maedi/Visna (vMV) que infecta ovinos, este virus pertenece a la familia *Retroviridae* subfamilia *Orthoretrovirinae* género *Lentivirus*. El objetivo de este estudio fue identificar la presencia de LvPR en diferentes sistemas de producción ovina de México. Se obtuvieron muestras de ovinos del Estado de México, Aguascalientes, Ciudad de México y Morelos que pertenecían a sistemas de producción uniespecie y en co-habitación con caprinos. Como prueba de identificación molecular se realizó la reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real con syber green para identificar un fragmento del gen gag, que nos permite diferenciar entre genogrupo A y B de LvPR. Con los resultados obtenidos se determina que los LvPR circulan de forma natural en los sistemas de producción ovina estudiados pertenecen al genogrupo B. La frecuencia en el estado de Aguascalientes fue del 86%, en el Estado de México del 88%, en Querétaro del 72%, en Morelos 38% y en la Ciudad de México del 92%. Discusión Algunos autores determinaron que el genogrupo de LvPR que circula en un sistema de producción ovina de co-habitación con caprinos es el B, en el presente estudio se determinó que este genogrupo circula tanto en sistemas de producción uni-especie como en sistemas en donde co-habitan con caprinos. Con este estudio se determina que los LvPR circulan en las producciones de ovinos, hallazgos que nos permiten sentar las bases para

establecer estudios epidemiológicos en esta especie que den paso al establecimiento de medidas de prevención y control para evitar un impacto económico y productivo en la producción ovina.

**Palavras-chave:** Lentivirus. Pequeños rumiantes. Ovinos. México.

Financiado por Proyecto PAPIIT Número IN220719.

SANIDAD

## Diagnóstico de adenocarcinoma pulmonar ovino (virus del Jaagsiekte) en un rebaño de México

Karla Alejandra Caraveo Romero<sup>1</sup>, Lluvia Guadalupe Moreno Pérez<sup>1</sup>, Iris Antonina Sánchez González<sup>1</sup>, Alma Catalina Berumen Alatorre<sup>1</sup>, Fernando Cerón Tellez<sup>2</sup>, Ana Silvia González Méndez<sup>2</sup>, Germán Isauro Garrido Fariña<sup>2</sup>, Hugo Ramírez Álvarez<sup>2</sup>, Jorge Luis Tórtora Pérez<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Villahermosa, México

<sup>2</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

### Resumen

Se describe el cuadro clínico de un caso de adenocarcinoma pulmonar ovino (APO) producido por el retrovirus del Jaagsiekte (JSRV). Los animales presentaron el cuadro clínico patológico característico, considerado por algunos autores como patognomónico, insuficiencia respiratoria crónica con abundante secreción nasal, sin fiebre, sin respuesta a los tratamientos con antibióticos y a la necropsia, pulmones grisáceos, que no colapsaban, pesados, en los que se distinguían áreas sólidas, sin elasticidad. Los estudios histopatológicos revelaron proliferación del epitelio alveolar en estructuras ramificadas, poliposas, que ocupaban la luz alveolar. El análisis mediante PCR de las muestras pulmonares demostró la presencia de una secuencia del genoma viral (176pb), confirmando el diagnóstico, mediante la técnica considerada de mayor precisión para este fin. En APO, no se genera respuesta inmune y en consecuencia no son utilizables pruebas serológicas.

**Palabras clave:** Neumonía. Retrovirus. Adenocarcinoma pulmonar ovino. Jaagsiekte.

### Introducción

El virus del Jaagsiekte (JSRV) es un betaretrovirus igual que los virus del tumor enzootico nasal de ovejas y cabras, con los que comparte más del 92% del genoma (Griffiths et al., 2010). La presencia de las lesiones características de APO, se habían demostrado en pulmones de ovinos en matadero en México (Eguiluz y Aluja, 1981), sin embargo no se pudo precisar el origen de los animales y la enfermedad es considerada exótica. La enfermedad, está ampliamente distribuida en el mundo. Tampoco se ha reportado en Centroamérica, Venezuela, Colombia Ecuador, Bolivia, Uruguay y Paraguay (Griffiths et al., 2010). Cuando ocurren los primeros casos en un rebaño la mortalidad puede ser elevada, de hasta 30-50%, sin embargo una vez que la enfermedad se hace endémica solo el 1-5% de las ovejas pueden morir. Un estudio en Escocia, donde la enfermedad es endémica, solo detectó 52 animales con lesiones sugestivas, de 280.000 sacrificados (Griffiths et al., 2010). Usualmente se manifiesta en ovejas de más de dos años y

muchos animales con lesiones, terminan su vida útil sin manifestar signos, por lo que su impacto económico es bajo. La transmisión puede ocurrir en forma vertical por vía transplacentaria, calostrada y leche, pero la principal forma es horizontal, a través de aerosoles, en especial en condiciones de hacinamiento en corrales mal ventilados, igual que en las neumonías aerógenas de asociación virus bacteria (Griffiths et al., 2010; Tórtora, 2008). La enfermedad es considerada exótica en México, por lo que se considera relevante informar este caso.

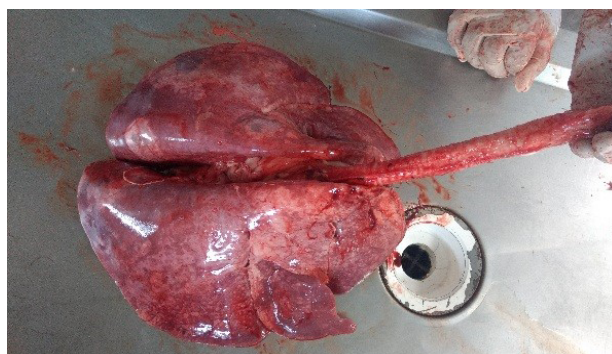
## Material y métodos

Las ovejas afectadas, un total de 12, eran parte de un rebaño en Tabasco con un total de 70 animales y eran originarias presuntamente del estado de Jalisco, las ovejas, cruza de Pelibuey con Katahdin, se encontraban confinadas en piso elevado, con alimentación de concentrados. Todos los animales del lote fueron muriendo, con signos de insuficiencia respiratoria, taquipnea, sin fiebre, con abundante exudado espumoso que salía por ollares (Figura 1) y baja condición corporal aunque no dejaban de comer. Todas las hembras habían parido sin dificultad, sin embargo al poco tiempo de parir, empezaron a presentar de manera escalonada signos respiratorios agudos. Solo se presentó el cuadro en hembras adultas, a pesar de que en los corrales convivían con corderos. Iniciados los signos los animales morían en un par de semanas. Al inicio de la consulta habían muerto nueve animales, que no habían respondido a ningún tratamiento con antibióticos u otros fármacos. Quedaban las tres últimas hembras del lote, con los signos descritos, a la auscultación presentaban sonidos crepitantes y arrojaban abundante espuma por los ollares, lo cual se intensificaba al levantarlas de las patas traseras. Dos hembras adultas, de más de dos años, con condición corporal 2,5, fueron sacrificadas y se le realizó la necropsia. Los pulmones se presentaron agrandados y pesados, con zonas blanco grisáceas de distribución multifocal, sin una distribución lobar particular, los lóbulos diafragmáticos estaban afectados en casi su totalidad y paradójicamente los anteroventrales se presentaban menos afectados (Figura 2). Por tráquea escurrió abundante espuma

blanquecina al corte y al manipular los pulmones. Al seccionar las zonas afectadas se presentó consistencia firme, pero no resistente al corte y exudaban abundante líquido espumoso de las estructuras bronquiales. De las zonas afectadas se tomaron muestras para histopatología, que se fijaron en formalina al 10% y congeladas para realizar estudios bacteriológicos y de PCR. En la prueba de PCR, se emplearon iniciadores previamente establecidos para demostrar la presencia del virus del Jaagsiekte (JSRv) (Palmarini et al., 1996).



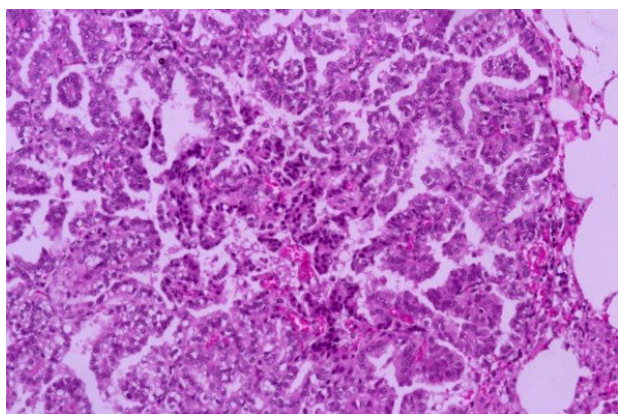
**Figura 1** - Evidencia el abundante escurrimiento nasal, al inclinar el animal hacia adelante, antes de la necropsia.



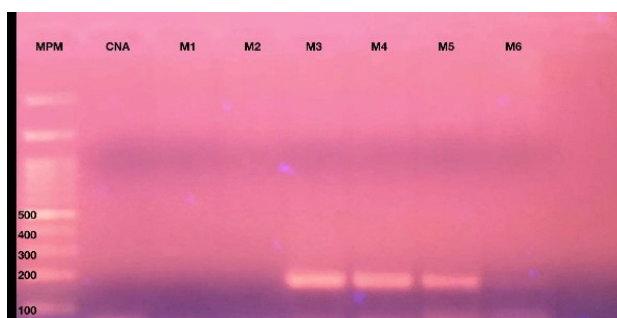
**Figura 2** - A la necropsia los pulmones evidencian irregularidades de color, con zonas que sobresalen en superficie.

## Resultados

Los intentos de aislamiento microbiano no resultaron significativos. En la histopatología se observó transformación multifocal del epitelio bronquio alveolar, con epitelio alveolar cúbico e hiperplasia y estratificación del epitelio bronquiolar, cambios característicos de un adenocarcinoma con formaciones papilares intraluminares en alveolos (Figura 3) y pequeños focos aislados de necrosis. En partes afectadas y no afectadas del parénquima pulmonar se observaron macrófagos alveolares activados y pequeños focos inflamatorios no significativos, con escaso infiltrado de neutrófilos. La prueba de PCR, amplificó una banda de 176 pares de bases, característica del JSRv (Figura 4).



**Figura 3** - Histopatología de las zonas afectadas del pulmón con la imagen característica de APO, proliferación del epitelio alveolar hacia la luz de los alveolos, hematoxilina-eosina, 80x.



**Figura 4** - Resultados de PCR en tres muestras de zonas de pulmón afectadas, que evidencian la banda de 176 pdb., indicativa de la presencia del JSRv.

## Discusión

El cuadro clínico, los hallazgos a la necropsia y de histopatología, correspondieron a lo reportado para la enfermedad y muchos los consideran patognomónicos, o al menos muy característicos (Eguiluz y Aluja, 1981; Griffiths et al., 2010). Los resultados de la prueba de PCR en muestras de pulmón se consideran conclusivos en el diagnóstico de la enfermedad (Griffiths et al., 2010). El diagnóstico definitivo de APO debe realizarse mediante PCR en muestras pulmonares o de lavado bronquiolar. En APO el uso de PCR en pruebas de sangre es riesgoso por la posibilidad de falsos negativos, el número de leucocitos circulantes infectados es muy bajo, resulta sin embargo útil para detectar rebaños infectados (Griffiths et al., 2010). La infección por JSRv no induce respuesta inmune, ni Th1 (celular), ni Th2 (humoral) y no hay posibilidad de detectar animales infectados mediante serología. Se ha demostrado que el genoma de las ovejas tiene cerca de 30 retrovirus endógenos, incorporados como provirus, que comparten una similitud genómica de más del 90% con JSRv, por lo que las ovejas resultan inmunotolerantes al JSRv. Las alternativas de control en APO son muy costosas, por la dificultad de identificar animales infectados. El uso de lavados pulmonares para realizar PCR, es la estrategia indicada, el uso de saliva y moco nasal ha resultado inútil con este fin. La transmisión transplacentaria, obliga a utilizar transferencia de embriones desde animales infectados a receptoras no infectadas, para evitar esta posibilidad. Los costos de control serían en todo caso muy altos, para las pérdidas atribuibles a la enfermedad, con la muerte de animales que eventualmente ya han terminado su vida productiva y mortalidades de menos del 5% de los animales expuestos.

## Conclusión

Se comunica adenocarcinoma pulmonar ovino, producido por el virus del Jaagsiekte en ovejas de México. Se recomienda incluir la enfermedad en el grupo tres de enfermedades de reporte obligatorio mensual, para conocer su distribución y evitar sanciones internacionales en exportaciones, como ya ocurrió en el caso de Maedi.

## Referencias

Eguiluz C, Aluja A. Neumonía intersticial progresiva (maedi) y adenomatosis pulmonar en vísceras de óvidos decomisadas. *Vet.Mex.* 1981;12(4):235-7.

Griffiths DJ, Martineau HM, Cousens C. Pathology and pathogenesis of ovine pulmonary adenocarcinoma. *J Comp Pathol.* 2010;142(4):260-83.

Palmarini M, Holland MJ, Cousens C, Dalziel RG, Sharp JM. Jaagsiekte retrovirus establishes a disseminated infection of the lymphoid tissues of sheep affected by pulmonary adenomatosis. *J Gen Virol.* 1996;77(Pt 12):2991-8.

Tórtora JL. Maedi-Visna, la situación de México. *Acontecer Ovino-Caprino.* 2008;VIII(37):30-4.



SANIDAD

# Diagnóstico de ectima contagioso en una unidad de producción de cabras lecheras apoyado por diferentes métodos diagnósticos: reporte de caso

Mariana Lorena Mejía-Vazquez<sup>1</sup>, Alberto Jorge Cárdenas-Padilla<sup>1</sup>, Víctor Manuel Díaz-Sánchez<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Especialización en Producción de Ovinos y Caprinos, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

<sup>2</sup> Salud y Producción en Pequeños Rumiantes, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

## Resumen

Ectima contagioso (EC) es una enfermedad viral de distribución mundial, producida por un Parapoxvirus. Presenta generalmente un curso agudo y benigno, afecta a pequeños rumiantes, causando lesiones costrosas generalmente en cara, boca, pezones, rodete coronario, genitales y raramente extendidas en la piel. La transmisión se da por contacto directo con animales infectados o con sus costras, ya sea por vía aerógena y/o piel erosionada. Principalmente se manifiesta en animales de 3 a 6 meses de edad, llegando a presentar una morbilidad de 100% y mortalidad de menos del 5%, con pérdidas económicas importantes para el productor. El objetivo del trabajo fue el reporte de caso de ectima contagioso de un caprino hembra de 4 años de edad, la cual presentó signología sugestiva a EC, con curso crónico (más de 1 año); el diagnóstico se realizó mediante la inoculación en embrión de pollo, microscopia electrónica y estudios complementarios (biometría hemática y química sanguínea). El tratamiento se realizó por escarificación de la zona perianal, a través de la toma de costras de EC de las lesiones presentes en el animal, se hizo un macerado de las mismas en agua esteril, adicionando antibioticos para evitar la contaminación, de forma conjunta se administraron inmunoestimulantes y pomadas antisépticas para evitar la contaminación bacteriana. El animal mostró respuesta positiva al tratamiento disminuyendo las lesiones que presentaba; se realizó una química sanguínea y biometría hemática post-tratamiento para evaluar el perfil hemático. El EC afecta el desarrollo de la industria ganadera, ocasionando pérdidas económicas relacionadas con disminución en el consumo de alimentos y baja ganancia de peso. Tiene un impacto en el bienestar animal debido al dolor que producen las lesiones, además de la importancia en la salud pública por ser considerada zoonosis. El diagnóstico y tratamiento para EC fue efectivo en el caprino infectado.

**Palabras clave:** Ectima contagioso. Parapoxvirus. Cabra. Reporte de caso.

SANIDAD

# Diagnóstico serológico de paratuberculosis en caprinos del Estado de Guanajuato, México

José María Meza-Ugalde<sup>1</sup>, Enrique Herrera-López<sup>2\*</sup>, José Luis Gutiérrez-Hernández<sup>2</sup>, Erika Gabriela Palomares-Resendiz<sup>2</sup>, Efrén Díaz-Aparicio<sup>2</sup>, Fernanda Gaytán-Carrillo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

<sup>2</sup> CENID Salud Animal e Inocuidad, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (NIFAP), Jiutepec, México

## Resumen

El objetivo del estudio fue determinar la frecuencia de ptb en las principales regiones caprinas del Estado de Guanajuato. La paratuberculosis (Ptb) o enfermedad de Johne, es una infección granulomatosa intestinal de rumiantes domésticos (bovinos, ovinos, cabras, camélidos y búfalos) y salvajes (cérvidos). La enfermedad es de distribución mundial, el agente etiológico es *Mycobacterium avium* subespecie paratuberculosis (Map). En México existen reportes de paratuberculosis en ganado caprino de distintos estados de la República. Aunque aún no existen estudios epidemiológicos extensos, se estima que la enfermedad se ha ido difundiendo a medida que la producción caprina se incrementa. Para este estudio se muestrearon 910 caprinos de diferentes edades, provenientes de 300 unidades de producción. Se obtuvieron 11 animales positivos a la prueba de IDGA, los cuales están distribuidos en ocho unidades de producción, mostrando una frecuencia de la enfermedad del 1,2%. Se concluye que a pesar de que la frecuencia observada fue baja, el riesgo de contagio de la Ptb entre los caprinos de Guanajuato es latente, por lo que, es

necesario implementar medidas sanitarias para evitar que este problema siga creciendo y controlarlo en los rebaños donde ya está presente.

**Palabras clave:** Paratuberculosis. Caprinos. Diagnóstico. Emaciación. IDGA.

## Introducción

La paratuberculosis (Ptb) o enfermedad de Johne, es una infección granulomatosa que afecta básicamente el tracto digestivo de rumiantes domésticos (ganado bovino, ovejas, cabras, camélidos y búfalos) y salvajes (cérvidos), produciendo una enteritis granulomatosa con debilitamiento gradual, disminución de la producción y eventualmente, muerte (OIE, 2018). El agente etiológico que produce dicha enfermedad es *Mycobacterium avium* subespecie paratuberculosis (Map), una bacteria

facultativa intracelular, Gram-positiva, ácido-alcohol resistente, de lento crecimiento (Rathnaiah et al., 2017).

El contagio de la Ptb es a través de la vía fecal-oral principalmente, una vez que ingresa en el intestino, el patógeno se establece en los fagosomas de los macrófagos sub-epiteliales e intra-epiteliales de la lámina propia, adyacente a las Placas de Peyer, siendo resistente a la fagocitosis. En Pequeños ruminantes la pérdida crónica y progresiva de peso es el signo clínico más característico, solo el 10-20 % de los animales que la padecen llegan a presentar diarrea. La manifestación de los signos se observa con frecuencia en animales de entre 3 a 5 años de edad, (Méndez et al., 2013; Rivera et al., 2014). El diagnóstico presuntivo debe estar basado en la historia clínica de los animales que presenten principalmente pérdida crónica de peso, debe ser confirmado por pruebas de laboratorio que se basen en la detección directa e indirecta de Map. Las pruebas de detección directa de Map son la observación del bacilo por microscopía mediante tinción de Ziehl Neelsen o histopatología, aislamiento en cultivo y PCR. Los métodos indirectos están basados en la detección de anticuerpos contra Map, las pruebas más utilizadas son el ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA), la inmunodifusión en gel de agar (IDGA) y fijación del complemento (FC), (OIE, 2018).

En México, los reportes de paratuberculosis que existen en el ganado caprino no son estudios epidemiológicos, pero se estima que se ha ido diseminando en dicha especie doméstica (Gallaga et al., 2017). Esta enfermedad produce grandes pérdidas económicas, por las manifestaciones clínicas en los animales del rebaño. Por lo anterior, el objetivo del estudio fue determinar la frecuencia de Ptb en las principales regiones caprinas del Estado de Guanajuato.

## Material y métodos

Este trabajo se realizó en 300 unidades de producción provenientes de 22 municipios del estado de Guanajuato. En donde se muestrearon 910 caprinos, de los cuales 639 son machos y 271 son hembras de diferentes edades, oscilando entre

los 4 y 108 meses. Los criterios para la toma de muestras en machos fue el de ser sementales o que fueran posteriormente destinados para esa función, y en hembras, que presentaran signos clínicos que pudieran ser sugerentes a la infección por Map. En cada unidad de producción se recolectaron muestras de sangre, las cuales se obtuvieron mediante punción de la vena yugular. Para la colecta se usaron tubos sellados al vacío (BD Vacutainer®), los cuales se almacenaron en refrigeración hasta la separación por centrifugación del suero, el cual fue debidamente identificado y conservado en tubos de 1.5ml en congelación. Los sueros obtenidos fueron usados para la detección de anticuerpos contra Map mediante la prueba de inmunodifusión en gel de agar (IDGA) (Hope et al., 2000). Los resultados obtenidos fueron expresados como frecuencia de seropositividad, la cual fue calculada mediante la siguiente fórmula: frecuencia = (número de animales seropositivos ÷ número de animales muestreados)  $\times$  100.

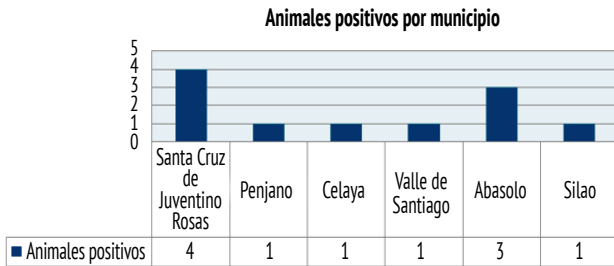
## Resultados y discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos a la prueba de IDGA, de los 910 animales muestreados, 11 resultaron positivos y 899 fueron negativos. La frecuencia de seropositividad obtenida en este estudio fue de 1.2%. Los datos fueron analizados para sacar la frecuencia por sexo de los animales, de los cuales 5 machos resultaron positivos. De las 271 hembras muestreadas, 6 resultaron positivas.

Los 11 animales positivos pertenecen a rebaños localizados en los Municipios de Santa Cruz de Juventino Rosas, Pénjamo, Celaya, Valle de Santiago, Abasolo y Silao, en la Figura 1 se expresa la frecuencia de casos positivos por municipio.

Los municipios con mayor cantidad de animales seropositivos fueron Santa Cruz de Juventino Rosas con cuatro animales, la edad promedio de los animales que resultaron positivos a la prueba de IDGA en este municipio fue de 48 meses. En el municipio de Abasolo se detectaron a tres animales seropositivos, el promedio de edad fue de 56 meses. En Pénjamo, Celaya, Valle de Santiago y Silao solo se detectó a un animal seropositivo por municipio, la edad promedio de estos animales fue de 48 meses

(Tabla 1, Figura 1), cabe mencionar que todos los animales seropositivos a IDGA presentaron signos clínicos sugerentes a la infección por Map, como son la emaciación, debilidad, presencia de pelaje hirsuto y en algunos casos, diarreas pastosas.



**Figura 1** - Procedencia de los animales positivos por municipio en el Estado de Guanajuato.

**Tabla 1** - Número de muestras tomadas y edad de los animales positivos por municipio

Municipio	Muestras	Edad
Santa Cruz de Juventino Rosas	145	X 48 Meses
Penjano	105	48 Meses
Celaya	40	48 Meses
Valle de Santiago	80	50 Meses
Abasolo	45	X 56 Meses
Silao de la Victoria	15	48 Meses

La frecuencia obtenida en este estudio puede ser considerada baja, en comparación con las frecuencias de seropositividad reportadas en otros estudios, como los realizados por Gallaga et al. (2017), en el cual obtuvo una prevalencia en los Estados de Querétaro y Guanajuato del 8,8% en 120 cabras usando la prueba de IDGA, o la reportada por Méndez et al. (2013) en donde obtuvieron una prevalencia con la prueba de IDGA en 211 ovinos en el Estado de San Luis Potosí de 9,48%.

De acuerdo al Manual de las Pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para los Animales Terrestres de la OIE 2018, los signos de la paratuberculosis pueden llegar a presentarse en los animales a partir de 1 - 2 años de edad, aunque Rivera et al. (2014) mencionan que estos son más

frecuentemente observados entre los 3 - 5 años y en etapas con mayor estrés fisiológico como la gestación, lactación o cambios de alimentación. En el presente estudio, todos los animales muestreados presentaron al menos dos de los signos clínicos provocados por la infección de Map, sin embargo, la frecuencia de seropositividad es baja, esto puede deberse a diferentes factores como una pobre respuesta inmunológica por parte del animal, o a que los animales muestreados sufrían otras afecciones diferentes a la paratuberculosis, como pueden ser la deficiencia nutricional o cuadros de parasitosis, por mencionar algunas.

El uso de herramientas serológicas para la detección de anticuerpos contra MAP en los rumiantes ha sido ampliamente evaluado, en la mayoría de los casos se le atribuye a la IDGA una especificidad superior al 99% y una sensibilidad alrededor del 60%. Tomando en cuenta estas características, es posible que el bajo porcentaje de animales detectados como seropositivos en los rebaños estudiados esté relacionado a la poca capacidad de la IDGA para detectar bajos niveles de anticuerpos, condición que se presenta con mayor frecuencia en animales jóvenes que aún no expresan buena cantidad de anticuerpos contra la bacteria, así como en animales con baja condición corporal, inmunosuprimidos o estresados.

## Conclusión

Podemos decir que, aunque se obtuvo una frecuencia baja de la enfermedad, sigue siendo un riesgo para la salud animal, ya que los animales positivos pueden llegar a contagiar a animales sanos. Es necesario implementar medidas sanitarias para evitar que este problema siga creciendo y controlarlo en los rebaños donde ya está presente.

## Agradecimientos

Proyecto parcialmente financiado por Fundación Guanajuato Produce A.C: FGP 636/15: "Establecimiento de una estrategia integral para la prevención y control de las principales enfermedades que afectan a caprinos en el Estado de Guanajuato".

## Referencias

- Gallaga EPM, Arellano BR, Santillán MA, Favila LCH, Córdova DL, Morales RJ, et al. Situación epidemiológica de la paratuberculosis en las principales regiones caprinas del Estado de Puebla, México. *Quehacer Cient Chis.* 2017;12:36-45.
- Hope AF, Kluver PF, Jones SL, Condrón RJ. Sensitivity and specificity of two serological tests for the detection of ovine paratuberculosis. *Aust Vet J.* 2000;78(12): 850-6.
- Méndez OE, Ramírez LI, Rojas SN, Olivares OJ, Martínez GD. Detección de *Mycobacterium avium* paratuberculosis en caprinos ubicados en una zona semi-árida en el municipio de Tecozautla Hidalgo. *Rev Salud Anim.* 2013;35(3):182-8.
- OIE (Organización Internacional de Sanidad Animal). Paratuberculosis (Enfermedad de Johne). In: *Manual de las Pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para los Animales Terrestres.* Cap 3.1.15. 2018 [acceso 2 feb 2018]. Disponible en: <https://tinyurl.com/y2zvn64t>.
- Rathnaiah G, Zinniel DK, Bannantine JP, Stabel JP, Gröhn YT, Collins M, et al. Pathogenesis, Molecular Genetics, and Genomics of *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis, the Etiologic Agent of Johne's Disease. *Front Vet Sci.* 2017;4:187.
- Rivera J, Marín MC, Riquelme MF, Cubero MJ. Paratuberculosis caprina: una revisión con especial énfasis en su interferencia con el diagnóstico de la tuberculosis. *An Vet (Murcia).* 2014;30:63-76.

SANIDAD

# Distribución espacial de la leptospirosis caprina en el Estado de Guanajuato, México

Fernanda Gaytán-Carrillo<sup>1</sup>, Enrique Herrera-López<sup>2\*</sup>, Oscar Rico-Chávez<sup>1</sup>, José Luis Gutiérrez-Hernández<sup>2</sup>, Erika Gabriela Palomares-Resendiz<sup>2</sup>, Efrén Díaz-Aparicio<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.

<sup>2</sup> CENID Salud Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Ciudad de México, México

## Resumen

El objetivo del presente trabajo fue determinar la seroprevalencia y distribución espacial de leptospirosis en caprinos del Estado de Guanajuato. La leptospirosis en caprinos, es una enfermedad poco reportada, sin embargo, de importancia para la producción, debido a que provoca abortos e infertilidad que repercuten en la producción de leche y de cabrito en pie. Evaluar la presencia de anticuerpos contra *Leptospira* spp. en unidades de producción caprina es de gran importancia para determinar la exposición de los animales al agente y así poder establecer estrategias de prevención y control a la enfermedad. Se realizó el muestreo serológico en 365 unidades de producción (UP) distribuidos en 22 municipios del Estado de Guanajuato; se obtuvieron un total de 1611 muestras serológicas. Para el diagnóstico de leptospirosis se empleó la prueba de aglutinación microscópica (MAT), utilizando una batería de seis serovariedades de *Leptospira* spp., tres de referencia (Wolffi, Hardjo, Tarassovi) y tres aislamientos nacionales (Icterohaemorrhagiae, Hardjo, Canicola), las muestras se consideraron como positivas cuando se observó

más del 50% de aglutinación en diluciones  $\geq 1:40$ . Se determinó una frecuencia de leptospirosis del 51,8% (835/1611); la serovariedad más frecuente fue Icterohaemorrhagiae con 36% (586/1611), seguida de Hardjo 6,6% (159/1611), Tarassovi 3,6% (114/1611), Canicola 1,37% (79/1611), Hardjo (aislamiento nacional) 1,05% (74/1611) y Wolffi 1,05% (74/1611). El estudio de la distribución geográfica reveló que el municipio con mayor seroprevalencia de las serovariedades de *Leptospira* spp. fue Santiago de Maravatío, con 33,33%; la serovariedad Icterohaemorrhagiae se encontró en los 21 de 22 municipios con una prevalencia arriba del 20%. Se concluye que la seroprevalencia de leptospirosis en el Estado de Guanajuato es alta, la serovariedad más frecuente es Icterohaemorrhagiae, distribuyéndose en casi el 50% del Estado, reconociendo a la leptospirosis como una posible causa de problemas reproductivos en caprinos.

**Palabras clave:** Leptospirosis. Caprinos. Prevalencia. MAT. Distribución espacial.

## Introducción

La leptospirosis es una enfermedad reproductiva que afecta a los caprinos y a otros animales, además de ser una de las principales zoonosis. A pesar de su importancia, no hay muchos estudios sobre su presencia en caprinos y raramente se relaciona con problemas de abortos en esta especie. La leptospirosis es ocasionada por bacterias del género *Leptospira*, que son espiroquetas, Gram negativas, móviles y aerobias estrictas, y existen más de 300 serovariedades de la bacteria (Ellis, 2015). La técnica de diagnóstico reconocida por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) es la prueba de aglutinación microscópica (MAT), la cual consiste en la detección indirecta de las serovariedades de *Leptospira* spp., por medio de la detección de anticuerpos contra ellas en el suero. La MAT es el método recomendado para determinar la prevalencia de la enfermedad y realizar la vigilancia epidemiológica de la misma, ya que nos brinda sensibilidad de 98,2% y especificidad de 96,4% (Bajani et al., 2003).

Determinar el área geográfica donde se realiza un estudio de seroprevalencia de una enfermedad permite construir mapas de distribución, los cuales son una herramienta para proyectar las zonas donde hubo mayor detección de anticuerpos y por lo tanto donde existe mayor riesgo de entrar en contacto con el agente, con la finalidad de usar esa información para tomar decisiones con respecto a las medidas prevención y control que pueden aplicarse en la zona estudiada y en zonas vecinas con las que se da comercialización o intercambio de animales (Robinson, 2000). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar la frecuencia y distribución espacial de leptospirosis en caprinos del Estado de Guanajuato.

## Material y métodos

El presente estudio se realizó en 365 unidades de producción caprina distribuidas en 22 municipios del Estado de Guanajuato. Los criterios de inclusión fueron: machos reproductores, hembras de al menos un parto elegidas aleatoriamente y animales con antecedentes de abortos, infertilidad,

momificaciones o mortinatos; paralelamente al muestreo se tomaron los datos de cada una de las unidades de producción.

Las muestras de sangre se tomaron en tubos al vacío (Vacutainer®) y fueron debidamente identificadas con número de animal, edad, raza, sexo y antecedente clínico. Las muestras se transportaron en refrigeración para ser procesadas en el CENID-Microbiología de la Ciudad de México y obtener el suero para realizar la prueba de MAT. Se utilizaron seis antígenos vivos de serovariedades de *Leptospira* spp., tres de referencia (Wolffi, Hardjo, Tarassovi) y tres aislamientos nacionales (Icterohaemorrhagiae, Hardjo, Canicola), las cuales han sido previamente encontrados en caprinos de algunas regiones de Guanajuato por Flores-Puebla en el 2016. Las muestras de suero se diluyeron inicialmente a 1:10; posteriormente al desafiarse con la serovariedad se hace una dilución 1:20. Aquellas muestras que presentaron arriba del 50% de aglutinación contra las serovariedades probadas se consideraron como positivas y en una segunda fase las muestras positivas fueron diluidas y probadas continuamente hasta una dilución 1:640. El punto de corte para considerar las muestras positivas fue la dilución 1:40. Las muestras positivas a la primera dilución se registraron como sospechosas.

Se realizó un análisis descriptivo para establecer las proporciones, distribuciones y prevalencia. Se determinaron los intervalos de confianza de la prueba utilizando la sensibilidad y especificidad reportada por (Bajani et al., 2003) con el software libre R, con la paquetería epiR. Se midió la prevalencia de las serovariedades en los 22 municipios muestreados para construir mapas con la distribución de las prevalencias con la paquetería ggmap.

## Resultados y discusión

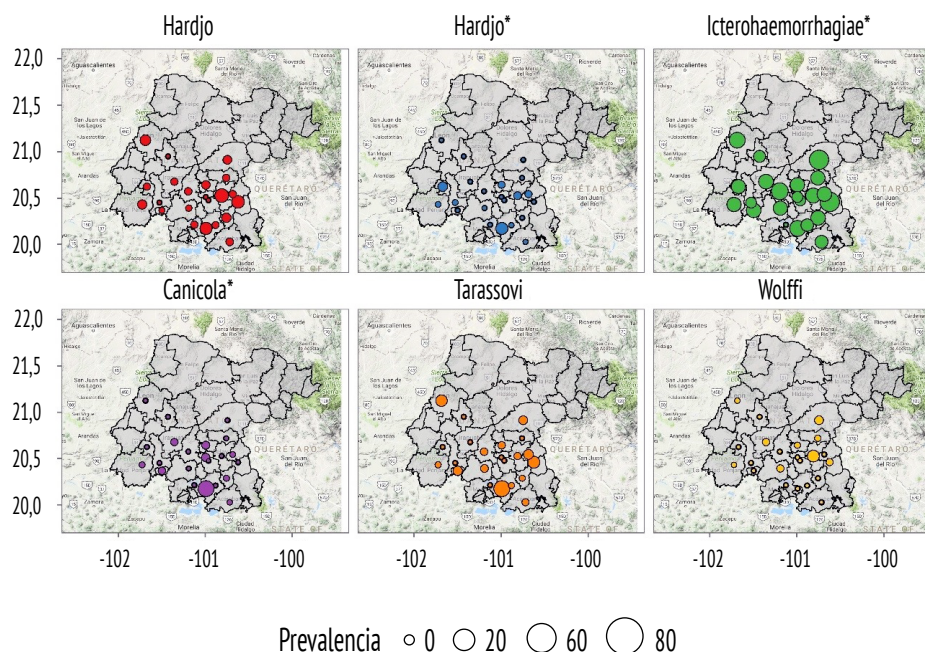
Se obtuvieron un total de 1611 muestras, de las cuales 622 fueron machos, 474 hembras con signos de leptospirosis (414 abortos, 48 con infertilidad, 10 mortinatos y dos momificaciones) y 515 hembras sin signos.

La prevalencia de *Leptospira* spp. en el área de estudio fue de 51,8% (835/1611). Esta

seroprevalencia es mayor a la encontrada por Flores-Puebla (2016). Se hizo la prueba para cada una de las seis serovariedades y se encontró que la serovariedad más frecuente fue *Icterohaemorrhagiae*, con una prevalencia de 36% (586/1611), seguida de *Hardjo* (cepa de referencia) 6,6% (159/1611), *Tarassovi* 3,6% (114/1611), *Canicola* 1,37% (79/1611), *Hardjo* (aislamiento nacional) 1,05% (74/1611) y *Wolffi* 1,05% (74/1611). En los estudios previos hechos en Guanajuato y la Comarca Lagunera se había encontrado de igual manera a *Icterohaemorrhagiae* como la serovariedad más frecuente, a diferencia de las otras serovariedades cuya frecuencia varía bastante con lo encontrado en el presente estudio. *Icterohaemorrhagiae* se transmite principalmente por roedores, que son portadores asintomáticos del agente, lo cual puede relacionarse con la falta de control de fauna nociva que llega a presentarse en las unidades de producción caprina. Sin embargo, Santos et al. (2012) hicieron igualmente estudios de seroprevalencia de leptospirosis en caprinos en Brasil, y encontraron otras serovariedades

con mayor frecuencia que la serovariedad *Icterohaemorrhagiae*, entre ellas *Autumnalis*, *Shermani*, *Grippotyphosa* y *Pyrogenes*, las cuales no se incluyeron en este estudio o en los realizados anteriormente en México, por lo tanto, se sugiere tomar en cuenta estas serovariedades para estudios posteriores.

En el estudio de la distribución geográfica de las seroprevalencias, se encontró que el sitio con mayor prevalencia de *Leptospira* spp. fue Santiago de Maravatío con 33,33%. Posteriormente en el mapa con la distribución de las prevalencias de las serovariedades en el estado (Figura 1), se observó que la serovariedad *Icterohaemorrhagiae* tuvo prevalencias de 15% o más, en 21 de los 22 municipios muestreados, volviendo a colocar a esta serovariedad como la de mayor importancia y distribución en el estado. Los estados que presentaron mayor frecuencia de anticuerpos contra la serovariedad *Icterohaemorrhagiae* fueron Apaseo el Alto, San Miguel de Allende y Salamanca, con prevalencias > 50%.



**Figura 1** - Mapa con la distribución de las prevalencias (%) de las serovariedades de *Leptospira* spp. en el Estado de Guanajuato. \*Aislamientos nacionales.



## Conclusión

Se encontró una frecuencia del 51,8% contra *Leptospira* spp., siendo la serovariedad Icterohaemorrhagiae la más frecuente, con 36%. La exposición a esta serovariedad se ha dado en casi el 50% del estado de Guanajuato, lo cual es suficiente para reconocer a la leptospirosis como una posible causa de problemas reproductivos en los caprinos, así como señalar su importancia en materia de salud pública, ya que es una zoonosis. Conociendo esta información es recomendable informar a los productores sobre la existencia de esta enfermedad y sobre los problemas que ocasiona; además, establecer programas de vacunación en las unidades de producción encaminados a las principales serovariedades diagnosticadas.

## Referencias

Bajani MD, Ashford DA, Bragg SL, Woods CW, Aye T, Spiegel RA, et al. Evaluation of four commercially available rapid serologic tests for diagnosis of leptospirosis. J Clin Microbiol. 2003;41(2):803-9.

Santos JP, Lima-Ribeiro AM, Oliveira PR, Santos MP, Ferreira A Jr, Medeiros AA, et al. Seroprevalence and risk factors for Leptospirosis in goats in Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. Trop Anim Health Prod. 2012;44(1):101-6.

Ellis WA. Animal Leptospirosis. En: Adler B (Ed.). *Leptospira and leptospirosis*. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2015. p. 99-137.

Flores-Puebla MP. Diagnóstico serológico de *Leptospira interrogans* y *Brucella melitensis* en rebaños caprinos en el Estado de Guanajuato [tesis de licenciatura]. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2016.

Robinson TP. Spatial statistics and geographical information systems in epidemiology and public health. Adv Parasitol. 2000;47:81-128.

SANIDAD

# Distribucion geográfica del lentivirus de los pequeños rumiantes (LvPR) en caprinos del estado de Guanajuato, México

Fernanda Gaytán-Carrillo<sup>1</sup>, Enrique Herrera-López<sup>2\*</sup>, Oscar Rico-Chávez<sup>1</sup>, José Luis Gutiérrez-Hernández<sup>2</sup>, Erika Gabriela Palomares-Resendiz<sup>2</sup>, Efrén Díaz-Aparicio<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

<sup>2</sup> CENID Salud Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Ciudad de México, México

## Resumen

El objetivo del presente trabajo, fue determinar mediante el diagnóstico serológico, la presencia y distribución espacial del lentivirus de la artritis encefalitis caprina (AEC) en el Estado de Guanajuato. Se realizó el muestreo en 1757 caprinos provenientes de 379 unidades de producción (UP), distribuidas en 22 municipios; 620 fueron machos reproductores (sementales) y 1137 hembras, algunas con signología sugerente a AEC (artritis, mastitis indurativa, caquexia). Todas las muestras se analizaron serológicamente por medio de la prueba comercial de ELISA indirecta. Los resultados obtenidos, demuestran que existe una frecuencia del 17.62% (318/1757) de caprinos seropositivos al Lentivirus de AEC; la proporción de machos seropositivos fue del 21,93% (136/620) mientras que en las hembras fue del 16% (182/1137). En relación a la signología sugerente a AEC, los caprinos con artritis mostraron 60% (39/65) de seropositividad a la prueba; aquellas con caquexia 25% (2/8) fueron positivos; con secreción nasal 12,5% (1/8); y con mastitis indurativa 0% (0/18).

Por otra parte, se determinó mediante la construcción de mapas epidemiológicos, la distribución geográfica de la frecuencia de la enfermedad, en la que el 28% del Estado de Guanajuato, presenta frecuencias mayores al 10%; siendo el municipio de Celaya el más representativo con el 44% (37/83) de caprinos seropositivos a AEC; cabe señalar que el municipio de Celaya es de los principales comercializadores de material genético en Guanajuato. Se concluye que la enfermedad está presente en el Estado, concentrándose en Celaya, lugar donde los productores adquieren material genético para mejorar sus rebaños, por lo que es importante informarlos de la importancia del diagnóstico serológico previo a la compra de nuevos animales, con la finalidad de evitar la diseminación de la enfermedad; asimismo, se debe informar sobre la importancia del diagnóstico presuntivo, mediante identificación de signos de la AEC, para poder guiar el diagnóstico, la prevención y el control en las UP.

**Palabras clave:** Lentivirus. AEC. Caprinos. Prevalencia. ELISA. Distribución geográfica.

## Introducción

La artritis-encefalitis caprina (AEC) es una enfermedad viral de distribución mundial, ocasionada por un lentivirus de los pequeños rumiantes (LvPR), de la familia Retroviridae, que se caracteriza por producir problemas multisistémicos y complejos, y por tener periodos de incubación altamente variables. Entre el 30 - 40% de los animales infectados presentan signos, en animales adultos se presenta poliartrosis proliferativa y/o mastitis indurativa; mientras que en animales jóvenes se llega a observar leucoencefalitis (paresia progresiva), ataxia, pérdida de peso y/o neumonía intersticial.

La transmisión de la enfermedad se da principalmente de manera vertical, por el consumo de calostro o leche de hembras infectadas. La transmisión horizontal es posible por el contacto prolongado o la exposición a fluidos como sangre, secreción nasal o semen, así como por la transferencia de embriones. También puede transmitirse por iatrogenia médica, al utilizar material contaminado por el virus, como jeringas o equipo de identificación como tatuadoras y aretadoras.

Los animales infectados son portadores de por vida, y se vuelven los principales diseminadores de la enfermedad en el hato. No existe tratamiento y no hay vacuna disponible actualmente, por lo tanto, el diagnóstico de esta enfermedad es la principal medida de profilaxis, y es indispensable la identificación y eliminación temprana de los animales infectados.

Actualmente la prueba ELISA indirecta contra LvPR ha demostrado ser la prueba diagnóstica más accesible, fácil de interpretar y la más difundida (Balbin y Mingala, 2017). Actualmente la epidemiología espacial aporta un mejor entendimiento del comportamiento de las enfermedades infecciosas y es una herramienta indispensable para realizar vigilancia epidemiológica.

El objetivo del presente trabajo fue determinar mediante el diagnóstico serológico, la frecuencia y distribución geográfica del lentivirus de la AEC en el Estado de Guanajuato.

## Material y métodos

El presente estudio se realizó en 379 unidades de producción, distribuidas en 22 municipios del Estado de Guanajuato. Los criterios de inclusión al estudio fueron machos reproductores, hembras de al menos un parto elegidas aleatoriamente y animales con signos clínicos de AEC (artritis, caquexia, secreción nasal y mastitis). Junto con el muestreo se tomaron los datos de cada una de las unidades de producción: nombre de propietario, domicilio y total de animales (machos y hembras).

Las muestras de sangre se tomaron en tubos al vacío (Vacutainer®) y fueron debidamente identificadas con número de individuo, edad, raza, sexo y presentación clínica en caso de presentarla. Las muestras se transportaron en refrigeración para ser procesadas en el CENID-Microbiología de la Ciudad de México y obtener el suero para realizar la prueba de ELISA indirecta, con el kit comercial ID Screen® MVV-CAEV Indirect Screening ELISA, siguiendo las especificaciones del fabricante, la lectura de las placas se hizo en un lector de ELISA RT-2100C Microplate Reader, con una longitud de onda de 450 nm, y las densidades registradas fueron usadas para la interpretación de los resultados calculando el porcentaje de positividad (Tabla 1) mediante la siguiente fórmula:

$$S/P\% = \frac{DO_{\text{muestra}} - DO_{\text{CN}}}{DO_{\text{CP}} - DO_{\text{CN}}} \times 100$$

DO = Densidad óptica. CN = Control negativo. CP = Control positivo.

**Tabla 1** - Porcentaje de positividad para artritis-encefalitis caprina en 379 unidades de producción, distribuidas en 22 municipios del Estado de Guanajuato

Interpretación de S/P%	
Resultado	Interpretación
S/P% ≤ 50%	Negativo
50% < S/P% < 60%	Sospechoso
S/P% ≥ 60%	Positivo

Se realizó un análisis estadístico de tipo descriptivo para determinar proporciones, distribución y prevalencia. Se determinaron los intervalos de confianza de la prueba utilizando una sensibilidad del 98% y especificidad del 99% reportada por Nowicka et al., (2014), con el software libre R, con la paquetería epiR. La distribución geográfica de las prevalencias se realizó mediante mapas, utilizando la paquetería ggmap.

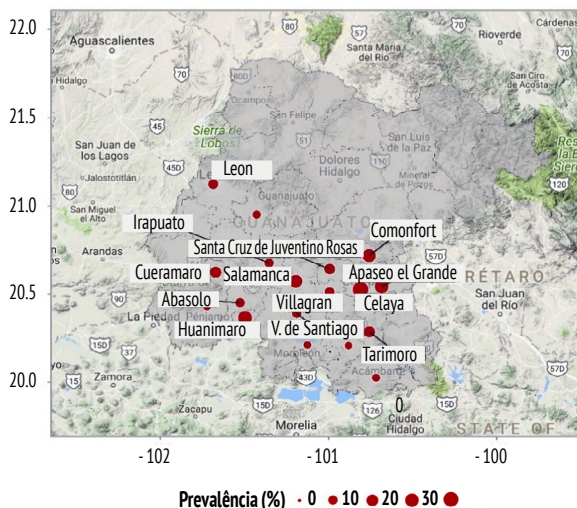
## Resultados y discusión

Se obtuvieron un total de 1757 muestras, de las cuales 620 fueron machos, 99 hembras con signos de AEC (65 artritis, 18 mastitis, 8 con caquexia y 8 con secreción nasal) y 1038 eran hembras sin signos. Se encontró un 17,62% (318/1757) de frecuencia, lo cual coincide con un trabajo previo publicado por Santiago et al., (2017). Se obtuvo la frecuencia de positividad de machos y hembras; se encontró en machos un 21,93% (136/620) y en hembras 16% (182/1137). Los machos al mantenerse en los rebaños como reproductores, entran en contacto con todas las hembras, y se ha comprobado en otros estudios la presencia del virus en el semen de caprinos (Cruz et al., 2009), con ello, el riesgo de transmisión es elevado si el macho es quien está infectado. Conocer esta información permite establecer estrategias de control encaminadas a la detección de la enfermedad en machos antes de que entren al rebaño.

Por otro lado, se analizó la frecuencia de animales positivos por signo clínico, y se encontró que 60% (39/65) de los sueros de animales con artritis resultaron positivos a la prueba, por ello la importancia de enseñar a los productores a identificar este signo, de familiarizarlos con las pruebas diagnósticas que pueden realizar para descartar AEC y de sugerir las medidas de control pertinentes que deben realizar ante animales que presentan este signo. En el caso de animales con caquexia 25% (2/8) fueron positivos y con secreción nasal 12,5% (1/8) que son frecuencias de AEC similares a las encontradas anteriormente (Balbin y Mingala, 2017). La mastitis indurativa tuvo frecuencia de 0% (0/18), lo cual difiere con

lo reportado por Gregory et al., (2017), quienes detectaron por medio de PCR al virus en 50% de los animales, mastitis indurativa; señalan que la glándula mamaria es uno de los órganos blanco del virus, por lo que es necesario hacer un estudio con una prueba más sensible, como PCR, para complementar el presente estudio.

Finalmente se realizó el estudio de prevalencia por municipio y se construyó un mapa con distribución geográfica de la frecuencia de AEC en los 22 municipios estudiados (Figura 1), en el cual se observó que 13 municipios presentan seropositividad mayor a 10%, siendo Celaya el municipio con la frecuencia más alta, con 44% (37/83). Valencia y Montaldo (2006) realizaron estudios sobre mejoramiento genético en caprinos en Celaya, Apaseo el Grande y Salamanca, y posiblemente la mayoría de los sementales adquiridos por las unidades de producción de otros municipios se compran ahí, lo que podría estar participando en la diseminación del virus de AEC.



**Figura 1** - Mapa de distribución de frecuencias de AEC en el Estado de Guanajuato. Los municipios con prevalencias arriba de 10% son: Celaya 44% (37/83); Huanimáro 34,14% (14/41); Apaseo el Grande 32,82% (43/131); Comonfort 31,42% (11/35); Salamanca 29,90% (32/107); Cuernámaro 21,73% (5/23); Tarimoro 21,08% (31/147); Santa Cruz de Juventino Rosas 18,21% (45/247); León 16,00% (4/25); Villagrán 15,05% (14/93); Abasolo 13,82 (13/94); Valle de Santiago 13,53% (18/133); Irapuato 12,06% (7/58)..

## Conclusión

Se ha encontrado una frecuencia de anticuerpos del 17,62%, en el Estado de Guanajuato siendo más frecuente en machos que en hembras, y que 60% de los animales con artritis resultaron positivos; asimismo se ha observado que 44% de los animales positivos se concentran en el municipio de Celaya, que es el principal comercializador de material genético para los rebaños caprinos del Estado de Guanajuato. Por ello, es importante informar a los productores sobre el diagnóstico oportuno de AEC, antes de la adquisición de nuevos animales, y sobre la identificación de signos de la enfermedad en su rebaño, con lo cual se puede controlar la enfermedad mediante el establecimiento de medidas como separación de animales enfermos, pasteurización de calostro, diagnóstico de animales con signos y, de preferencia, eliminación de animales positivos.

## Agradecimientos

Este estudio fue parcialmente financiado por la Fundación Guanajuato Produce A.C., a través del proyecto FGP636-15. "Establecimiento de una estrategia integral para la prevención y control de las principales enfermedades que afectan a caprinos en el Estado de Guanajuato".

## Referencias

- Balbin MM, Mingala CN. Caprine Arthritis-Encephalitis. In: Bayry J. Emerging and Re-emerging Infectious Diseases of Livestock. Cham, Suiza: Springer International Publishing; 2017. p. 191-213.
- Gregory L, Birgel Jr EH, Lara MCCSH, Angelini M, Araújo WP, Rizzo H, et al. Clinical features of indurative mastitis caused by caprine arthritis encephalitis virus. *Braz J Vet Pathol.* 2009;2(2):64-8.
- Nowicka D, Czopowicz M, Mickiewicz M, Szaluś-Jordanow O, Witkowski L, Bagnicka E, et al. Diagnostic performance of ID Screen® MVV-CAEV Indirect Screening ELISA in identifying small ruminant lentiviruses-infected goats. *Pol J Vet Sci.* 2014;17(3):501-6.
- Santiago BCI, Gutiérrez HJL, Herrera LE, Palomares REG, Díaz AE. Diagnóstico serológico de Lentivirus de Pequeños Rumiantes (LvPR) en rebaños caprinos del Estado de Guanajuato. *Quehacer Cient Chis.* 2017;12(1): 15-9.
- Valencia M, Montaldo HH. Genetic evaluation of goats in the State of Guanajuato, Mexico. *Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production; Belo Horizonte, MG; 13-18 ago 2006.* Belo Horizonte: Instituto Prociência; 2006. p. 2-6.

SANIDAD

## Distribución tisular de la cepa SRLV/B1/GOAT/MX/INIFAP-1/2013 en cabritos infectados experimentalmente

José Francisco Rivera-Benítez<sup>1</sup>, Jazmin De la Luz-Armendáriz<sup>2\*</sup>, Andrés Ernesto Ducoing-Watty<sup>2</sup>, Humberto Ramírez-Mendoza<sup>3</sup>, Luis Gómez Núñez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Microbiología Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Ciudad de México, México

<sup>2</sup> Departamento de Microbiología e Inmunología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

<sup>3</sup> Departamento de Medicina y Zootecnia de Rumiantes, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

### Resumen

Los Lentivirus de pequeños rumiantes (LvPR) causan una enfermedad que ha tenido gran relevancia en los últimos años. El tropismo celular de los LVPR está dirigido a la línea monocitos/macrófagos y el tisular se observa en tracto respiratorio, nervioso, glándula mamaria y articulaciones. El objetivo fue determinar la distribución tisular de la cepa SRLV/B1/Goat/Mx/INIFAP-1/2013 en cabritos infectados experimentalmente. Se mantuvieron 12 cabritos machos de 15 días de edad. Como inóculo de infección se utilizó el sobrenadante de cultivo celular del aislamiento viral, como vías de inoculación se emplearon la instilación nasal y la vía intra muscular. Se realizó la prueba serológica comercial de ELISA competitivo y para detectar la presencia de un fragmento del genoma viral, se realizaron las pruebas de PCR en tiempo real y en punto final. Hasta los 120 días post infección no se detectó la presencia de anticuerpos en los cabritos infectados. Se observó que la excreción viral se mantuvo hasta los 90 dpi y se determina que a partir del día 20 dpi la cepa presenta tropismo por sistema linfático, respiratorio y nervioso, siendo el sistema nervioso el que presentó cargas virales más elevadas. Diversos autores mencionan que el periodo de incubación y seroconversión de los LvPR puede variar de seis meses hasta siete años. Ravazzolo et al ante una infección experimental confirmaron que los LvPR rumiantes presentan tropismo dirigido a sistema nervioso, la cepa SRLV/B1/Goat/Mx/INIFAP-1/2013 presentó mayor carga viral en órganos de sistema nervioso, por lo que se confirma que el tropismo tisular de esta cepa se encuentra dirigido a este sistema. Los resultados del presente estudio nos permiten sentar las bases para conocer y comparar las cepas de LvPR que circulan en nuestro país.

**Palabras clave:** Lentivirus de pequeños rumiantes. Distribución tisular. Cepa viral.

---

SANIDAD

## Ectima contagioso: descripción de caso clínico en majada caprina de Santiago del Estero, Argentina

---

María Florencia Salinas\*

Cátedra de Sistemas Productivos de Rumiantes Menores, Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Santiago del Estero, Argentina

### Resumen

El ectima es una enfermedad vírica, altamente contagiosa que afecta principalmente a los cabritos, contagiando a los adultos que nunca estuvieron expuestos al virus. También afecta a ovinos y al humano. Presenta alta morbilidad (90%) y baja mortalidad. La lesión inicia con una vesícula que se seca y se transforma en costra; debajo existe una úlcera sangrante. El virus permanece activo en las costras durante mucho tiempo, siendo difícil de erradicar una vez dentro de la majada. En cabritos se observa inapetencia y abundante salivación, ocasionando pérdida de peso y retraso en el crecimiento. En adultos, las lesiones están en boca, lengua, faringe y nariz, extendiéndose a ubres y pezones. Otras localizaciones secundarias son pezuñas, vagina, vulva, ano, escroto y glande. En Santiago del Estero, Argentina, existen pocos antecedentes de la enfermedad, pero anualmente hay casos clínicos en distintos puntos de la provincia. Este trabajo describe un caso clínico y su tratamiento en una majada caprina. El establecimiento cuenta con 40 hembras, cuatro machos y 25 cabritos cruzas Anglo Nubian y Boer. Se observaron 36 hembras, dos machos y 23 cabritos con lesiones compatibles en boca, ollares, manos, patas y ubres. Dichos animales presentaban baja condición corporal, salivación, rengueras y mastitis inducidas por las úlceras sangrantes y dolorosas. Se trató a los enfermos con tintura de lodo en forma tópica, limpieza e higiene del corral y se capacitó a los dueños sobre el alto riesgo de contagio. Se recomienda efectuar macerados de costras; realizar un raspaje en zonas depiladas (axilas, cola) y colocar gotas del preparado como método profiláctico, aunque en éste caso no se realizó ya que los propietarios no lo desearon. Es necesario capacitar a los productores del norte Argentino, ya que es una enfermedad extremadamente común y su gravedad toma sentido cuando las personas se ven afectadas.

**Palabras clave:** Ectima contagioso. Majadas caprinas. Santiago del Estero.

SANIDAD

## Efecto antihelmíntico de la fracción hexánica de *Artemisia cina* en una infección natural de *Haemonchus contortus* en caprinos

Rosa Isabel Higuera-Piedrahita <sup>1\*</sup>, Pedro Mendoza de Gives<sup>2</sup>, María Eugenia López-Arellano<sup>2</sup>, Raquel López-Arellano<sup>1</sup>, Héctor Alejandro De la Cruz-Cruz<sup>1</sup>, Héctor Mario Andrade-Montemayor<sup>3</sup>, Jorge Alfredo Cuéllar-Ordaz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán, México

<sup>2</sup> CENID Salud Animal e Inocuidad, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Jiutepec, México

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Amazcala, México

### Resumen

*Haemonchus contortus* es uno de los principales nematodos que afectan las producciones caprinas en la zona árida de México, las infecciones producen severas anemias y en casos más graves hasta la muerte. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto antihelmíntico del extracto hexánico de *Artemisia cina* en caprinos infectados naturalmente con *Haemonchus contortus*. *A. cina* fue obtenida por siembra en condiciones controladas y cosechada en período de prefloración; se dejó secar a temperatura ambiente por dos días, se trituró y se realizó la extracción de metabolitos con n-hexano por cinco días. El extracto se concentró por medio de un rotavapor, se liofilizó y se mezcló con polivinilpirrolidona en proporción 1:1. Las pruebas de campo se realizaron en la Unidad Agropecuaria del campus Amazcala (UNACAM), de la Universidad Autónoma de Querétaro; se utilizaron 200 cabras en periodo de parto, positivas a nematodos gastroentéricos, principalmente *H. contortus*, utilizando una distribución aleatoria de acuerdo a la carga parasitaria por medio del programa Statgraphics se obtuvieron dos grupos: testigo y tratamiento con fracción hexánica de *A. cina*. La administración del extracto fue por vía oral, a una dosis de 4 mg/kg PV. Las variables a evaluar fueron: carga parasitaria (hpg) y FAMACHA, al día -14, tratamiento (día 0) y al día 30. Los datos obtenidos fueron analizados por medio del programa Statgraphics utilizando el diseño de muestras pareadas. El extracto hexánico mostró una considerable reducción (57,1%) en la carga parasitaria de las cabras tratadas, respecto al testigo, donde se observó 10% de incremento en la eliminación de hpg. El parámetro FAMACHA mostró ligera mejora en individuos tratados con fracción hexánica ( $2,5 \pm 0,7$ ), mientras que en el grupo testigo se observó un incremento en el valor ( $3,5 \pm 0,4$ ). Se propone, que el extracto hexánico de *A. cina* tiene efecto como un potencial antihelmíntico y se deben determinar los metabolitos responsables del efecto.

**Palabras clave:** *Artemisia cina*, Extracto hexánico. Caprinos.



SANIDAD

# Efecto de la suplementación con selenio sobre biomarcadores de estrés oxidativo en plasma de cabras lecheras antes y después del parto

Fernanda Pacheco-Sánchez, Adriana Guzmán-Báez, Patricia Ramírez Noguera, Angélica Terrazas-García, Omar Salvador-Flores, Cesar Paolo Cano-Suarez, Víctor Manuel Díaz-Sánchez\*

Unidad de Investigación Multidisciplinaria, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

## Resumen

El selenio (Se) participa en funciones biológicas y de defensa antioxidante en el organismo. El estrés oxidativo, inducido por la deficiencia de Se, puede conducir a la sobreproducción de especies reactivas de oxígeno (ERO), repercutiendo en la salud animal y su productividad. El objetivo de este trabajo fue evaluar la suplementación de Se parenteral (selenito de sodio) a una dosis de 0,25 mg/kg de peso vivo, en cabras antes y después del parto. Se utilizaron 26 cabras adultas de raza alpina con una edad promedio de 3 años, un peso promedio de 55 kg y una condición corporal promedio de 2,5, las cuales fueron divididas de forma aleatoria en dos grupos de estudio, cada uno con 13 animales: grupo control (GC) y grupo selenio (GSe); se evaluaron dos biomarcadores de estrés oxidativo: glutatión reducido (GSH) y especies reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS) en plasma durante nueve semanas. GSe tuvo mayores concentraciones de GSH por semana, a diferencia de GC ( $p < 0,05$ ). También se observó que, GSe tuvo menores cantidades de TBARS por semana, a diferencia de GC ( $p < 0,05$ ). Los biomarcadores de estrés oxidativo pueden ser modulados de forma positiva por la suplementación de Se a través de las selenoenzimas que eliminan las EROs que afectan la actividad celular. La suplementación de Se es relevante en pequeños rumiantes, ya que su absorción a través de la dieta es de alrededor de 15%, lo cual se ve agravado en suelos carentes del mineral, provocando enfermedades como: músculo blanco, mastitis, retención placentaria y baja respuesta inmune. Con la modulación del estrés oxidativo se regulan las funciones celulares, dando como resultado, una mejor respuesta inmune y de función general del organismo animal, lo cual, afectará de manera positiva la producción animal. El selenio logró modular de forma positiva los biomarcadores de estrés oxidativo evaluados.

**Palabras clave:** Cabras. Selenio. Suplementación. Biomarcadores de estrés oxidativo.

SANIDAD

## Efecto de una solución acuosa de taninos condensados (*Squinopsis balanseeae*) contra el establecimiento de la infección de *Haemonchus contortus* en ovinos infectados artificialmente

Carlos Alberto Cuevas-Cervantes<sup>1</sup>, María Guadalupe Prado-Ochoa<sup>1</sup>, Yazmín Alcalá-Canto<sup>2</sup>, Jorge Alfredo Cuéllar-Ordaz<sup>1</sup>, Israel Omar Villegas-Pérez<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

<sup>2</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

### Resumen

Uno de los principales problemas sanitarios que enfrenta la producción ovina nacional es causada por los nematodos gastrointestinales (NGE). Esta parasitosis se adquiere en los sistemas productivos donde se practica el pastoreo y resulta un problema sanitario frecuente en los sistemas donde existen praderas irrigadas. Esta enfermedad es producida por nematodos de varios géneros que interactúan en el tracto digestivo de los rumiantes y traen como consecuencia importantes trastornos metabólicos. El objetivo de este estudio fue evaluar mediante una infección controlada el efecto de una solución acuosa de taninos condensados (SATC), contra el establecimiento de la infección de L3 de *Haemonchus contortus*. Se utilizaron 11 corderos libres de parásitos, todos fueron infectados con 5000 de L3 de *H. contortus* y se ubicaron en tres grupos, dos con cuatro animales cada uno y otro con tres animales; el primero (G1), fue sometido al tratamiento con la SATC, la administración se realizó durante cinco días consecutivos a las 24 horas de la inoculación con L3; los animales del segundo grupo (G2), recibieron una dosis única de levamisol, mientras que el último grupo (GT) no recibió tratamiento, fue el grupo testigo. Se sacrificaron a los animales a los 30 días de la infección y se recolectaron las fases adultas del abomaso. El efecto de los tratamientos sobre el conteo de fases adultas mostró una reducción considerable en la cantidad de fases adultas de *H. contortus* en los abomasos de los grupos G1 y G2, en cambio en el GT hubo una mayor cantidad de parásitos recuperados. Existiendo una diferencia significativa entre G1 y G2 con el GT ( $p > 0,05$ ). Esto hace suponer que se presentó una menor tasa de establecimiento de larvas infectantes en la mucosa abomasal, resultado del tratamiento con la SATC.

**Palabras clave:** Nematodos gastroentéricos. *Haemonchus contortus*. Solución Acuosa de Taninos Condensados. Movilidad. Infección artificial.

SANIDAD

## Efecto de una solución acuosa de taninos condensados (*Squinopsis balanseae*) contra las fases adultas de *Haemonchus contortus* en ovinos infectados artificialmente

Fernanda Torres-Ruiz<sup>1</sup>, María Guadalupe Prado-Ochoa<sup>1</sup>, Yazmín Alcalá-Canto<sup>2</sup>, Jorge Alfredo Cuéllar-Ordaz<sup>1</sup>, Israel Omar Villegas-Pérez<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

<sup>2</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

### Resumen

Los nematodos (gusanos redondos), de humanos y otros animales son de gran importancia como patógenos, particularmente los nematodos del ganado, incluidas especies de *Haemonchus*, *Ostertagia* y *Trichostrongylus*, causan pérdidas económicas sustanciales debido a un crecimiento reducido, pobre productividad y muerte. A nivel mundial, *H. contortus* es uno de los representantes más importantes de la orden *Strongylida*, infectando a pequeños rumiantes. Este parásito es de gran importancia en áreas tropicales y subtropicales. El objetivo de este estudio fue evaluar mediante una infección controlada el efecto de una solución acuosa de taninos condensados (SATC), contra las fases adultas de *Haemonchus contortus*. Se utilizaron 11 corderos libres de parásitos, todos fueron infectados con 5000 de L3 de *H. contortus* y se ubicaron en tres grupos, dos con cuatro animales cada uno y otro con tres animales; a partir del día 36 posinfección, se iniciaron los tratamientos; el primero (G1), fue sometido al tratamiento con la SATC, la administración se realizó durante cinco días consecutivos; los animales del segundo grupo (G2), recibieron una dosis única de levamisol, mientras que el último grupo (GT), no recibió tratamiento, fungió como el grupo testigo. Se sacrificaron a los animales a los 50 días de la infección para recuperar las fases adultas del abomaso. El tratamiento con la SATC sobre el conteo de fases adultas mostró una reducción en la cantidad de parásitos de *H. contortus* en el abomaso recolectados en el G1, En G2 el efecto de la administración con levamisol eliminó en su totalidad los parásitos; en tanto el GT tuvo una mayor cantidad de parásitos. Existiendo una diferencia significativa entre G1 y G2 con el GT ( $p > 0,05$ ). Esto supone que se presentó una eliminación considerable de fases adultas, gracias al tratamiento con la SATC.

**Palabras clave:** Nematodos gastroentéricos. *Haemonchus contortus*. Solución Acuosa de Taninos Condensados. Movilidad. Infección artificial.

SANIDAD

# Efecto de una solución acuosa de taninos condensados sobre la movilidad de L3 de *Haemonchus contortus* de ovino

Israel Omar Villegas-Pérez<sup>1\*</sup>, Jorge Alfredo Cuéllar-Ordaz<sup>1</sup>, María Guadalupe Prado-Ochoa<sup>1</sup>, Yazmín Alcalá-Canto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

<sup>2</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

## Resumen

La infección por nematodos gastrointestinales (NGE) es una de las parasitosis más comunes en México. La nematodiasis gastrointestinal se caracteriza por alteraciones digestivas, retraso del crecimiento, disminución de la producción, edema submandibular, anemias y muerte. El objetivo de este estudio fue evaluar in vitro el efecto de una solución acuosa de taninos condensados (SATC), sobre la movilidad de larvas 3 de *Haemonchus contortus* a diferentes dosis. Se colocó una cantidad conocida de L3 en los pozos de placas de ELISA y se les adicionó la SATC a diversas dosis (125, 250, 500 y 750 µg/100 µl), teniendo un grupo control y otro grupo al cual se le administró levamisol; se le realizaron observaciones a las 3, 6, 24 y 48 horas. Se asignó una calificación del cero al cuatro dependiendo el grado de movilidad que presentaron, quedando de la siguiente forma: movilidad alta (4), movilidad media (3), movilidad baja (2), vivas pero no se mueven (1) y muertas con el número 0. A las tres horas en el grupo de levamisol se encontraron todas las larvas muertas, en el grupo control a las 3, 6, 24 y 48 horas, se observó que las larvas se encontraban vivas, para los grupos con tratamiento de la SATC la mayor disminución en la movilidad de las L3 se reportó a las 48 horas de exposición en comparación con el grupo testigo. Existiendo una diferencia significativa entre ellos ( $p > 0,05$ ). Se presume que la interacción de la SATC con las L3 disminuye el porcentaje de asociación a mucosa abomasal, evitando así el desarrollo de las larvas a adultos, resultando en una población menor de los mismos.

**Palabras clave:** Nematodos gastroentéricos. *Haemonchus contortus*. Solución Acuosa de Taninos Condensados. Movilidad. In vitro.

SANIDAD

## Efecto del destete sobre la concentración de inmunoglobulina G y la excreción de *Eimeria macusaniensis* en alpacas

Hugo Castillo Doloriert<sup>1\*</sup>, Luis Gómez Puerta<sup>1</sup>, Juan Olazábal Loaiza<sup>1</sup>, José Angulo Tisoc<sup>1</sup>, Keyla Cabrera Huaccho<sup>2</sup>, José Rodríguez Marín<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Lima, Perú

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Alas Peruanas (UAP), Lima, Perú

### Resumen

La alpaca es una especie de gran trascendencia desde el punto de vista económico, social, cultural y ecológico, además de ser estratégica en el ámbito andino donde es el principal sustento económico de comunidades campesinas en el Perú. El destete por lo general se logra separando a la cría de su madre alrededor de los siete meses de edad, constituyendo un periodo crítico nutricional y de estrés para el animal. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del destete sobre los niveles de inmunoglobulina G (IgG) sérica y la excreción de ooquistes de *Eimeria macusaniensis* en alpacas. El estudio se llevó a cabo en el distrito de Marangani, departamento de Cusco, Perú. Se muestrearon 38 alpacas al momento del destete y a las tres y seis semanas post destete. La cuantificación de IgG se realizó mediante un Kit de Inmunodifusión Radial a partir de muestras de suero sanguíneo, mientras que la carga de *E. macusaniensis* se determinó mediante la técnica de Stoll. Para el análisis estadístico se empleó la prueba de ANOVA. Se determinaron concentraciones de IgG sérica de 2728,10, 2570,68 y 2819,74 mg/dL, así como cargas de *E. macusaniensis* de 111, 79 y 106 ooquistes por gramo de heces, al momento del destete, y a las tres y seis semanas post destete, respectivamente. No se encontró diferencias significativas entre las semanas de evaluación, ni por sexo en relación a las concentraciones de IgG. Por otro lado, las cargas de ooquistes de *E. macusaniensis* obtenidas a las tres semanas post destete fueron significativamente más bajas. Asimismo, al realizar el análisis por sexo, las hembras presentaron significativamente mayores cargas parasitarias en comparación a los machos al momento y a las seis semanas del destete. En alpacas post destete se ha demostrado el incremento de niveles de cortisol, así como de la incidencia de diarreas y neumonías. Esto indicaría el impacto del destete sobre el estado sanitario. Sin embargo, en el presente estudio no se observó ningún efecto sobre las variables estudiadas. Esto probablemente debido a que los animales destetados fueron

trasladados a pasturas cultivadas y suplementados con vitaminas y minerales. No obstante, las alpacas hembras presentaron cargas de *E. macusaniensis* superiores al momento del destete y a las seis semanas después del mismo, lo que podría ser consecuencia de un efecto hormonal asociado a la pubertad. No existe un efecto significativo del destete sobre la concentración de IgG sérica. Hubo una disminución significativa en la carga de *E. macusaniensis* a las tres semanas post destete. Las alpacas hembras tuvieron cargas de *E. macusaniensis* superiores a los machos al momento y a las seis semanas del destete.

**Palavras-chave:** Alpaca. Destete. Inmunoglobulina G. *Eimeria macusaniensis*.

SANIDAD

# Efeito do método de lotação sobre a contaminação do pasto por larvas infectantes de tricostrongilídeos

Fernanda Rosalinski-Moraes<sup>1\*</sup>, Paula Mara Troncha<sup>1</sup>, Mayara Cardoso Oliveira<sup>2</sup>, Juliana Izidoro Lucas<sup>3</sup>, Gilberto de Lima Macedo-Júnior<sup>1</sup>, Manoel Eduardo Rozalino Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, Brasil

<sup>2</sup> Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, Brasil

<sup>3</sup> Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, Brasil

## Resumo

Tendo em vista o impacto da verminose gastrintestinal sobre os sistemas tropicais de produção de ovinos a pasto, medidas que limitem o acesso do hospedeiro às larvas infectantes têm sido pesquisadas. O objetivo deste trabalho foi verificar se o método de lotação pode influenciar a contaminação do pasto com larvas de tricostrongilídeos. Para isto, 36 ovelhas gestantes foram alocadas em 12 piquetes, divididos em dois tratamentos (LI - lotação intermitente e LC - lotação contínua). Foram colhidas amostras de pasto para contagem e identificação de larvas de nematóides, no pré e no pós-pastejo dos piquetes LI. Nas mesmas datas de coleta, foram amostrados os piquetes LC. A análise de variância não revelou diferença significativa no número de larvas encontradas nos piquetes ocupados em diferentes métodos de lotação ( $p > 0,05$ ). Portanto, outras medidas de controle parasitário devem ser adotadas, independentemente do método de lotação.

**Palavras-chave:** Controle integrado. Lotação contínua. Lotação intermitente. Verminose gastrintestinal.

## Introdução

As perdas produtivas causadas pela verminose gastrintestinal, somadas ao rápido desenvolvimento de resistência dos helmintos aos vários princípios ativos de fármacos, são responsáveis por perdas significativas na produção de ruminantes a pasto. Como o ciclo biológico dos parasitos tricostrongilídeos depende de uma fase de desenvolvimento ambiental, especula-se que algumas alterações no manejo de pastagem possam diminuir a longevidade e o número de larvas infectantes no pasto. Este trabalho tem por objetivo avaliar se há influência do método de lotação (contínuo e intermitente) na contaminação do pasto com larvas infectantes.

## Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido na região Sudeste do Brasil, no Triângulo Mineiro, no município de Uberlândia (Latitude: 18° 55' 07" S. Longitude:

48° 16' 38" W. Altitude: 866 m). O clima da região é classificado como tropical de altitude, com invernos secos e verões úmidos. Durante o período experimental de 9 de março a 22 de maio de 2018, foram registradas temperaturas entre 11,2 e 31,6 °C e uma pluviosidade total de 445,5 mm.

Foi conduzido um delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos, lotação contínua (LC) e intermitente (LI). Cada módulo de trabalho foi composto de três piquetes formados por *Brachiaria brizantha* (syn. *Urochloa brizantha*) cultivar Marandu com área de 800 m<sup>2</sup> cada, totalizando 2400 m<sup>2</sup> por módulo. Seguindo a indicação de consumo de matéria seca de 4% do peso vivo, foram alocados nove animais em cada módulo de trabalho, e dois módulos para cada tratamento.

Os animais experimentais foram 36 ovelhas gestantes de diversos graus de sangue de Santa Inês, com mais de 12 meses de idade, naturalmente infectadas com nematódeos gastrintestinais. Esses animais tiveram acesso a uma área de descanso sombreada, consumiram água e sal mineral comercial para ovinos à vontade. Para o tratamento LI, as nove ovelhas de cada módulo ocuparam o mesmo piquete até que a altura do pasto ficasse próxima a 15 cm. Neste momento, os animais eram transferidos para o próximo piquete do módulo, que tinha uma altura pré-pastejo média de 25 cm. Ao finalizar o período de ocupação do terceiro piquete do módulo, era contabilizado um ciclo de pastejo e os animais retornavam ao primeiro piquete. Para o tratamento LC, foram alocados três animais em cada piquete, totalizando os mesmos nove animais por módulo. Os ovinos permaneceram na mesma área durante todo o experimento. Os procedimentos com animais foram aprovados pela CEUA/UFU, protocolo 055/16.

Mensalmente foram procedidas coletas de amostras de pasto de quatro piquetes por tratamento (repetições). Foram amostrados três pontos distintos de cada piquete, seguindo o modelo de "W", e foram processados individualmente para obtenção das larvas de nematoides (Taylor, 1939). Para identificação dos gêneros de parasitos, utilizou-se a chave de van Wyk et al. (2004). Para a análise dos resultados, utilizou-se o logaritmo da média das L3 encontradas nas triplicatas. As médias

foram comparadas por ANOVA seguida pelo teste Student Newman Keuls (SNK).

## Resultados e discussão

Conforme os critérios estipulados para o tratamento LI, foi possível a conclusão de três ciclos e pastejo durante o período experimental. O tempo médio de ocupação de cada piquete foi de 7,6 dias.

Foram encontradas larvas de *Haemonchus* sp., *Trichostrongylus* sp., *Teladorsagia* sp. e *Oesophagostomum* sp., sendo a primeira em maior proporção nas amostras de pasto. No entanto, não foi encontrada diferença significativa no número de larvas infectantes obtidas das amostras de pasto ocupadas sob lotação intermitente e contínua, para nenhum ciclo de pastejo (Tabela 1). Este resultado é diferente do descrito por Pegoraro et al. (2008) e Barbosa et al. (2011), que recuperaram mais larvas em pasto manejado em lotação contínua, em sistema subtropical de produção.

**Tabela 1** - Médias de larvas infectantes de strongilídeos parasitos gastrintestinais recuperadas a partir de amostras de pasto ocupados com ovelhas gestantes manejadas sob lotação intermitente (LI) e contínua (LC), no período de 9 março a 22 de maio de 2018, durante três ciclos consecutivos de pastejo, Uberlândia - MG

Ciclo de pastejo	LI Pré -Pastejo	LI Pós-Pastejo	LC
1	0 <sup>a</sup>	1,175 <sup>a</sup>	0,175 <sup>a</sup>
2	4,325 <sup>a</sup>	11,275 <sup>a</sup>	2,325 <sup>a</sup>
3	13,775 <sup>a</sup>	5,0 <sup>a</sup>	1,4 <sup>a</sup>

Nota: Letras indicam diferença significativa pelo teste SNK ( $p < 0,05$ ) na mesma linha.

## Conclusão

No presente estudo não foram encontradas diferenças significativas na quantidade de larvas recuperadas nos pastos sob lotação intermitente e contínua. Portanto, sugere-se que o método de lotação não seja utilizado como critério de controle



parasitário em propriedades de clima tropical e que utilizem o Capim Marandu como forrageira principal para a alimentação de ovinos pasto.

## **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## **Referências**

Barbosa CMP, Carvalho PCF, Gonçalves EN, Devincenzi T, Gonçalves CE, Cauduro GF, et al. Métodos e intensidades de pastejo na carga parasitária de cordeiros. *Rev Bras Saude Prod An.* 2011;12(3):650-7.

Pegoraro EJ, Poli CHEC, Carvalho PCF, Gomes MJTM, Fischer V. Manejo da pastagem de azevém, contaminação larval no pasto e infecção parasitária em ovinos. *Pesq Agropec Bras.* 2008;43(10):1397-1403.

Taylor EL. Technique for the estimation of pastures infestation by strongyloid larvae. *Parasitol.* 1939;31(4):473-8.

van Wyk JA, Cabaret J, Michael LM. Morphological identification of nematode larvae of small ruminants and cattle simplified. *Vet Parasitol.* 2004;119(4):277-306.

SANIDAD

# Effectiveness of the FAMACHA<sup>®</sup> system as a diagnostic tool in Mexican French Alpine goats under semi-arid conditions

Héctor Manuel Pérez-Herrera<sup>1</sup>, Cintli Martínez-Ortiz-de-Montellano<sup>1\*</sup>, Yesmin María Dominguez-Hernández<sup>2</sup>, Marina Guadarrama-Olhovich<sup>3</sup>, J Felipe J Torres-Acosta<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Parasitología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

<sup>2</sup> Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Animal en el Altiplano (CEIEPAA), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Tequisquiapan, México

<sup>3</sup> Departamento de Patología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

<sup>4</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), Mérida, México

## Abstract

In Mexico there is a growing interest to establish Target Selective Treatment (TST) schemes based on economic thresholds according to ecological zone, the host species and the features of the production systems. The present survey was performed in the CEIEPAA FMVZ-UNAM located in Querétaro, México, with a semi-arid climate. FAMACHA<sup>®</sup> score, Body Condition Score (BSC), Packed Cell Volume (PCV) and Eggs per Gram of Feces (EPG) of 57 goats of the French Alpine breed were obtained on a monthly basis for nine months. Animals were maintained in a milk production system where each month they experienced a different physiological status in terms of reproduction and lactation. Besides, goats grazed pastures that were exposed to different monthly environmental conditions of temperature, humidity, and rainfall. Data from goats was used to estimate the sensitivity and specificity of different EPG thresholds (> 500 > 750 > 1000 and > 2000) with the FAMACHA<sup>®</sup> scores (4,5) to validate the latter for the TST of goats using the EPG as a gold standard of infection. Sensitivity percentages were 14.2%, 14.3%, 21.4% and 33.3% for EPG thresholds > 500 > 750 > 1000 and > 2000 respectively. Meanwhile, the false negative events were 85.8%, 85.7%, 78.6% and 66.7% for each EPG threshold. The FAMACHA<sup>®</sup> system based on scores  $\geq 4$  leaves out many animals with >1000 or >2000 EPGs, that seemed to require anthelmintic treatment. This study confirmed that the FAMACHA<sup>®</sup> system cannot be used as the only diagnostic test for gastrointestinal nematodes in adult French Alpine goats under the conditions of the study. It is necessary to confirm whether a combination with other tools can help reducing the limitations of the FAMACHA<sup>®</sup>.

**Keywords:** Targeted Selective Treatment. FAMACHA<sup>®</sup>. Threshold. Sensitivity. Goats.

SANIDAD

# Eficacia antihelmíntica en campo por FECRT y confirmación de resistencia a bencimidazol por AS-PCR en nematodos de ovinos en Puebla, México

Sara Olazarán-Jenkins<sup>1</sup>, Maria Eugenia Lopez-Arellano<sup>2\*</sup>, Marilyn Cedillo-Borda<sup>2</sup>, Pedro Mendoza-de-Gives<sup>2</sup>, Agustín Olmedo-Juárez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sitio Experimental "Las Margaritas", Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Hueytamalco, México

<sup>2</sup> Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Salud Animal e Inocuidad, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Jiutepec, México

## Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar la toxicidad de Bencimidazol (BZ) y Lactona Macroclíctica (LM) en nematodos (NGI) de ovinos y confirmar la resistencia a BZ por la técnica de alelo específico - PCR (AS-PCR). El estudio se realizó en cinco municipios del Estado de Puebla, México con más de 700 ovinos. En total se evaluaron 10 y 7 granjas para BZ y LM, respectivamente. Se determinó la reducción de huevos en heces por FECRT a BZ y LM y se confirmó resistencia a BZ por AS-PCR. Los resultados por FECRT muestran ocho poblaciones de NGI resistencia a BZ y seis a LM, así como dos sospechosos a BZ y uno a LM. Además, se detectaron poblaciones heterocigotas (5) y homocigotas (5) de NGI a la mutación en el codón 200 del gen beta-tubina. Se identificaron cinco géneros de NGI previo al tratamiento con BZ y LM, y cuatro géneros pos-tratamiento para BZ y dos para LM, siendo el principal género *Haemonchus contortus*. Se concluye disminución del efecto antihelmíntico y problema de resistencia antihelmíntica múltiple.

Además, se detectaron poblaciones de NGI heterocigotas a BZ, indicando la aplicación de programas estratégicos de desparasitación para continuar con el buen uso de fármacos antihelmínticos.

**Palabras clave:** Antihelmínticos. Nematodos. Resistencia. Antihelmínticos.

## Introducción

El problema de la dispersión de resistencia a fármacos antihelmínticos disminuye las opciones para el uso de productos comerciales a nivel mundial. Así mismo, se ha propuesto el buen manejo de antiparasitarios con objeto de conservar la toxicidad de fármacos derivados de BZ y LM ampliamente utilizados en el tratamiento de NGI de

rumiantes. El diagnóstico de resistencia se realiza a forma de monitoreo para conocer la situación en regiones de alto riesgo. Los problemas de resistencia a los derivados de BZ están principalmente en el gen beta-tubulina. Tres principales mutaciones en los codones 162, 198 y 200 han sido notificados, pero el codón 200 (TTC/TCA) es mencionado como posible marcador en diferentes NGI de rumiantes. Respecto a la LM, la ivermectina ha recibido mayor atención por su amplio uso y porque mutaciones multigénicas. El presente estudio pretende contribuir al diagnóstico de la situación de resistencia a BZ y LM en el Estado de Puebla, México, a productores, quienes han mostrado su inquietud por la eficacia de éstos fármacos.

## Material y métodos

El trabajo se realizó en el estado de Puebla con productores de los distritos de Desarrollo Rural de Zacatlán (templado subhúmedo), Teziutlán (subtropical húmedo), Tehuacán (templado semi-seco) y Cholula (templado subhúmedo). Todos los rebaños tenían como base de alimentación el pastoreo con suplementación en épocas críticas.

Se utilizaron razas de pelo y lana y se tomaron muestras de heces para la prueba de FECRT de animales mayores de cuatro meses de edad en el día 0 y 14 para determinar el número de huevos por gramo (HPG) por McMaster. En el día cero, se seleccionaron de 20 a 45 ovinos por unidad para formar grupos de 10 a 15 ovinos, control (sin

tratamiento) y dos grupos tratados con: 5 mg/ kg de pv de BZ, vía oral en 10 rebaños, y 200 mcg/kg de pv de ivermectina (IVM, LM), vía subcutánea en siete rebaños.

La interpretación de los datos se realizó con el programa RESO (CSIRO, 1993 Division Animal Health de Wursthorn y Martin) (Coles et al., 1992). Además, se realizó la genotipificación con larvas infectantes (L3) por rebaño, previo al tratamiento por PCR de punto final para BZ y LM y se determinó la mutación a BZ en el codón 200 del gen beta-tubulina por la técnica de Alelo Específico - Reacción en Cadena de la Polimerasa (AS-PCR) (Encalada-Mena et al., 2014).

## Resultados y discusión

El problema de resistencia ha sido ampliamente notificado por diversos autores. Sin embargo, es necesario evaluar la presencia poblaciones de NGI homocigotas y heterocigotas con el propósito de aplicar tratamientos antihelmínticos indicados, conservando la toxicidad de los mismos. En el presente estudio, los resultados de campo indican ocho poblaciones de NGI resistentes a BZ y seis a LM; así como dos sospechosos a BZ y uno a LM (Tabla 1).

La determinación del cambio en los amino ácidos fenilalanina por tirosina en el codón 200 del gen beta-tubulina (TTC/TAC) muestran cinco poblaciones homocigotas y heterocigotas de NGI, respectivamente.

**Tabla 1** - Porcentaje de reducción de HPG al tratamiento con Albendazol (ABZ) e IVM y estado de resistencia antihelmíntica en prueba de campo (FECRT)

	Rebaño									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>ABZ</b>	86	98	98	0	54	31	28	93	76	41
<b>Estado</b>	RR	RS	RS	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR
<b>IVM</b>	-	-	96	0	24	0	41	-	27	27
<b>Estado</b>	-	-	RS	RR	RR	RR	RR	-	RR	RR

Nota: RR = resistente; SS = susceptible; RS = sospechoso. Porcentaje de reducción de hpg al tratamiento con ABZ de 0 a 98%. Porcentaje de reducción de hpg al tratamiento con IVM de 0 a 96%.

Previo al tratamiento se identificaron los géneros *Cooperia* spp., *Haemonchus* sp., *Trichostrongylus* sp., *Teladorsagia* sp. y *Oesophagostomum* sp. y posterior al tratamiento con BZ y LM se identificó principalmente a *Haemonchus* sp., seguido por *Cooperia* y *Trichostrongylus*. El género *Teladorsagia* se identificó en una población resistente a LM. Diversos estudios han relacionado a *Haemonchus* como el género de mayor prevalencia en pequeños rumiantes, así como el que presenta mayores problemas de resistencia antiparasitaria (Liébano-Hernández et al., 2015). Pero en los últimos años, la prevalencia de *Cooperia* ha incrementado en regiones de trópico, principalmente en bovinos, situación que debe de ser vigilada en caso de ovinos para aplicar estrategias de diagnóstico específico y aplicar programas adecuados de control. Los resultados mostrados indican que la situación en Puebla aún se puede corregir a través de integrar otras opciones de control, ej. desparasitación selectiva, plantas medicinales, etc., porque aún se cuenta con poblaciones heterocigotas para conservar la toxicidad de los antihelmínticos.

## Referencias

- Coles GC, Bauer C, Borgsteede FHM, Geerts S, Klei TR, Taylor MA, et al. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet Parasitol.* 1992;44(1-2):35-44.
- Liébano-Hernández E, González-Olvera M, Vázquez-Peláez C, Mendoza-de-Gives P, Ramírez-Vargas G, Peralta-Lailson M, et al. Benzimidazole-resistant gastrointestinal nematodes in indigenous Chiapas and Pelibuey sheep breeds from Chiapas, Mexico. *J Helminthol.* 2015;89(1):80-5.
- Encalada-Mena L, Tuyub-Solis H, Ramirez-Vargas G, Mendoza-de-Gives P, Aguilar-Marcelino L, López-Arellano ME. Phenotypic and genotypic characterisation of *Haemonchus* spp. and other gastrointestinal nematodes resistant to benzimidazole in infected calves from the tropical regions of Campeche State, Mexico. *Vet Parasitol.* 2014;205(1-2):246-54.

SANIDAD

# Eficacia y costo de cuatro tratamientos para Linfadenitis Caseosa en Caprinos Lecheros

Fanny Salgado-Florentino, Hilda Laura Sandoval Rivera, Víctor Manuel Díaz-Sánchez, Vanessa Alfaro-Carbajal\*

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

## Resumen

Linfadenitis caseosa es una enfermedad crónico-infecciosa causada por *Corynebacterium pseudotuberculosis*. Se caracteriza por la formación de abscesos en nódulos linfáticos, con dos presentaciones, cutánea y visceral. Debido a su curso crónico y nula respuesta al tratamiento parenteral con antibióticos por la formación de abscesos, resulta difícil erradicar la enfermedad una vez que se establece en el rebaño. El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia y el costo de cuatro tratamientos para Linfadenitis caseosa en cabras lecheras. Se utilizaron 13 cabras que presentaban la forma cutánea de linfadenitis, principalmente en linfonodos parotídeos, preescapulares y en los de la zona costal. Los animales tenían una edad promedio de 2 años y un peso promedio de 42 kg. Se trataron en total 20 abscesos, para lo cual, se formaron cuatro grupos, con cinco abscesos por tratamiento. En algunos animales se realizó más de un tratamiento debido a la cantidad de abscesos que presentaron. Para todos los animales se utilizó la misma técnica de debridación y limpieza, con los siguientes antisépticos: (Agua oxigenada 3,5%, Licor de forge®, Agua con sal 40% y cloro 20%, Yodopovidona 0.1%). Se enviaron muestras al laboratorio de Microbiología para confirmar el agente etiológico. Los tratamientos tuvieron un seguimiento durante 21 días; se tomaron constantes fisiológicas cada 5 días y registro fotográfico de la evolución de los tratamientos. No se observó reaparición de los abscesos para ninguno de los tratamientos. Las soluciones antisépticas que tuvieron menor costo fueron: Agua con sal 40% y cloro 20%, seguido de Agua Oxigenada 3,5%. Los cuatro tratamientos fueron eficaces para linfadenitis caseosa a nivel de campo; el tiempo y forma de recuperación fue variable de un animal a otro; todos los tratamientos fueron económicos y de fácil adquisición, sin embargo, agua con sal 40% y cloro 20% fue el más costeable.

**Palabras clave:** Linfadenitis caseosa. *Corynebacterium pseudotuberculosis*. Cabras lecheras. Costos.

SANIDAD

# Eficiencia del tratamiento contra nematodos gastroentericos en una unidad de producción ovina

Zindy Pérez González<sup>1</sup>, Mayella Monzerrath Aguilar Aguilar<sup>1</sup>, Héctor Sánchez Pineda<sup>1\*</sup>, María Eréndira Reyes García<sup>1</sup>, Marisela Peralta Lailson<sup>1</sup>, Apolinar Oliva Velas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Tuxtla Gutiérrez, México

<sup>2</sup> Centro de Estudios Etnoagropecuarios, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Cristóbal de las Casas, México

## Resumen

La investigación se realizó en el rancho “Lomas de San Rafael”, municipio de Suchiapa, Chiapas en el periodo de enero-septiembre de 2017. Se evaluó la eficiencia de dos desparasitantes, closantel y Levamisol en ovinos de raza Pelibuey y Black Belly. Estudiando 600 ovejas (primaras y adultas). Esto se realizó a través de la desparasitación selectiva dirigida (DSD), observando el grado FAMACHA®, la condición corporal (CC) y la eliminación de huevos por gramos de heces (HPG) a través de la técnica McMaster. Los criterios que se tomaron en cuenta para analizar a los animales candidatos a la desparasitación fueron CC de 1-2, FAMACHA® de 4-5 y  $\geq 750$  de HPG, estos animales recibieron tratamiento antihelmíntico de closantel (5mg/kg PV/SC) y Levamisol (7,5 mg/kg PV/SC). haciendo después un seguimientos del conteo de huevos por gramo semanal durante tres semanas consecutivas. Los resultados se evaluaron por medio de Chi cuadrada y la formula de eficiencia. Señalando que hay diferencia altamente significativa desde la aplicación del tratamiento a la primera semana con respecto a los HPG. Resultando que tanto Levamisol como closantel poseen una elevada eficiencia desde la primera semana pos tratamiento.

**Palabras clave:** Resistencia. Desparasitación selectiva dirigida. Closantel. Levamisol.

## Introducción

Entre las enfermedades parasitarias de mayor importancia e incidencia en los ovinos se encuentra la nematodiasis gastroentérica. Esta es una enfermedad debido a la presencia y acción de varios géneros de nematodos en el tracto gastrointestinal, repercutiendo negativamente en la eficiencia biológica y económica del rebaño ovino, produciendo retraso en el crecimiento, desnutrición, baja conversión alimenticia, pérdida de apetito, bajos índices de fertilidad y en algunos casos muertes en animales jóvenes.

Con la finalidad de contrarrestar los efectos negativos de los nematodos gastroentéricos (NGE), se han utilizado los antihelmínticos de manera indiscriminada para alcanzar un buen estado de

salud de los animales, pero desafortunadamente por el uso excesivo y continuo, se ha desarrollado una resistencia hacia esos productos. La resistencia a los antihelmínticos (RA) es un problema que tiene una gran repercusión económica, trayendo como consecuencia bajas utilidades al productor y favoreciendo el desaliento y abandono de la actividad pecuaria.

En el estado de Chiapas se ha utilizado el método de desparasitación selectiva dirigida (DSD), en borregas en pastoreo utilizando dos tipos de desparasitantes; closantel para hembras gestantes y levamisol para hembras vacías. Por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficiencia de closantel y levamisol, para el tratamiento de nematodos gastroentéricos, en ovinos de raza Pelibuey y Black Belly en una unidad de producción comercial, utilizando la metodología de desparasitación selectiva dirigida.

## Material y métodos

El presente trabajo se realizó en el rancho "Lomas de San Rafael" ubicado en el municipio de Suchiapa del Estado de Chiapas, México. El clima predominante es el cálido subhúmedo y la vegetación es de selva baja. Suchiapa está situada a 16° 37' 30" latitud norte y 93° 6' 0" longitud oeste y a una altitud de 500 m sobre el nivel del mar (INEGI, 2008). El rebaño está conformado por aproximadamente 1115 animales incluyendo, 600 hembras adultas aproximadamente, 200 primaras, 260 borregos jóvenes, cuatro sementales y 50 corderos. La población objetivo constó de 600 borregas alimentadas en pastoreo por las mañanas y con forraje seco de pasto estrellay concentrado local (maíz, soya y sales minerales) y agua a libre acceso. Mensualmente (enero - septiembre) se les realizó una evaluación de su condición corporal y grado de FAMACHA®, para determinar a qué animales se les tomó muestra de heces, Los criterios de las variables anteriores para determinar que animales se muestrearon y a los que se administró tratamiento fueron los siguientes:

- Se considerara para ser muestreadas las ovejas con CC menor o igual a 2.
- Se tomaron muestras a las borregas que presentaron FAMACHA® de 4 y 5.

Las muestras se recolectaron en bolsas de plástico directamente del recto del animal, se trasladaron en una hielera a 5 °C, según la técnica descrita por Reyes et al. (2011), al laboratorio de Biotecnología de Pequeños Rumiantes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; donde se procedió a realizar la prueba de McMaster; según la describen Reyes et al. (2011).

Con los datos que se obtuvieron de la técnica de McMaster se reconocieron a los animales susceptibles ( $\geq 750$  hpg), resilientes (50 a 700 hpg) y resistentes (0 hpg) a los nematodos gastroentéricos (Morales et al., 2008).

A los animales susceptibles se les aplicó el tratamiento levamisol: 7,5 mg/kg peso vivo/ subcutánea y closantel: 5 mg/kg peso vivo/ subcutánea), tratando de que el número de ovejas fuera igual en ambos cada mes, en el caso de ovejas gestantes se les aplicó este último medicamento.

La efectividad del tratamiento se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

Efectividad =  $(\text{HPG pre tratamiento} - \text{HPG pos tratamiento}) / \text{HPG pre tratamiento} \times 100$  (Arece et al., 2008; Garduño et al., 2012).

La efectividad del tratamiento se evaluó por semana, por época, por raza, utilizando la prueba de X2 en tablas de contingencia (Little y Hills, 2008).

## Resultados y discusión

El dando un total de 55 animales tratados de 600 estudiados. Los animales desparasitados de la raza Pelibuey fueron 49 y 10 animales de la raza Black Belly.

Se observó eficiencia de parte de los dos medicamentos, en la primer semana el closantel presenta una eficiencia del 82 %, subiendo a 96% y 97% a la segunda y tercera semana, en cambio el levamisol presenta una eficiencia del 99,8% desde la primer semana. Diferente al estudio realizado por Arece et al. (2008), donde emplearon 48 reproductoras Pelibuey. Las cuales fueron sometidas a tres tratamientos (control n = 10, levamisol 10% n = 18 y closantel 5% n = 20). Realizándoles un primer muestreo para saber el número de hpg y a los 11 días posterior al tratamiento se realizó el segundo muestreo.



Obtuvieron un 100 % de reducción los animales tratados con closantel 5% y un 99% de reducción de hpg en animales tratados con levamisol 10%. A los 28 animales que se trataron con levamisol, 27 de ellos obtuvieron 0 hpg desde la primer semana. Similar a lo encontrado por Franco et al. (2016), quienes evaluaron ovinos de las razas Pelibuey y Black Belly, suministrando infusión de hojas de Nim en dos diferentes concentraciones (0,12 % y 0,24 %), a los ovinos por vía oral durante nueve días seguidos a dos de los tratamientos (T1 y T2), mientras que al tercer tratamiento (T3) lo trataron con Levamisol 10% vía oral, encontrando que Levamisol disminuyo drásticamente su carga parasitaria desde el día 7.

## Conclusión

Se concluye que en este trabajo se observó una alta eficiencia de los dos desparasitantes usados, Levamisol y closantel, por época, raza y mes, lo que posibilita su inclusión en los planes de control parasitario. También se vio reflejado que bajó la prevalencia de borregos parasitados en la época de lluvias a comparación con los meses de secas. Un 9% de borregos fueron tratadas de todo el hato.

## Referencias

Arece J, Diego JGR, Olivares JL. Eficacia del Closantel 5%® contra estronglidos gastrointestinales de ovinos. Rev Salud Anim. 2008;30(1):59-62.

Franco KAM, Parada MGO, Melgar JJC. Desparasitación de nemátodos gastrointestinales en ovinos de encaste pelibueyblackbelly (*Ovis aries L.*) con hoja de Nim (*Azadirachta indica J.*) en el Centro de Capacitación Chinampa, San Salvador, El Salvador [disertaciones de licenciatura]. San Salvador: Universidad de El Salvador; 2016.

Garduño RG, Hernández GT, Arellano MEL, Gives PM. Resistencia antihelmíntica de nematodos parásitos en ovinos. Rev Geograf Agríc. 2012;(48-49):63-73.

INEGI - Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Prontuario de Información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Aguascalientes: INEGI; 2008.

Little TM, Hills FJ. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Ciudad de México: Trillas; 2008.

Morales G, Sandoval E, Pino LA, Rondón Z. Evaluación de dos criterios de utilidad en un programa de control de la infección por nematodos gastrointestinales en ovinos mediante tratamiento antihelmíntico selectivo. Zootecnia Trop. 2008 ;26(2) :141-50.

Reyes GM, Peralta LM, Sánchez PH, Oliva VA, Grajales ZR, Mendez GA, et al. Manual de Parasitología de pequeños Rumiantes. Chiapas, México; 2011.

SANIDAD

## Elaboración de la poliproteína gag recombinante a partir de LvPR que circula de forma natural en México

Jazmín De la Luz-Armendáriz<sup>1\*</sup>, Andrés Ernesto Ducoing-Watty<sup>2</sup>, Humberto Ramírez-Mendoza<sup>1</sup>, Luis Gómez Núñez<sup>3</sup>, José Francisco Rivera-Benítez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Microbiología e Inmunología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

<sup>2</sup> Departamento de Medicina y Zootecnia de Rumiantes, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

<sup>3</sup> Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Microbiología Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Ciudad de México, México

### Resumen

Lentivirus de pequeños rumiantes pertenecen a la familia *Retroviridae* subfamilia *Orthoretrovirinae* género Lentivirus. El diagnóstico en México aún es ineficiente asociado a que se tiene una dependencia a los paquetes comerciales de otros países, los cuales tienen un alto costo y en algunos casos resultan poco eficientes a la detección de anticuerpos producidos por las cepas de circulación nacional. El objetivo de este estudio fue elaborar una poliproteína del gen gag recombinante a partir de una cepa de LvPR de circulación natural. Se realizó el diseño de iniciadores para amplificar el fragmento de 1350 pares de bases del gen gag de LvPR de una cepa nacional, se realizó la clonación en un vector de clonación y resguardo, posteriormente se realizó la subclonación en un vector de expresión. Como pruebas de expresión se realizó el corrimiento electroforético vertical en geles de poliacrilamida y la prueba de *Western Blot*. La proteína obtenida fue purificada por medio de cromatografía por afinidad al níquel. Se determina que al emplear el IPTG como inductor en la producción de la poliproteína se obtiene un adecuado rendimiento y se comprobó que los sueros de caprinos y ovinos infectados naturalmente con LvPR reconocen a la poliproteína gag recombinante. Algunos autores han trabajado en la estandarización de pruebas de ensayos inmunoquímicos con proteínas de la cápside y/o de la matriz obteniendo resultados falsos negativos. En nuestra investigación la poliproteína obtenida contiene ambas proteínas unidas y a la nucleoproteína, lo que nos permitirá identificar mayor número de muestras realmente positivas. La obtención de esta poliproteína nos permite emplearla para la estandarización de pruebas inmunoquímicas de tipo indirecto y en poder ser empleadas como pruebas de diagnóstico serológico de elección para caprinos y ovinos producidos en México.

**Palavras-chave:** Poliproteína. Gag. Lentivirus de pequeños rumiantes.

SANIDAD

## Escore de lã como critério de tratamento seletivo para o controle de parasitos gastrintestinais em cordeiros naturalmente infectados

Briana Monique Gomes<sup>1\*</sup>, Paola da Silva<sup>2</sup>, Jordana Andrioli Salgado<sup>2</sup>, Sthefany Kamile dos Santos<sup>2</sup>, Nathaniele Viana<sup>1</sup>, Cristina Santos Sotomaior<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduação em Medicina Veterinária, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, Brasil

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, Brasil

### Resumo

Com o objetivo de avaliar a eficácia do tratamento seletivo para o controle de parasitos gastrintestinais em cordeiros naturalmente infectados, utilizando como critério o escore de lã, foi realizado um experimento no setor da Ovinocultura da Fazenda Experimental Gralha Azul (FEGA) da PUCPR, com 40 cordeiros de 45 dias, separados em quatro grupos. Cada grupo era tratado com anti-helmíntico (AH) conforme critérios pré-estabelecidos, sendo: GC (grupo controle) - tratamento com AH a cada 15 dias; GGMD (grupo ganho de peso médio diário (GMD) - tratamento com AH quando o GMD for  $\leq$  GC; GFGMD (grupo Famacha e GMD) - tratamento com AH quando o GMD for  $\leq$  GC e/ou FAMACHA  $\geq$  que 3; e GLA (grupo escore de lã) - tratamento com AH quando o escore de lã era 3 nas avaliações (escore 1 - velo de lã com cobertura em toda a extensão corporal; escore 2 - lã ligeiramente suja ou molhada, com pouco aspecto de sujidade; escore 3 - lã úmida, sem padrão de crescimento, com aspecto do velo desfeito, aberto). Semanalmente todos os animais foram pesados para cálculo do GMD, e foram feitas análises de contagem de ovos nas fezes (OPG). Os dados foram

analisados por ANOVA e teste de Tukey. No período de dois meses, o GC apresentou GMD de 0,145g, GFGMD 0,160g, GGMD 0,166g e GLA apresentou o menor ganho (0,116g) ( $p < 0,05$ ). Comparando o OPG, os grupos apresentaram respectivamente 115,0, 324,7, 185,2 e 935,2 OPG, sem diferença estatística. A hipótese de que os níveis de infecção parasitária poderiam ser indicados pelo aspecto da lã não pode ser comprovada nas condições deste experimento.

**Palavras-chave:** Tratamento Seletivo. *Haemonchus*. Ganho de peso. Ovinos.

### Introdução

A ovinocultura representa um mercado em ascensão, sendo que o Brasil, atualmente, possui o 20º rebanho em termos de número no mundo (FAO, 2015). Uma das maiores restrições ao aumento da produtividade na criação de ovinos

são as parasitoses causadas por nematódeos gastrintestinais (Sczesny-Moraes et al., 2010) e no Brasil, *Haemonchus contortus* destaca-se como parasito mais patogênico e prevalente (Molento et al., 2004; Sotomaior et al., 2009).

Visando minimizar perdas, muitos criadores passaram a adotar sistemas de controle de verminose baseados em tratamentos frequentes, o que teve como consequência a seleção de populações de helmintos resistentes aos diferentes grupos químicos (Amarante et al., 1992). Uma das maneiras adotadas para minimizar este efeito é o tratamento seletivo dos animais, em que os critérios mais utilizados são indicadores de parasitismo clínico, como anemia (método FAMACHA®), emagrecimento (escore corporal), diarreia ou redução na produtividade (ganho de peso ou produção de leite) (Bath e van Wyk, 2009; Sotomaior et al., 2009; Rosalinski-Moraes et al., 2012; Cintra et al., 2019).

O AWAPS (Awin, 2015) é um manual de bem-estar animal e aponta o escore de lã como um aspecto de qualidade de vida. Estudos realizados por Khan et al. (2012) e Osório et al. (2014) demonstraram que as verminoses podem reduzir substancialmente o crescimento da lã quando estes

animais enfrentam grandes cargas parasitárias, particularmente em ovinos infectados pela primeira vez por endoparasitas, em sua fase inicial de vida.

O objetivo deste trabalho foi a avaliação de escores de lã como critério de tratamento seletivo em cordeiros naturalmente infectados por parasitos gastrintestinais.

## Material e métodos

Foram utilizados 40 cordeiros com 45 dias, separados em quatro grupos de acordo com o critério de avaliação e tratamento:

GC: grupo controle, em que os cordeiros foram tratados com anti-helmíntico (AH) a cada 15 dias.

GFGMD: grupo FAMACHA e ganho de peso médio diário (GMD), em que os cordeiros foram tratados com AH quando apresentaram um GMD menor ou igual ao GC e/ou FAMACHA igual ou maior que 3.

GGMD: grupo ganho de peso médio diário (GMD), em que os cordeiros foram tratados com AH quando apresentaram um GMD menor ou igual ao GC.

GLA: Grupo lã, em que os cordeiros foram tratados com AH quando o escore de lã era 3 nas avaliações (Quadro 1).

**Quadro 1** - Classificações do escore de lã

Escore de lã 1	Não há presença de sujidade ou qualquer contaminação do ambiente na lã. Em relação ao velo, obrigatoriamente não estará aberto, quebradiço ou rompido. O cordeiro deve ter uma constante cobertura de lã em toda a extensão corporal.
Escore de lã 2	Lã estará ligeiramente suja ou molhada, com possibilidade de pequenas manchas de contaminação de lama ou fezes. Em algumas áreas pode haver perda de lã e com abertura dos velos menores que 10 cm de diâmetro.
Escore de lã 3	A lã estará molhada e/ou úmida com cobertura de lama ou fezes, em várias áreas. A lã também pode apresentar áreas sem cobertura do velo, atingindo mais que 10cm de diâmetro. A lã está "deitada" gerando um aspecto do velo desfeito (aberto), quebradiço e opaco.

Semanalmente, todos os animais foram pesados, fezes foram coletadas para análise do OPG e os grupos que atendiam aos critérios estabelecidos, receberam tratamento com anti-helmíntico (AH): levamisole (7,5 mg/kg). Os dados foram tabulados em Excel e submetidos ao teste ANOVA e, posteriormente, ao teste de Tukey.

## Resultados e discussão

A Tabela 1 mostra que houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) na variável GMD entre os grupos, considerando o período todo do experimento. Os dados apontam que o GLA apresentou o menor GMD entre os grupos, seguido pelo GC, enquanto os

grupos GFGMD e GGMD obtiveram a maior média de GMD e foram iguais estatisticamente.

A Tabela 2 apresenta a diferença na quantidade de tratamentos realizados por grupo, e a média de ovos por grama (OPG) em cada análise. Observa-se que não houve diferença ( $p > 0,05$ ) na média de OPG entre os grupos.

**Tabela 1** - Média de peso (kg) de cordeiros submetidos a diferentes tratamentos com anti-helmínticos, segundo a data de colheita, e ganho médio diário (em Kg/dia) no período total

	GC	GFGMD	GGMD	GLA
23-Aug	19,3	20,1	19,4	20,2
30-Aug	20,6	22,9	21,0	21,9
06-Sep	21,9	23,9	21,8	22,6
13-Sep	23,2	25,3	22,7	23,9
20-Sep	24,4	25,9	23,4	24,8
27-Sep	24,4	26,3	23,4	25,1
04-Oct	25,3	26,7	24,3	25,0
Média de GMD no período	0,145 <sup>B</sup>	0,160 <sup>A</sup>	0,166 <sup>A</sup>	0,116 <sup>C</sup>

Nota: Letras diferentes na linha significam diferença estatística significativa entre as médias ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey. GC = grupo controle - cordeiros tratados com anti-helmínticos (AH) a cada 15 dias; GFGMD = grupo Famacha e ganho médio diário de peso (GMD) - cordeiros tratados com AH se o GMD  $\leq$  do que o GC nas avaliações; GGMD = grupo ganho médio diário de peso (GMD) - cordeiros tratados com AH se o GMD  $\leq$  do que o GC nas avaliações; GLA = grupo lâ - cordeiros tratados com AH se escore de lâ 3 nas avaliações.

Analisando os dados das Tabelas 1 e 2, observa-se que o GC apresentou a maior quantidade de tratamentos realizados. Como o número de tratamentos tem relação com o aparecimento de resistência (Gaba et al., 2010), este tipo de tratamento seria o menos indicado. Além disso, apesar de o resultado final dos OPGs ter sido o menor numericamente, não houve uma eficácia real deste tratamento sistemático, pois em aspectos produtivos, ganho de peso não foi satisfatório quando comparado ao GFGMD e GGMD, em que o tratamento realizado foi seletivo.

Os grupos GFGMD e GGMD apresentaram os critérios que melhor avaliam as cargas parasitárias, pois apresentaram os dois maiores ganhos de peso entre os grupos. O GLA teve o menor número de cordeiros tratados, porém o ganho de peso dos animais foi comprometido. Sabe-se que o estresse ou desequilíbrio nutricional também podem causar uma fragilidade estrutural da lâ, resultando em porções quebradiças ou com falhas de preenchimento (Khan et al., 2012). A hipótese de que os níveis de infecção parasitária poderiam ser indicados pelo aspecto da lâ não pode ser comprovada nas condições deste experimento.

**Tabela 2** - Número de cordeiros tratados com anti-helmíntico (n) e média de contagem de ovos nas fezes (OPG) de cordeiros submetidos a diferentes tratamentos com anti-helmínticos, segundo a colheita e no total do período

		GC	GFGMD	GGMD	GLA
Colheita 1	Tratamento (n)	10,0	0,0	3,0	1,0
	OPG	95,0	119,0	365,0	1216,7
Colheita 2	Tratamento (n)	10,0	3,0	3,0	1,0
	OPG	160,0	590,0	35,0	294,4
Colheita 3	Tratamento (n)	10,0	2,0	2,0	0,0
	OPG	90,0	265,0	155,6	1294,4
Número total de cordeiros tratados no período		30	5	8	2
Média de OPG no período		115,0	324,7	185,2	935,2

Nota: GC = grupo controle - cordeiros tratados com anti-helmínticos (AH) a cada 15 dias; GFGMD = grupo Famacha e ganho médio diário de peso (GMD) - cordeiros tratados com AH se o GMD  $\leq$  do que o GC nas avaliações; GGMD = grupo ganho médio diário de peso (GMD) - cordeiros tratados com AH se o GMD  $\leq$  do que o GC nas avaliações; GLA = grupo lâ - cordeiros tratados com AH se escore de lâ 3 nas avaliações.

## Conclusão

Na escolha do tratamento seletivo mais eficaz é importante não só estabelecer as relações de grau de parasitose dos animais com os sinais clínicos apresentados, mas também a quantidade de tratamentos realizados e o ganho de peso em cada um dos grupos.

## Referências

Amarante AFT, Barbosa MA, Oliveira MAG, Carmello MJ, Padovani CR. Efeito da administração de Oxfendazol, Ivermectina e Levamisole sobre os exames coproparasitológicos de ovinos. *Braz J Vet Res Anim Sci.* 1992;29(1):31-8.

AWIN - Animal Welfare Indicators. Awin Welfare assessment protocol for sheep. 2015 [acesso 23 mar 2019]. Disponível em: <https://tinyurl.com/y3jkpn4>.

Bath GF, van Wyk JA. The Five Point Check® for targeted selective treatment of internal parasites in small ruminants. *Small Rumin Res.* 2009;86(1-3):6-13.

Cintra MCR, Ollhoff RD, Weber SH, Sotomaior CS. Is the Famacha® system always the best criterion for targeted selective treatment for the control of haemonchosis in growing lambs? *Vet Parasitol.* 2019;266:67-72.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics Division - Live Animals. 2015 [acesso 29 mar 2019]. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QA/E>.

Gaba S, Cabaret J, Sauvé C, Cortet J, Silvestre A. Experimental and modeling approaches to evaluate different aspects of the efficacy of Targeted Selective Treatment of anthelmintics against sheep parasite nematodes. *Vet Parasitol.* 2010;171(3-4):254-62.

Khan MJ, Abbas A, Ayaz M, Naeem M, Akhter MS, Soomro MH. Factors affecting wool quality and quantity in sheep. *Afr J Biotechnol.* 2012;11(73):13761-6.

Molento MB, Tasca C, Gallo A, Ferreira M, Bononi R, Stecca E. Método FAMACHA® como parâmetro clínico individual de infecção por *Haemonchus contortus* em pequenos ruminantes (FAMACHA®guide as an individual clinical parameter for *Haemonchus contortus* infection in small ruminants). *Cienc Rural.* 2004;34(4):1139-45.

Osório JCS, Osório MTM, Vargas Jr FM, Leão A. Produção e qualidade da lã. In: Selaive AB, Osório JCS (EE.). *Produção de Ovinos no Brasil.* São Paulo: Roca; 2014. p.449-67.

Rosalinski-Moraes F, Sotomair CS, Schimidt EMS, Thomaz-Socool V. Uso de marcadores parasitológicos e imunológicos na seleção de ovelhas resistentes às parasitoses gastrintestinais. *Arch Vet Sci.* 2011;16(1):7-20.

Sczesny-Moraes EA, Bianchin I, Silva KF. Resistência anti-helmíntica de nematóides gastrintestinais em ovinos, Mato Grosso do Sul. *Pesq Vet Bras.* 2010;30(3):229-36.

Sotomaior CS, Rosalinski-Moraes F, Souza FP, Milczewski V, Pasqualin CA. *Parasitoses Gastrintestinais dos Ovinos e Caprinos - Alternativas de Controle.* Curitiba: Instituto EMATER; 2009. 36 p.

SANIDAD

# Estudo comparativo entre o teste de migração larvária e o teste da contagem de ovos nas fezes para a determinação da resistência aos anti-helmínticos em ovinos

Maria Christine Rizzon Cintra<sup>1\*</sup>, Carla Juliana Ribeiro Dolenga<sup>1</sup>, Vívien Patrícia Garbin<sup>1</sup>, Ursula Yoshitani<sup>2</sup>, Alda Lucia Gomes Monteiro<sup>1</sup>, Marcelo Beltrão Molento<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Brasil

<sup>2</sup> Laboratório de Doenças Parasitárias, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Brasil

## Resumo

As infecções gastrintestinais ocasionadas pelos nematódeos são de grande importância na cadeia produtiva de ovinos, devido à ineficácia dos princípios ativos. O objetivo do presente trabalho foi avaliar os princípios ativos comerciais “in vivo” e “in vitro”. Realizaram-se dois experimentos: “In vitro” – Teste de Migração Larvária (TML) e “In vivo” - Teste de Redução na Contagem de Ovos nas Fezes (TRCOF). Em ambos os experimentos as amostras foram provenientes da mesma propriedade, para o teste de migração larvária foram utilizadas quatro concentrações diferentes em quadruplicata para os seguintes princípios ativos: cloridrato de levamisol 5%, Nitroxinil 34% e Moxidectina 1%, os mesmos princípios ativos foram utilizados no TRCOF. Os resultados obtidos nos teste in vitro demonstram que todas as doses são concentração dependente, no TRCOF apenas o Nitroxinil 34% na dose recomendada não obteve uma eficácia significativa.

**Palavras-chave:** TML. TRCOF. Resistência parasitária.

## Introdução

As infecções ocasionadas por nematodas gastrintestinais nos pequenos ruminantes é um problema mundial e recorrente, ocasionando problemas graves na saúde dos animais. A falta de controle dos parasitos se deve a diversos fatores, dentre os quais o mais importante é a resistência aos anti-helmínticos, devido ao uso indiscriminado e dosagens erradas, causando falha na manutenção da população parasitária susceptível (Fortes e Molento, 2013). O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia dos anti-helmínticos moxidectin, levamisole e nitroxinil, com testes *in vivo* e *in vitro*.

## Material e métodos

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Produção de Ovinos e Caprinos (LAPOC), na Fazenda Experimental Canguiri da UFPR, em Pinhais, Paraná, em outubro/2018. Foram realizados dois experimentos para a determinação

da eficácia dos anti-helmínticos: teste de redução da contagem de ovos de nematodas nas fezes (TRCOF) e teste de migração de larvas (TML).

Para o TRCOF, os animais foram acompanhados pelo exame da contagem de ovos por grama de fezes (OPG), segundo o método de Gordon e Whitlock (1939), sensível para 50 OPG. Os animais com OPG mínimo de 500 foram selecionados para os testes e distribuídos homogeneamente pelos valores de OPG em quatro grupos distintos: G1 - animais tratados com cloridrato de levamisol 5% (Ripercol) na dose de 1 ml/10kg/PO; G2 - animais tratados com Nitroxinil 34% (Dovenix) na dose de 1ml/25kg/SC; G3 - animais tratados com Moxidectina 1% (Cydectin) na dose de 1 ml/50kg/SC; G4 (grupo controle) - os animais não foram tratados (Tabela 1). Os animais foram tratados de acordo com a orientação terapêutica do fabricante. As OPGs foram realizadas no dia do tratamento (D0) e 14 dias depois (D14). A eficácia dos produtos foi calculada pelo programa RESO 2.0.

Após a coleta de fezes, coproculturas foram feitas através da técnica de Roberts e Sullivan (1950), e a

recuperação das L3 foi realizada segundo a técnica descrita por Ueno e Gonçalves (1998). As larvas encontradas na coprocultura foram quantificadas e identificadas.

Para o TML, as L3 foram desembainhadas utilizando 12% de hipoclorito de sódio, lavadas três vezes e depositadas em placas de 24 poços (200 L3/poço), em quadruplicata para cada concentração do nitroxinil, moxidectina e levamisol (Tabela 1), e para controle negativo foi utilizada água destilada. Após 18 horas de incubação a 27 °C (primeira incubação), todas as larvas foram transferidas para aparatos previamente preparados, em uma nova placa de 24 poços e incubadas novamente a 27 °C (segunda incubação) com um foco de luz de 150 MHz para estimular a motilidade das larvas, durante 24 horas. A leitura do teste foi feita em microscópio invertido, com a contagem de L3. A média da quantidade de larvas que migrou foi calculada de acordo com a fórmula: Eficácia (%) =  $(Br - M / Br) \times 100$ , onde Br é o controle negativo e M é a média de larvas que migraram após a incubação.

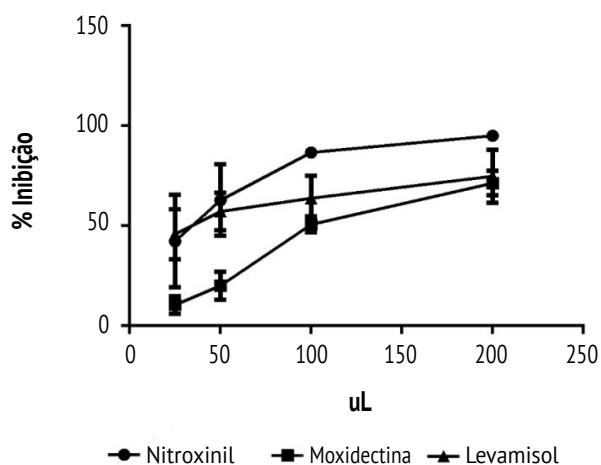
**Tabela 1** - Distribuição dos grupos de acordo com as diferentes concentrações utilizadas no estudo in vivo para a determinação da redução de ovos por gramas de fezes (TRCOF) e in vitro para determinação da porcentagem de inibição de larvas

<i>In vivo</i>	<i>In vitro</i>
Dose média de peso dos animais (50kg)	Quadruplicata em concentrações diferentes
<b>G1 - Levamisole 5%</b> <b>0,5g/animal</b>	0,1g/poço (200%)
	0,05g/poço (100%)
	0,025g/poço (50%)
	0,015g/poço (25%)
<b>G2 - Nitroxinil 34%</b> <b>0,136g/animal</b>	0,027g/poço (200%)
	0,013g/poço (100%)
	0,006g/poço (50%)
	0,003g/poço (25%)
<b>G3 - Moxidectina 1%</b> <b>0,1g/animal</b>	0,02g/poço (200%)
	0,01g/poço (100%)
	0,005g/poço (50%)
	0,002g/poço (25%)



## Resultados e discussão

Na coprocultura foram encontradas as seguintes porcentagens de parasito: *Haemonchus* spp. 74% e *Trichostrongylus* 36%, ambos os parasitos de clima tropical e com maior incidência em ovinos. O TML é uma ferramenta rápida e econômica para a determinação dos efeitos da droga (Fortes e Molento, 2013). No presente trabalho, o TML mostrou que os princípios ativos tiveram ação concentração-dependente (Figura 1).



**Figura 2** - Média dos valores da porcentagem de inibição na quadruplicata das diferentes concentrações (25, 50, 100 e 200uL) do nitroxinil, moxidectina e levamisol

No TML no G2, foi observado que quanto maior a concentração do fármaco, melhor a resposta inibitória na larva, sendo esse o princípio ativo mais eficiente. Por outro lado, no TRCOF o G2 foi o que apresentou menor redução nos valores de OPG, por se tratar de um princípio ativo dose-dependente como visto *in vitro*. No teste *in vivo*, pode-se usar uma dose maior. Foram encontrados valores de redução no TRCOF para G1, G2 e G3 de 95, 40 e 92%, respectivamente. Segundo Wood et al. (1995), deve-se preconizar a utilização de anti-helmínticos com eficácia superior a 90%.

## Conclusão

O TML mostrou que, nas condições utilizadas neste trabalho e para todas as moléculas, quanto maior a concentração do produto, melhor é sua eficácia, permitindo assim que testes *in vitro* possam ser utilizados para determinar as dosagens *in vivo*.

## Referências

Fortes FS, Molento MB. Resistência anti-helmíntica em nematoides gastrintestinais de pequenos ruminantes: avanços e limitações para seu diagnóstico. *Pesq Vet Bras.* 2013;33(12):1391-1402.

Gordon HML, Whitlock HV. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. *J Counc Sci Ind Res.* 1939;12(1):50-2.

Roberts FHS, O'Sullivan PJ. Methods for egg counts and larval cultures for strongyles infesting the gastro-intestinal tract of cattle. *Aust J Agric Res.* 1950;1(1):99-102.

Ueno H, Gonçalves PC. Manual para diagnóstico das helmintoses de ruminantes. 4 ed. Tokio: Japan International Cooperation Agency; 1998. 143 p.

Wood IB, Amaral NK, Bairden K, Duncan JL, Kassai T, Malone Jr JB, et al. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) second edition of guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics in ruminants (bovine, ovine, caprine). *Vet Parasitol.* 1995;58(3):181-213.

SANIDAD

## Evaluación de cargas parasitarias en un rebaño ovino de pelo en pastoreo semi-extensivo en el caribe seco colombiano

Sandra Carolina Perdomo-Ayola<sup>1\*</sup>, Clara Viviana Rúa-Bustamante<sup>1</sup>, Juan Ricardo Zambrano-Ortiz<sup>1</sup>, Leyla Ríos de Álvarez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), C.I Motilonia, Agustín Codazzi, Colombia

<sup>2</sup> Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), C.I Tibaitatá, Mosquera, Colombia

### Resumen

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la dinámica de parásitos gastrointestinales (PGI), hematocrito (hto) y FAMACHA y la relación con variables climáticas en un rebaño de ovinos de pelo mestizos. Se evaluaron 154 ovinos (ambos sexos, en cría, levante y adultos), naturalmente infectados, durante cinco muestreos (con intervalo de dos meses), abarcando las épocas: seca, transición y lluviosa. Se tomaron muestras de heces para el conteo de huevos de nematodos por gramo (HPG), por la técnica Mc master; se evaluó el método FAMACHA® y se tomaron muestras sanguíneas para hto; se obtuvo información de las variables climáticas: precipitación (PP), temperatura media (T) y humedad relativa (HR) de estación meteorológica certificada. Se realizó estadística descriptiva y correlación de variables en software SAS 9.3®. Se encontró infección moderada en crías  $350 \pm 857$  HPG en promedio (rango 0 - 2100), hto  $25 \pm 4,3\%$  y FAMACHA 2,7, al igual que levante con  $558 \pm 1126$  HPG (0 - 6600), hto  $30 \pm 5,2\%$  y FAMACHA 2,4 y en hembras adultas  $700 \pm 1851$  HPG (0 - 13900), hto  $25 \pm 6,1\%$  y FAMACHA 3. Los machos adultos presentaron infección alta,  $27400 \pm 3251$  HPG, hto de  $13 \pm 1,4\%$  y FAMACHA 5, lo anterior es quizás debido al proceso de adaptación por su reciente ingreso al rebaño. En cuanto a épocas evaluadas, el mayor conteo de HPG fue en época seca (entre 0 - 29700 HPG, promedio  $1888 \pm 4997$  HPG), presentando valores medios del PP (30 mm), T ( $28,7$  °C) y HR (61,3 %). No se encontró relación entre HPG y las variables climáticas, al igual que PGI y FAMACHA, pero si entre FAMACHA y hto ( $p < 0,001$ ) en todas las épocas y edades fisiológicas. Las cargas parasitarias fueron de moderadas a altas, siendo las más elevadas en la época seca, pudiendo ser consecuencia de una alta infestación en la época lluviosa y/o baja inmunidad del rebaño, o debido a la posible escasez de alimento en época seca en la granja.

**Palabras clave:** Nematodos. FAMACHA. Clima.

SANIDAD

## Evaluación de inmunogenos experimentales contra linfadenitis caseosa a través de electroforesis

Giovani Ortiz Aranda<sup>1</sup>, Etni Said Peña Hurtado<sup>1</sup>, Roberto Montes de Oca Jiménez<sup>1</sup>, Pomposo Estado Fernandez Rosas<sup>2</sup>, Jorge Antonio Varela Guerrero<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Toluca, México

<sup>2</sup> Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Toluca, México

### Resumen

La linfadenitis caseosa ovina es considerada una de las enfermedades más importantes desde el punto de vista económico en países desarrollados y en vías de desarrollo. En el presente estudio se elaboraron seis inmunógenos a partir de aislados de pequeños rumiantes obtenidos dentro del territorio nacional. Dichos inmunógenos se seleccionaron conforme a las similitudes y variabilidades en las características fenotípicas de los aislamientos de *C. pseudotuberculosis* tomando en cuenta características genotípicas (genes de patogenicidad PLD y virulencia Fag A, B, C y D), presentes en los aislados de *Corynebacterium pseudotuberculosis* biovar *ovis*, relacionándose con las manifestaciones clínicas de la enfermedad. El patrón de bandeo proteico de los 6 inmunógenos se realizó a través de electroforesis en gel de poliacrilamida en condiciones desnaturizante sistema discontinuo (SDS-PAGE). Se detectaron 8 bandas proteicas con pesos moleculares de 14, 17, 20, 28, 31, 75, 108 y 125 kDA presentes en 83,33% (5/6) de las bacterinas. Se identificaron tres bandas proteicas de alto peso molecular de 125, 108 y 75 kDA presentes en las bacterinas del pellet (masa celular) y cinco bandas proteicas de bajo peso molecular de 14, 17, 20, 28 y 31 kDA en el extracto del sobrenadante.

**Palabras clave:** *Corynebacterium pseudotuberculosis*. Bacterinas. Pequeños rumiantes.

SANIDAD

# Evaluación de tres protocolos de extracción de ADN para el diagnóstico de linfadenitis caseosa mediante una técnica de reacción en cadena de la polimerasa múltiple (PCRm) en pequeños rumiantes

Diana Berenice Quiroga Ventolero<sup>1</sup>, José Luis Guitiérrez Hernández<sup>2</sup>, Erika Gabriela Palomares Reséndiz<sup>2</sup>, Enrique Herrera López<sup>2</sup>, Efrén Díaz Aparicio<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

<sup>2</sup> CENID Salud Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Ciudad de México, México

## Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar tres protocolos de extracción de ADN, acoplados a la PCRm usada en el diagnóstico de linfadenitis caseosa (LC). Se trabajaron 50 muestras de exudado caseoso de pequeños rumiantes diagnosticados con LC en base a signología clínica. El protocolo 1 consistió en la extracción de ADN del primoaislamiento; el protocolo 2, en la extracción a partir de la muestra clínica y el protocolo 3, en una sensibilización térmica de la muestra. Se calculó la concordancia de los resultados obtenidos entre protocolos con relación al aislamiento bacteriológico (prueba de oro) mediante Kappa, también se calculó la sensibilidad de cada protocolo. 39 muestras resultaron positivas a bacteriología, la concordancia obtenida entre esta y el PCRm con protocolo 1 fue de  $K = 1$ . Para la PCRm usando el protocolo 2 se obtuvieron 46 muestras positivas, la concordancia con respecto a la bacteriología fue  $K = 0,47$ . Con el protocolo 3 no se observaron resultados positivos en ninguna muestra. La sensibilidad obtenida en los protocolos 1 y 2 fue del 100%. El método de extracción de ADN es fundamental en la PCR, ya que

existen inhibidores que pueden generar un resultado falso negativo (Poma et al., 2012). Como en cualquier reacción enzimática, el impacto dependerá del tipo de inhibidor y su concentración (Nolan et al., 2006). En este particular caso, es probable que la ácido-alcohol resistencia de la pared celular de *C. pseudotuberculosis* haya sido un factor influyente en el éxito de la extracción del ADN en cada protocolo usado, así como la presencia del exceso de materia orgánica contenida en la muestra, que pudo inactivar a la polimerasa de ADN usada en la PCRm (Kontanis y Reed, 2006). Se concluye que el protocolo 2 acoplado a la PCRm es el más útil para el diagnóstico de la LC en caprinos por su alta sensibilidad y mayor eficiencia en comparación con el diagnóstico bacteriológico y los otros protocolos de extracción de ADN. La PCRm asociada a este protocolo resultó también ser una prueba diagnóstica más sensible y específica en comparación con la bacteriología, considerada hasta hoy, la prueba de oro en el diagnóstico de la LC.

**Palabras clave:** *Corynebacterium pseudotuberculosis*. Linfadenitis caseosa. PCR.

## Introducción

La linfadenitis caseosa (LC) es una enfermedad contagiosa crónica de los ovinos y caprinos producida por *Corynebacterium pseudotuberculosis* (Barrientos et al., 2008). La transmisión de la enfermedad entre ovejas o cabras ocurre principalmente a través de la contaminación de heridas superficiales, que pueden aparecer durante procedimientos comunes como la esquila, la castración y el marcado de orejas o por lesiones en el cuerpo causadas por traumatismo (Dorella et al., 2006).

La LC se caracteriza clínicamente por la formación de abscesos con necrosis caseosa en los linfonodos superficiales y el tejido subcutáneo, también pueden presentarse en órganos internos como pulmones, riñones, hígado y bazo. Estos están principalmente asociadas a los efectos de la fosfolipasa D (PLD) (Dorella et al., 2006). El diagnóstico definitivo de la enfermedad es el microbiológico (Díaz et al., 2015).

En la actualidad las herramientas de tipo molecular son de gran importancia en el ámbito veterinario no solo para el diagnóstico, sino también para la investigación y el desarrollo de inmunógenos que permitan la prevención de diversas enfermedades. En este sentido, se han desarrollado varias técnicas para la detección del ADN de *C. pseudotuberculosis* (Pacheco et al., 2007).

## Material y métodos

Se analizaron un total de 50 muestras de exudado caseoso, 20 de ovinos y 30 caprinos. La PCRm usada en este trabajo fue la descrita por Pacheco (2007), la cual consiste en la detección de fragmentos de los genes 16S rRNA (816 pb), rpoB (446 pb) y pld (203 pb) de *C. pseudotuberculosis*.

El ensayo se ajustó a un volumen final de 25 µL usando la pre-mezcla Multiplex PCR Kit (QUIAGEN® Alemania). Las condiciones de termociclado consistieron en una desnaturalización inicial a 95 °C durante 3 minutos, seguida de 40 ciclos con desnaturalización a 95 °C durante 1 minuto,

hibridación a 58 °C por 40 segundos y elongación a 68 °C durante 1,5 minutos, con una extensión final a 68 °C durante 1,5 minutos. Los productos obtenidos se visualizaron mediante electroforesis en gel de agarosa al 2,0% (p/v), teñidos con bromuro de etidio (Sigma-Aldrich, Australia) a una concentración final de 0,5 µg/ml.

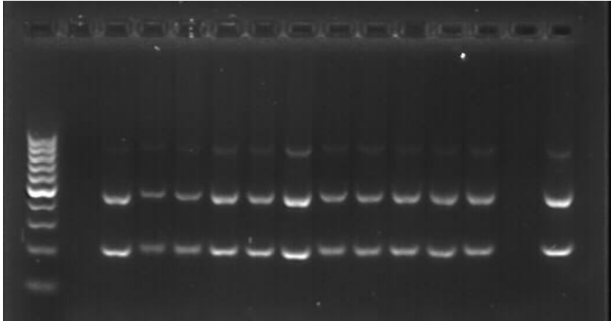
Para evaluar la capacidad de amplificación de la PCRm se establecieron tres protocolos de extracción de ADN de *C. pseudotuberculosis*. En el primero de ellos (protocolo 1) se sembraron las muestras de exudado en agar sangre ovina al 5% y se incubaron por 48 horas a 37 °C. Se seleccionaron las colonias con morfología, características tintoriales y bioquímicas sugerentes a *C. pseudotuberculosis* y se les extrajo el ADN con el kit comercial Quick g-DNA Mini Prep (Zymo Research, EUA) siguiendo las indicaciones del fabricante.

El segundo protocolo (protocolo 2) consistió en una extracción de ADN con el mismo kit comercial, pero esta vez directamente de las muestras de exudado purulento. El tercer protocolo consistió en realizar la PCR directamente de la muestra de exudado, con una pre-sensibilización térmica de las membranas bacterianas tal como lo describe Torres et al. (2013).

## Resultados

Mediante el diagnóstico bacteriológico se obtuvieron 39 resultados positivos y 11 resultados negativos, los mismos resultados se obtuvieron mediante la PCRm acoplada al protocolo 1 (K = 1). Los resultados negativos corresponden a la ausencia de crecimiento bacteriológico en ocho de las muestras analizadas y al crecimiento de colonias con características morfológicas y bioquímicas diferentes a *C. pseudotuberculosis* en tres muestras. Con el diagnóstico de PCRm acoplada al protocolo 2, se obtuvieron 46 resultados positivos (K = 0,47) (Figura 1).

Mediante la PCRm acoplada al protocolo 3, no se logró la amplificación en ninguna muestra. El cálculo de la sensibilidad de la PCRm acoplada a los protocolos 1 y 2 fue del 100%, tomando a la bacteriología como la prueba de oro.



**Figura 1** - Perfil de amplificación de PCRm acoplada al protocolo 2 para la detección de *C. pseudotuberculosis* de muestras de exudado caprino y ovino. Carril 1. Marcador de 100 pb; 2. Control negativo; 3. Control positivo; 4 - 9 extracciones de muestras de exudado caprino; 10 - 15 extracciones de muestras de exudado ovino. La muestra del carril 14 se observa negativa.

## Discusión

Un factor importante en la técnica de PCR es el método de extracción del ADN. Debido a que los inhibidores de las polimerasas de ADN pueden ser extraídos conjuntamente, un resultado negativo puede deberse no solo a la ausencia de la secuencia blanco, sino también a la inhibición total de la amplificación (Poma et al., 2012). Entre las sustancias inhibidoras se encuentran los iones de hierro y calcio, los ácidos húmicos y los taninos, que inactivan a la polimerasa de ADN (Kontanis y Reed, 2006). Los resultados negativos obtenidos con la PCRm acoplada al protocolo 3 pudieron deberse a que en las muestras de exudado purulento se encuentran múltiples restos celulares, tanto del patógeno como de huésped y sin un proceso de eliminación de adecuado estos residuos, se puede producir una inhibición de la reacción. Moore et al. (2004) describen que los tejidos calcificados como los observados en la fase de maduración del absceso por LC comprometen la viabilidad de las bacterias responsables de las lesiones, esto puede relacionarse con los resultados negativos observados en el diagnóstico bacteriológico. La PCRm acoplada al protocolo 2 mostró ser más sensible en comparación con la bacteriología pese a que existió una  $K = 0,47$ , esto es debido a que la PCR no requiere de bacterias viables para la detección de su ADN dentro del exudado. De

esta manera, cualquier resultado alejado de los obtenidos mediante la prueba de oro, tendrán menor concordancia y no necesariamente por tener menos sensibilidad. La PCRm usada en este trabajo tiene una especificidad muy cercana al 100% al lograr detectar el material genético bacteriano mediante la amplificación de fragmentos de tres de sus genes, el 16S rRNA y el rpoB específicos del género *Corynebacterium* y el gen *pld*, específico de *C. pseudotuberculosis* (Pacheco et al., 2007).

## Conclusión

La PCRm acoplada al protocolo 2 demostró ser una técnica útil para el diagnóstico de la LC en los pequeños rumiantes. Su alta sensibilidad y especificidad la convierten en una técnica muy eficiente no solo para el diagnóstico sin necesidad de un primoaislamiento, sino que también podría ser usada en el monitoreo epidemiológico o como una herramienta recurrente en la experimentación, desarrollo y validación de biológicos que permitan prevenir la enfermedad. Sobre todo, en zonas en donde la LC es de gran importancia puesto que disminuye la capacidad productiva de los rebaños ovinos y caprinos.

## Referencias

- Barrientos JS, Cortés N, Tórtora JL, Alba F, Del Río JC, Valdivia G. Diferentes Biotipos de *Corynebacterium Pseudotuberculosis*. Rev Electron Clin Vet. 2008;3(4): 1-23.
- Díaz E, Tórtora JL, Palomares EG, Gutiérrez JL. Enfermedades de las Cabras. México: CENID-Microbiología; 2015. p. 209-16.
- Dorella FA, Pacheco LG, Oliveira SC, Miyoshi A, Azevedo V. *Corynebacterium pseudotuberculosis*: microbiology, biochemical properties, pathogenesis and molecular studies of virulence. Vet Res. 2006;37(2):201-18.
- Kontanis EJ, Reed FA. Evaluation of real-time PCR amplification efficiencies to detect PCR inhibitors. J Forensic Sci. 2006;51(4):795-804.

Moore E, Arnscheidt A, Krüger A, Strömpl C, Mau M. Simplified protocols for the preparation of genomic DNA from bacterial cultures. In: Kowalchuk GA, de Bruijn F, Head IM, Van der Zijpp AJ, van Elsas JD (Eds.). *Molecular Microbial Ecology Manual*. New York: Springer; 2004. p. 3-18.

Nolan T, ands RE, Bustin SA.. Quantification of mRNA using real-time RT-PCR. *Nat Protoc*. 2006;1(3):1559-82.

Pacheco LG, Pena RR, Castro TL, Dorella FA, Bahia RC, Carminati R, et al. Multiplex PCR assay for identification of *Corynebacterium pseudotuberculosis* from pure cultures and for rapid detection of this pathogen in clinical samples. *J Med Microbiol*. 2007;56(Pt 4):480-6.

Poma H, Davies C, Gutiérrez D, Mora MC, Basombrío MÁ, Rajal V. Comparación de la eficiencia de extracción de ácidos nucleicos utilizando distintos kits comerciales y empleando la qPCR. Efecto de las sustancias inhibidoras. *Rev Argent Microbiol*. 2012;44(3):144-149.

Torres LFC, Ribeiro D, Hirata Jr R, Pacheco LG, Souza MC, Santos LS, et al. Multiplex polymerase chain reaction to identify and determine the toxigenicity of *Corynebacterium* spp. with zoonotic potential and an overview of human and animal infections. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2013;108(3).

SANIDAD

# Evaluación del antígeno derivado de proteínas de secreción de *Mycobacterium avium* para el diagnóstico de paratuberculosis en rumiantes utilizando la prueba de ELISA

Edith Maldonado-Castro<sup>1</sup>, Verónica Blásquez-Vázquez<sup>2</sup>, Gabriel Campos-Montes<sup>3</sup>, Gilberto Chavez-Gris<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Animal en Altiplano (CEIEPAA), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Querétaro, México

<sup>2</sup> Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina (CEIEPO), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Huitzilac, México

<sup>3</sup> Departamento El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) - Xochimilco, Ciudad de México, México

## Resumen

Debido a la necesidad de emplear otros antígenos como alternativa en el diagnóstico serológico de paratuberculosis, se evaluó y comparó el antígeno de proteínas de secreción de *Mycobacterium avium* subsp. *avium* (PSMaaD4) con el antígeno comercial PPA-3, la correlación entre ambos métodos fue 0,88 y concordancia del 83%, a 0,3 mg y punto de corte 0,90 Densidad óptica, por lo que PSMaaD4 puede ser un candidato en ELISA.

**Palabras clave:** ELISA. *Mycobacterium avium* subsp. *avium*. Paratuberculosis.

## Introducción

En México los sistemas de producción ovina y caprina son importantes para el sustento de

familias, siendo la paratuberculosis (ptb) un problema en estos rebaños. La ptb es causada por *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (Map), subespecie del género *Mycobacterium*, al igual que *M. avium* subsp. *avium* (Maa) y *M. avium* subsp. *silvaticum* (Mas), donde estos muestran una identidad genética entre 95 a 100%. Debido al alto grado de homología, se han empleado proteínas de Maa como alternativa en el diagnóstico de ptb. Debido a la necesidad de emplear otros antígenos, por la dificultad y los costos de importación de antígenos o disponibilidad de sistemas comerciales, se propone que PSMaaD4 pueden ser usado como una prueba tamiz en el diagnóstico de ptb. El objetivo de este trabajo fue evaluar diferentes concentraciones y su uso en la prueba de ELISA indirecto para el diagnóstico de ptb.



## Material y métodos

Se procesaron 367 sueros (148 ovinos y 219 caprinos, entre 1 y 4 años de edad) de los estados de Querétaro y Guanajuato, con antecedentes bacteriológicos y anatomopatológicos de ptb. Se analizaron en el Laboratorio de microbiología molecular de la USEDICO, el cual pertenece al CEIEPAA de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. Los sueros se mantuvieron a  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta su utilización. Se emplearon controles positivos y negativos no comerciales provenientes de rebaños con diagnóstico previo confirmado mediante histopatología y cultivo bacteriológico.

Para relizar el diagnóstico de ptb, se emplearon proteínas en suspensión de un filtrado de cultivo de Maa cepa D4 (PSMaaD4), de 6 semanas de crecimiento, no inactivado con una concentración de 2 mg/ml de proteína (Productora Nacional de Biológicos Veterinarios, PRONAVIBE). Este antígeno se utilizó a 0,1 mg/ml, 0,2 mg/ml y 0,3 mg/ml para su posterior evaluación empleando el mismo protocolo que para PPA-3. Se establecieron puntos de corte a 0,80, 0,85, 0,90, 0,95 y 1,0. Los resultados fueron contrastados con el antígeno PPA-3, (Lab. Allied Monitor<sup>®</sup>) a concentración de 0,04 mg/ml. Se realizó la lectura en un espectrofotómetro (ELX-800, BIO-TEK Instruments, Inc<sup>®</sup>) y con filtro de 405 nm. Las muestras con densidad óptica (DO) mayor a 0,8 fue considerada positiva.

Se compararon los resultados obtenidos empleando PPA-3 y los de PSMaaD4 a 0,1, 0,2 y 0,3 mg/ml; en tres repeticiones para cada concentración, mediante pruebas de correlación de Sperman y concordancia. También se determinó el Diagnóstico de Referencia Positivo (Di-RP), que establece la consistencia en la obtención de resultados positivos.

## Resultados

Se observó que la correlación de rangos fue mayor entre los Di-RP PPA-3 con 0,3 mg/ml de antígeno PSMaaD4 y punto de corte 0,80 obteniendo un valor de correlación de 0,88 ( $p < 0,001$ ). Mediante pruebas de concordancia se estableció que la mayor

concordancia se observó en con 0,3 mg/ml a un punto de corte de 0,90 a partir de intervalos de confianza al 95%, presentando un valor de Kappa (K) basado en el diagnóstico RP de 0,83, donde  $K = 1$ .

## Discusión

El análisis estadístico mostró concordancia del 83% con la concentración 0,3 mg y punto de corte de 0,90 DO, lo que indica un alto nivel de acuerdo entre ambas pruebas de ELISA, al utilizar el antígeno PPA-3 y PSMaaD4. Si consideramos que el empleo del antígeno PPA-3, es uno de los de mayor uso en diversos países incluyendo México (Castrellón, 2013), PSMaaD4 es una alternativa como antígeno a un menor costo, así como su fácil disponibilidad, ya que es considerado un producto secundario cuando se cultiva Maa. Otra ventaja es su fácil obtención a gran escala en condiciones de laboratorio, sin necesidad de infraestructura e insumos costosos (Costanzo et al., 2012). Sin embargo, se considera necesario establecer la sensibilidad y especificidad del ELISA PSMaaD4 mediante pruebas de validación y estandarización a través de curvas ROC teniendo como referencia al PPA-3, al cultivo bacteriológico o la PCR (Clark Jr et al., 2008).

El presente estudio muestra evidencia sobre el potencial empleo de PSMaaD4 en el diagnóstico de ptb mediante ELISA, ya que aunque en este estudio mostró un valor de concordancia de 0,83, el rango de sensibilidad y especificidad de diferentes pruebas de ELISA que se emplean tiene una variación amplia de sensibilidad y especificidad, dependiendo del antígeno empleado, que oscilan de un 32,5 - 96% y de 70 - 100%, respectivamente (Castrellón, 2013). Consideramos que PSMaaD4 puede ser una alternativa como antígeno en el diagnóstico de ptb mediante ELISA, debido al alto grado de identidad genética de más del 97% entre Maa y Map (Bannatine et al., 2003). Asimismo, si consideramos que la cepa 18 de Map ha sido ya considerada como Maa y por lo tanto, este antígeno PPA-3 ha sido identificado como un derivado crudo de una cepa de Maa y que éste no da resultados menos específicos ni sensibles que otro antígeno derivado de la cepa VRI 316 de Map para detectar anticuerpos contra paratuberculosis (Nielsen et al., 2001).

El presente estudio fue realizado a partir de un banco de sueros y no se contó con muestras de estos animales que permitieran realizar otros estudios, sin embargo muestra la posibilidad del empleo de PSMaad4 como antígeno para el diagnóstico de ptb en cabras y borregos mediante ELISA, que se encuentran en áreas económicamente desfavorecidas.

## Conclusión

Los resultados obtenidos en el presente estudio, permiten recomendar el uso de PSMaad4 como antígeno alternativo en ELISA para el diagnóstico de la ptb y se sugiere como prueba tamiz en lugares donde se desconozca la situación de la enfermedad.

## Agradecimiento

Al Proyecto UNAM-DGAPA-PAPIIT: IT-201118 por el financiamiento otorgado para la realización de este trabajo.

## Referencias

Bannantine JP, Zhang Q, Li LL, Kapur V. Genomic homogeneity between *Mycobacterium avium* subsp. *avium* and *Mycobacterium avium* subsp. *Paratuberculosis* belies their divergent growth rates. BMC Microbiol. 2003;3:10.

Castrellón VE. Expresión de la proteína recombinante P35 de *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis* y su uso en diagnóstico de paratuberculosis en ovinos [tesis de maestría]. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2013.

Clark Jr DR, Koziczkowski JJ, Radcliff RP, Carlson RA, Ellingson JLE. Detection of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis*: comparing fecal culture versus serum enzyme-linked immunosorbent assay and direct fecal polymerase chain reaction. J Dairy Sci. 2008;91(7):2620-7.

Costanzo G, Pinedo FA, Mon ML, Viale M, Gil A, Illia MC, et al. Accuracy assessment and screening of a dairy herd with paratuberculosis by three different ELISAs. Vet Microbiol. 2012;156(1-2):183-8.

Nielsen SS, Houe H, Thamsborg SM, Bitsch V. Comparison of two enzyme-linked immunosorbent assays for serologic diagnosis of paratuberculosis (Johne's disease) in cattle using different subspecies strains of *Mycobacterium avium*. J Vet Diagn Invest. 2001;13(2):164-6.

SANIDAD

## Evidencia de daño hepático producido por la infección experimental de corderos con *Taenia hydatigena*

César Cuenca-Verde, Gabriel Jimarez-Vega, María Guadalupe Prado-Ochoa, Sandra Lizeth Iturbe-Requena, Javier Alejandro Buendía-Jiménez, Marco Antonio Muñoz-Guzmán, Fernando Alba-Hurtado\*

Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán, México

### Resumen

Los adultos de *Taenia hydatigena* se desarrollan en el intestino de perros y sus fases larvarias (metacestodos) se localizan en serosas de cavidad abdominal de rumiantes, equinos y cerdos. La presencia de estos metacestodos es considerada de poca relevancia y son escasos los trabajos recientes sobre parámetros parasitológicos o efectos patológicos de estos en los ovinos. El objetivo fue evaluar la tasa de infección y el daño hepático en corderos infectados experimentalmente con *T. hydatigena*. Se inocularon seis corderos Columbia con 250 huevos de *T. hydatigena*, semanalmente se midieron el número de eosinófilos sanguíneos (ES), niveles séricos de transaminasa glutámico-oxaloacética (TGO) y fosfatasa alcalina (FA). Los corderos fueron sacrificados a los 30 días pos-inoculación para contar el número de metacestodos en cavidad abdominal y buscar lesiones hepáticas. Los corderos mostraron un incremento sostenido de los niveles de ES y FA, que fueron significativos ( $p < 0,05$ ) a partir de la segunda semana pos-infección. La TGO no mostró aumento ( $p > 0,05$ ) durante el experimento. En todos los corderos se observaron metacestodos con distribución variable en omentos e hígado. La tasa de infección promedio fue baja (1,06 %). Se observaron en todos los corderos lesiones hepáticas multifocales fibrosas de 2 - 7 mm. Estos resultados mostraron, que aún con una tasa de infección baja, se produjeron lesiones y alteraciones hepáticas sugestivas de daño metabólico. Futuros estudios permitirán conocer el impacto de estas alteraciones sobre los parámetros productivos de los ovinos. Financiado por PAPIIT-UNAM IN-218018.

**Palabras clave:** *Taenia hydatigena*. Metacestodo. TGO. FA. Eosinófilos.

SANIDAD

# Identificación molecular de virus con tropismo respiratorio en caprinos, ovinos y bovinos de un sistema de producción intensivo mixto

Luis Gómez Núñez<sup>1</sup>, Jazmín De la Luz-Armendáriz<sup>2\*</sup>, Andrés Ernesto Ducoing-Watty<sup>3</sup>, Humberto Ramírez-Mendoza<sup>2</sup>, Alicia Soberón-Mobarak<sup>3</sup>, Eduardo Domínguez-Cabrera<sup>3</sup>, José Francisco Rivera-Benítez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Microbiología Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Ciudad de México, México

<sup>2</sup> Departamento de Microbiología e Inmunología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

<sup>3</sup> Departamento de Medicina y Zootecnia de Rumiantes, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

## Resumen

Las enfermedades respiratorias de origen viral en los rumiantes implican pérdidas económicas y productivas para la producción nacional, se reporta una morbilidad del 60% al 100% y una mortalidad del 20%. Los agentes virales con tropismo respiratorio son el virus respiratorio sincitial bovino (vRSB), virus parainfluenza bovina tipo 3 (vPI3), Herpesvirus bovino tipo 1 (HvBo-1), virus de la diarrea viral bovina (vDVB) y lentivirus de pequeños rumiantes (LvPR). El objetivo de este estudio fue identificar molecularmente los virus asociados al CR en un sistema de producción intensivo en el que co-habitan caprinos, ovinos y bovinos. Se realizó un muestro longitudinal en tres tiempos (semestral), colectando muestras de sangre completa, hisopados nasales (HN), orales (HO) y vaginales (HV) de 10 animales de cada especie. Para la identificación de vRS, vPI3 y el vDVB se empleó ARN previamente extraído, para realizar la prueba de RT-PCR punto final, para la identificación de HvBo-1 y LvPR se utilizó ADN y se realizó una PCR punto final. La frecuencia de HvBo-1 se observó en mayor proporción en las tres especies. La frecuencia de LvPR se presentó únicamente en ovinos y caprinos. Las muestras que presentaron mayor frecuencia de positividad fueron los hisopados orales y nasales. Se confirmó la circulación de vRS, vPI3, vDVB, HvBo-1 y LvPR en los rumiantes evaluados, además se identificó que las muestras de hisopado nasal y oral son de gran utilidad para el diagnóstico. Estos resultados permiten sentar las bases para el estudio epidemiológico de estos virus con el objetivo de conocer el estatus sanitario de las producciones y controlar el decremento en la productividad de los animales.

**Palabras-chave:** Tropismo. Virales. Rumiantes. Respiratorio.

SANIDAD

# Informe de un brote de fiebre catarral maligna asociada con herpesvirus ovino tipo 2 en rumiantes domésticos del altiplano mexicano

Alfredo Pérez Guiot\*, Allan Arturo Páez Trejo, José Alfredo Carranza Velázquez, Alejandra Sánchez Cervantes, Juan Antonio Rodríguez García, Yesmín María Domínguez Hernández, Héctor Basurto Camberos, Adolfo Kunio Yabuta Osorio, Diana Laura Hernández García, Maximiliano Ruíz Olvera, Jorge Luis González Mendoza, Irma Eugenia Candanosa Aranda

Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Animal en Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Tequisquiapan, México

## Resumen

La Fiebre Catarral Maligna (FCM) es una enfermedad fatal de distribución mundial causada por un *Macavirus* de la familia *Herpesviridae* que afecta a ungulados de dedos pares, los dos subgrupos más importantes son el *Herpesvirus Alcelaphine 1* (AIHV-1) y el *Herpesvirus ovino 2* (OvHV-2). FCM está considerada en el grupo 1 según el "Acuerdo mediante el cual se dan a conocer en los Estados Unidos Mexicanos las enfermedades y plagas exóticas y endémicas de notificación obligatoria de los animales terrestres y acuáticos". El estudio se realizó en una granja del altiplano mexicano en el que las especies afectadas fueron borregos, cabras, vacas y ciervos. Los animales presentaron signos y lesiones ulcerativas en menor o mayor grado y fueron muestreadas por CPA, siendo positivos para FCM por pruebas moleculares como ELISA, PCR, RT-PCR y/o aislamiento viral. Se describió la cronología de casos en las distintas especies, así como el efecto de la temperatura (promedio, máxima y mínima) y porcentaje de humedad en la presentación de estos. Las principales lesiones observadas incluyeron:

lesiones ulcerativas, erosivas y/o diftéricas en cavidad oral y tracto digestivo, opacidad corneal, lesiones en pezuñas y/o pliegue interdigital y linfadenomegalia. Este es el primer reporte confirmado de FCM asociado con OvHV-2 en México mediante pruebas moleculares avaladas por la OIE.

**Palabras clave:** Fiebre Catarral Maligna. Herpesvirus. Altiplano mexicano. Rumiantes. Enfermedad exótica.

## Introducción

La fiebre catarral maligna (FCM) es una enfermedad fatal de distribución mundial causada por un *Macavirus* de la familia *Herpesviridae* que afecta a ungulados de dedos pares como: rumiantes domésticos (vacas, ovejas, cabras), salvajes (búfalos, bisontes, ciervos, jirafas, entre otros) y cerdos (O'Toole y Li, 2014). La FCM tiene al menos

10 subgrupos, seis de los cuales se sabe que causan enfermedad de manera natural en las especies que son susceptibles, el nombre del virus va de acuerdo con la especie en la que es considerada “endémica” o portadora; debido a su comportamiento e impacto económico, los dos subgrupos más importantes son el *Herpesvirus Alcelaphine 1* (AIHV-1) y el *Herpesvirus ovino 2* (OvHV-2) (Russell et al., 2009).

Según el “Acuerdo mediante el cual se dan a conocer en los Estados Unidos Mexicanos las enfermedades y plagas exóticas y endémicas de notificación obligatoria de los animales terrestres y acuáticos”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre del 2018, la FCM [*Herpesvirus 2 ovino y caprino / alcelaphine* (AIHV-2)] se encuentra en el grupo 1. Cuando se sospecha de alguna enfermedad vesicular y/o alguna enfermedad de dicho grupo, las dependencias u órganos que deben ser notificadas son: el Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SIVE), la Comisión México-Estados Unidos para la Prevención de la Fiebre Aftosa y otras Enfermedades Exóticas de los Animales (CPA) y/o directamente con el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) (SAGARPA, 2018).

Los objetivos de este trabajo son:

- Informar la presencia de una enfermedad exótica de los animales en México y el procedimiento de notificación ante las autoridades competentes;
- Describir cómo se desarrolló la FCM en diferentes especies de ruminantes y su posible transmisión;
- Describir las lesiones macroscópicas y microscópicas observadas en dichos animales, su gravedad y mortalidad en las diferentes especies de ruminantes.

## Material y métodos

El estudio se realizó en una granja de 186 ha en el altiplano mexicano con clima semiseco templado y sistema de producción semiintensivo. Al mes de agosto del 2018 contaba con 169 bovinos lecheros, 109 bovinos de carne, 271 cabras, 246 borregos y 103 ciervos. Se hizo un estudio cronológico de acuerdo con los casos sospechosos y confirmados por CPA en las especies que presentaron signos

clínicos y lesiones sugerentes de FCM; asimismo, se evaluó la relación de número de casos respecto con la temperatura ambiental (promedio, mínima y máxima) y porcentaje de humedad durante dicho periodo; así como las lesiones más frecuentes por especie.

Durante los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 2018, el personal de la CPA tomó algunas muestras de epitelio, saliva, sangre completa y/o suero de animales de diferentes especies, muestras de órganos (encéfalo, linfonodo, bazo y riñón) de ciervos y cabras con lesiones sugerentes en el estudio *postmortem*, y fueron analizadas mediante pruebas moleculares (ELISA, PCR, RT-PCR y/o aislamiento viral), de acuerdo a los protocolos avalados por la OIE.

## Resultados

El primer caso sospechoso fue el 29 de agosto en un cabrito, siendo confirmado hasta el 4 de octubre en vacas de leche (Figura 1).

El número de casos clínicos de FCM se incrementó conforme avanzó el tiempo, llegando a ser 41 animales afectados (nueve en vacas cárnicas, 21 en ciervos, 10 en borregos y uno en cabras) en noviembre y 35 (borregos), mostrándose un aumento conforme la temperatura y la humedad disminuían hacia diciembre (Figura 2).



- ▲ 29 AGO – Hato introducido (primer caso sospechoso en cabrito)
- 3 SEP – Vacas de leche (confirmado hasta 4 de oct. para FCM)
- ✕ 7 NOV – Ciervos
- + 13 NOV – Vacas de carne
- ★ 15 NOV – Borregos
- ◆ 29 NOV – Cabras

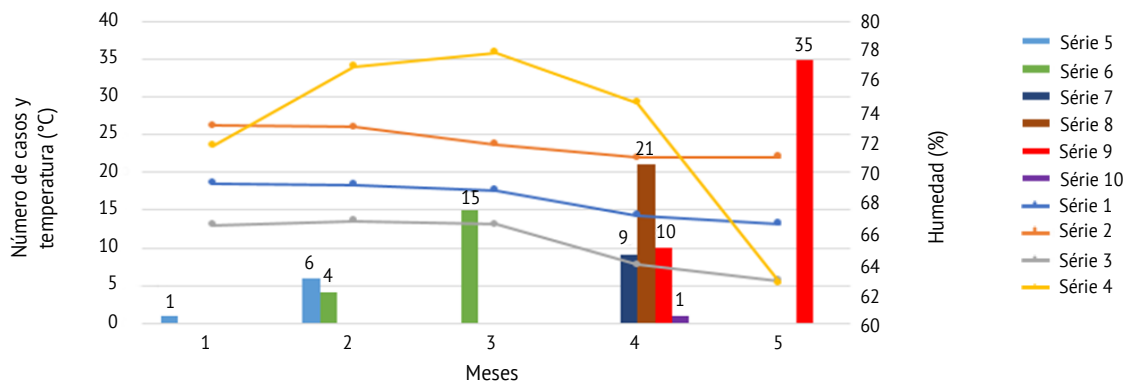
**Figura 1** - Cronología de los casos sospechosos y confirmados de fiebre catarral maligna en las diferentes áreas de la granja. Altiplano mexicano (2018).

De todas las especies, los ciervos murieron a causa de FCM, presentando una mortalidad del 14,43% (14 muertes) en cervatos de 5 meses de edad; también una cabra de 6 meses que presentó hepatitis necrótica asociada con la enfermedad. En las demás especies, la mortalidad no estuvo directamente relacionada con la enfermedad; sin embargo, presentaron lesiones macroscópicas y microscópicas asociadas (Tablas 1, 2 y 3).

La lesión más representativa, que todos los animales tuvieron en común, fueron las úlceras y erosiones en cavidad oral, éstas incluían lengua, paladar, rodete coronario y vestíbulo. En el caso de las cabras y borregos, dichas lesiones fueron de leves a moderadas; en ciervos y vacas fueron de moderadas a graves y abarcaron gran extensión de la cavidad (Figura 3). Los hallazgos macroscópicos encontrados en las necropsias de los ciervos mostraron las siguientes lesiones: pelo opaco, hirsuto y apelmazado, mucosas pálidas, opacidad corneal marcada y conjuntivitis fibrinosa, glositis, palatitis y rumenitis ulcerativas y necróticas, en algunas áreas cubiertas por material fibrinoso (pseudomembranas). Un ciervo, además presentó lesiones similares en retículo y omaso, linfadenomegalia con zonas de necrosis y hemorragias (linfonodos submandibulares, retrofaríngeos, traqueales y ruminales), degeneración mucoide de la grasa pericárdica y esplenomegalia. Los hallazgos microscópicos más relevantes incluyeron: vasculitis necrótica con perivasculitis linfoplasmocítica y linfoblástica con necrosis y lesiones ulcerativas en lengua y rumen; así como linfadenitis necrohemorrágica e hiperplasia linfoide y edema corneal difuso (Figura 4).



**Figura 3** - Fotografías que muestran algunas de las lesiones macroscópicas más representativas de fiebre catarral maligna en las especies de ruminantes. A) Lesiones ulcerativas en la gingiva y en comisura labial de un borrego. Fotografía tomada por Cristian Basilio B) Lesión ulcerativa en comisura labial de una vaca. Fotografía tomada por Allan Páez. C) Opacidad corneal marcada y conjuntivitis fibrinosa en un ciervo. D) Lesión ulcerativa en lengua de un ciervo; al corte transversal, se observa extensa área de necrosis (asterisco). E) Lesión ulcerativa en rodete coronario y paladar de un ciervo.



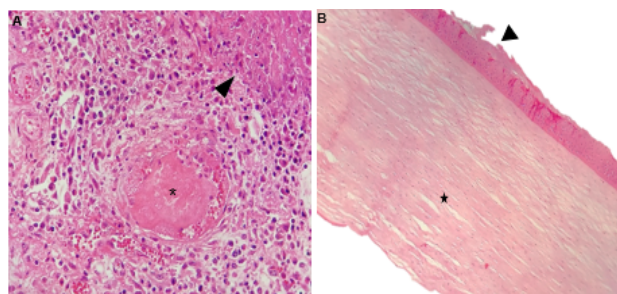
**Figura 2** - Relación de temperatura (promedio, máxima y mínima), humedad y número de casos de fiebre catarral maligna presentados en vacas, borregos, cabras y ciervos (2018).

**Tabla 1** - Especies de rumiantes que presentaron lesiones postmortem sugerentes de fiebre catarral maligna (FCM)

Nº caso	Fecha	Especie (n)	Raza	Sexo	Edad	Causa de muerte
1	29.08.18	Cabra (1)	Saanen	Macho	6 meses	Neumonía bacteriana y enteritis por coccidias
2	17.09.18	Vaca (1)	Cruza	Hembra	4 años	Impactación abomasal
3	8.10.18	Vaca (1)	Limousin	Hembra	4 años	Peritonitis por distocia
4	18.10.18	Borrego (1)	Dorper	Hembra	7 meses	Neumonía bacteriana
5	29.10.18	Borrego (1)	Cruza	Hembra	1.6 años	Paratuberculosis
6	12.11.18	Ciervos (8)	C. Rojo	M/H	5 meses	FCM
7	13.11.18	Ciervo (1)	C. Rojo	Hembra	5 meses	FCM
8	14.11.18	Ciervos (2)	C. Rojo	M/H	5 meses	FCM
9	15.11.18	Ciervo (1)	C. Rojo	Macho	5 meses	FCM
10	15.11.18	Cabra (1)	Alpino F.	Hembra	3 años	Cetosis
11	20.11.18	Cabra (1)	Alpino F.	Hembra	9.6 años	Septicemia por perforación cecal
12	20.11.18	Cabra (1)	Saanen	Hembra	4 años	Clostridiasis y enteritis por coccidias
13	20.11.18	Ciervo (1)	C. Rojo	Macho	NR	FCM
14	20.11.18	Ciervo (1)	C. Rojo	Hembra	NR	FCM
15	23.11.18	Cabra (1)	Saaen	Macho	6 meses	Pancreatitis y hepatitis necrótica posiblemente por FCM

**Tabla 2** - Frecuencia de lesiones macroscópicas representativas de fiebre catarral maligna observadas en necropsias de rumiantes

Especie	Lesiones en cavidad oral	Lesiones lacerativas en compartimentos gástricos	Lesiones ulcerativas en piel	Opacidad corneal	Linfadenomegalia
Vacas	2 / 2	0 / 2	0 / 2	0 / 2	1 / 2
Cabras	5 / 5	1 / 5	2 / 5	0 / 5	1 / 5
Borregos	2 / 2	0 / 2	0 / 2	0 / 2	0 / 2
Ciervos	14 / 14	7 / 14	2 / 14	6 / 14	14 / 14



**Figura 4** - A) Fotomicrografía de lengua donde se muestra vasculitis necrótica con trombosis (asterisco), alrededor presenta infiltrado inflamatorio compuesto por linfocitos y células plasmáticas; así como un área de necrosis coagulativa (punta de flecha). HE (40x); B) Fotomicrografía de córnea donde se muestra erosión del epitelio (punta de flecha) y separación de las fibras de colágeno de la capa estromal por edema (estrella). HE (10x).

**Tabla 3** - Frecuencia de lesiones microscópicas representativas de fiebre catarral maligna observadas en necropsias de rumiantes

Especie	Perivasculitis y vasculitis	Linfadenitis necrótica	Hiperplasia linfoide	Hepatitis necrótica
Vacas	0 / 2	0 / 2	1 / 2	2 / 2
Cabras	3 / 5	1 / 5	2 / 5	2 / 5
Borregos	2 / 2	0 / 2	2 / 2	2 / 2
Ciervos	14 / 14	12 / 14	12 / 14	12 / 14

## Discusión

Este es el primer reporte confirmado de FCM en México mediante pruebas moleculares avaladas



por la OIE. Schunemann et al. (1969) refieren un caso sugerente de FCM en una vaca en México, sin embargo, este no fue confirmado. El procedimiento de notificación cuando se sospecha de alguna enfermedad exótica de los animales en México debe de realizarse a través del SIVE, en este caso se notificó directamente con CPA y SENASICA. Es importante considerar que, al sospecharse de una enfermedad vesicular como fiebre aftosa, las repercusiones económicas que esta tuvo durante el periodo de 1946 a 1955 generó la matanza de 2 millones de animales aproximadamente y pérdidas por hasta 250 millones de dólares (Sánchez et al., 2011). Según O'Toole y Li (2014), la FCM generada por el OvHV-2 es de relevancia económica moderada. Por esto, la importancia en el reconocimiento de las enfermedades exóticas no sólo depende de la intervención de instancias y personas encargadas de la vigilancia, sino del conocimiento por parte del MVZ de las normas, acuerdos y procedimientos a seguir, cuando se sospecha de alguna enfermedad exótica (SAGARPA, 2018).

El rango de distancia entre las diferentes áreas de la granja es de 1 a 2 km; según lo reportado por The Center for Food Security and Public Health (CFSPH, 2008), se ha observado que la distancia mínima para la transmisión de FCM es de 70 m; en un caso se reportó que ocurrió un brote en un bisonte con separación de hasta 5 km de un corral de corderos afectados. Además de la distancia, los aerosoles, el tránsito de personas, los fomites y las medidas sanitarias en cada una de las áreas deben ser considerados. El periodo de incubación varía dependiendo del virus, la especie y otros factores, puede ir de las 2 a 12 semanas, incluso hasta de 9 meses, lo que concuerda con lo observado en este reporte siendo el periodo máximo de presentación entre especies de 4 semanas (3 a 7 de noviembre) (OIE, 2013). Otro factor importante que pudo haber contribuido a la presentación de los casos durante este periodo es el factor ambiental, ya que se observó que las bajas temperaturas durante noviembre y diciembre fueron inversamente proporcionales con el número de casos. Se ha reportado, que este fenómeno es debido a una mejor supervivencia del virus en temperatura frías (CFSPH, 2008), incluso se ha informado que el virus puede sobrevivir hasta 72 horas fuera del hospedero y es inactivado en

ambientes secos, llegando a sobrevivir más de 13 días en ambientes húmedos y fríos (OIE, 2013).

Los ciervos son una de las especies más susceptibles a la infección con FCM, causando la muerte en pocos días sin que los signos se presenten (Foyle et al., 2013). Las lesiones orales están involucradas en la mayoría de los casos de FCM, y se presentan como: lesiones erosivas o ulcerativas en cavidad oral. Dichas lesiones también pueden observarse en esófago y compartimentos gástricos, como se observaron en los ciervos. Otra lesión característica de la enfermedad observada es la linfadenomegalia (Uzal et al., 2016). La perivasculitis mononuclear con vasculitis necrótica y fibrinoide es una lesión microscópica característica de FCM, lo cual debe ser confirmado mediante pruebas moleculares (Schultheiss et al., 2007).

## Conclusión

Se informa la presencia de FCM asociada con OvHV-2 en diferentes especies de rumiantes como: borregos, cabras, vacas y ciervos en el altiplano mexicano, así como la cronología de casos presentados por especie y los principales factores y vías de transmisión a considerar. Se describieron las principales lesiones observadas en las diferentes especies, la gravedad de las lesiones de acuerdo con la especie y la mortalidad que pueden generar en el caso de los ciervos. Se recomienda el informe inmediato a las autoridades en salud animal, aumentar la bioseguridad y restringir el tránsito de personas y movilización de animales de las unidades de producción, en caso de tener animales sospechosos.

## Referencias

- Foyle KL, Fuller HE, Higgins RJ, Russell GC, Willoughby K, Rosie WG, et al. Malignant catarrhal fever in sika deer (*Cervus nippon*) in the UK. *Vet Rec Case Reports*. 2013;1(1):445-7.
- O'Toole D, Li H. 2014. The pathology of malignant catarrhal fever, with an emphasis on ovine herpesvirus 2. *Vet Pathol*. 2014;51(2):437-52.

OIE - World Organisation for Animal Health. Malignant catarrhal fever. 2013 [acceso 2 feb 2019]. Disponible en: <https://tinyurl.com/yy8rr5wd>.

Russell GC, Stewart JP, Haig DM. Malignant catarrhal fever: A review. *Vet J.* 2009;179(3):324-35.

SAGARPA - Acuerdo mediante el cual se dan a conocer en los Estados Unidos Mexicanos las enfermedades y plagas exóticas y endémicas de notificación obligatoria de los animales terrestres y acuáticos. 2018 [acceso 5 feb 2019]. Disponible en: <https://tinyurl.com/yxhyrntg>.

Sánchez JMC, Díaz AMR, Camacho BLV. Una historia de vacunos y vacunas. Retrospectiva de la epizootia de Fiebre Aftosa en México a 65 años de distancia. *Rev Electron Vet.* 2011;12(5 B):1-14.

Schultheiss PC, Van Campen H, Spraker TR, Bishop C, Wolfe L, Podell B. Malignant Catarrhal Fever Associated with Ovine Herpesvirus-2 in Free-ranging Mule Deer in Colorado. *J Wildl Dis.* 2007;43(3):533-7.

Schunemann DAA, Casaubon HMT, Velázquez EA. Fiebre Catarral Maligna (informe de un caso). *Técnica pecuaria*;1969. p. 46-51.

CFSPH. Fiebre catarral maligna. 2008 [acceso 2 feb 2019]. Disponible en: <https://tinyurl.com/y5d9lm83>.

Uzal FA, Plattner BL, Hostetter JM. Alimentary system: Infectious and parasitic diseases of the alimentary tract. In: Maxie G (Ed.). *Jubb, Kennedy, and Palmer's Pathology of Domestic Animals*. 6 ed. vol 2. Philadelphia, PA: Elsevier; 2016. p. 131-6.

SANIDAD

# La integración tradicional de las plantas medicinales con las especies animales de traspatio, en la región de Tecamachalco y Quecholac, Puebla

Roberto Reséndiz Martínez<sup>1\*</sup>, Ruben Herberht Mamani-Cato<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Tecamachalco, Perú

<sup>2</sup> Anexo Experimental Quimsachata, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Lampa, Perú

## Resumen

El uso que las familias rurales le dan al traspatio es para cubrir parte de su alimentación, ingreso económico, uso medicinal, condimento y madera, entre otros. En el traspatio se encuentran especies arbóreas, arbustivas, herbáceas y medicinales, las cuales presentan usos múltiples y están en íntima relación con los animales domésticos como son los ovinos, caprinos, las aves y con la familia, facilitando sus necesidades para satisfacer y apoyar en el tratamiento de las enfermedades. El objetivo de la presente investigación fue el de estudiar la integración de las plantas medicinales con las diversas especies animales de traspatio en la región de Tecamachalco y Quecholac, Puebla, México. El estudio se realizó en la región de Quecholac y Tecamachalco, en donde se entrevistaron 50 familias, representativas del traspatio de investigación. Para recabar la información se utilizó la técnica de entrevista semiestructurada o informal y al mismo tiempo se realizó la observación directa del traspatio y toma de imágenes de las plantas medicinales. El tamaño de la muestra se calculó por muestreo aleatorio simple y se aplicó a 50 traspatios. La caracterización medicinal demuestra el uso tanto en animales de traspatio como en los humanos del epazote (*Dysphania ambrosioides*) para desparasitar y dolores estomacales, la sábila (*Aloe vera*) para desinflamar, humecta y para tratar quemaduras, el cilantro (*Coriandrum sativum*) se utiliza como un digestivo y antiespasmódico, el Pirul (*Schinus molle*) para los dolores en general y para hacer limpias de ovinos y caprinos. La integración de las plantas medicinales demostró la importancia para el traspatio en el mantenimiento y conservación de las plantas y la importancia para las familias al tenerlas, ya que les permite acceder hacia ellas en el tratamiento de procesos infecciosos de los animales y de la familia.

**Palabras clave:** Plantas medicinales. Traspato. Familias.

SANIDAD

# Lameness caused by interdigital pouch infection of a Suffolk sheep and its treatment: case report

Bruno Inácio Correa de Oliveira<sup>1</sup>, Ana Paula Kaminski<sup>2</sup>, Diógenes Adriano Duarte<sup>1</sup>, Rüdiger Daniel Ollhoff<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Post-graduation program of Animal Science, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, Brazil

<sup>2</sup> Internship veterinarian, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, Brazil

## Abstract

Lameness can have different causes. In sheep, most commonly foot rot, trauma, interdigital dermatitis, white line disease, toe abscess, severe claw deformations or even contagious ovine digital dermatitis are implicated. Systemic diseases as the podal form of contagious ecthyma, foot and mouth disease or bluetongue can also cause lameness in sheep. The interdigital pouch, also known as the interdigital gland, in sheep is a tubular structure, like a pipe in lateral view, with an orifice in the cranial aspect of the interdigital cleft, where several sebaceous and apocrine type glands secrete oily substances. These substances not only lubricate the region but also seem to have an important role as trail markers or even intraspecies communication through pheromones. The inflammation of the interdigital pouch is a rare event. In literature, to our knowledge, it was reported only in the African continent. This case report is the first in Brazil describing the interdigital pouch infection, its surgical excision and aims to draw attention to this disease, which could be a challenge for the unexperienced veterinarian.

**Keywords:** Ovine. Interdigital pouch. Surgery.

## Introduction

Lameness in sheep is a multifactorial problem with impact upon the economy of sheep industry and welfare of sheep (Nieuwhof and Bishop, 2005; Green et al., 2012). Several systemic diseases as well as specific claw and limb disorders can cause lameness. The most common systemic diseases which can cause lesions to the claw region are of viral etiology as bluetongue, claw and mouth diseases and the podal form of contagious ecthyma (Behrens et al. 2009; Strobel, 2014). The more common causes of lameness in sheep have specific origins, most frequently located in the claw as trauma due to inadequate environment, foot rot, interdigital dermatitis, white line disease, toe abscess, severe claw deformations and contagious ovine digital dermatitis (Behrens et al. 2009; Winter, 2011; Strobel, 2014). Sheep have in the interdigital cleft of the thoracic and pelvic limbs an orifice opposite to the proximal inter-phalangeal articulation (Awaad et al., 2015), which communicates with a narrow an approximately 1.5 cm long neck, with 0.2 cm in diameter connected to a body of the pouch which ends in a blind sac, with a maximal width of about

0.6 cm. They form the so called interdigital pouch or interdigital sinus. Internally the neck and the body are coated with hairs and viscous material, coming from apocrine and sebaceous gland which secret in this lumen (Karahana et al., 2007; Aslan et al., 2010; Awaad et al., 2015). Because of its location in the interdigital cleft, it is relatively protected by haircoat and skin folds (Awaad et al., 2015), but in arid zones of Nigeria (Bokko et al., 2003) and in Egypt (Egwu et al., 1994; Misk and Misk, 2013) this interdigital pouch may become traumatized or the external orifice obliterated, causing an inflammation, infection and eventually formation of cysts (Egwu et al., 1994; Bokko et al., 2003; Misk and Misk, 2013). Evaluating 5549 sheep Bokko et al. (2003) observed an overall lameness prevalence rate of 18.09 % in which interdigital inflammation ranked fourth (15.9 % of the total cause), after hoof overgrowth, traumatic injuries, and "others" (hygroma, specific arthritis, etc.), that totalized 60 % of the lameness causes. Outside the African continent, there are no reports in the surveyed literature about interdigital pouch infections, which motivated us for this case report description.

## Case report

An adult female sheep, weighing 65kg was referred to the ruminant clinic of Pontifical Catholic University of Paraná in april 2018 with mild lameness. During inspection, the interdigital space of both thoracic limbs presented an increase in volume, with the external interdigital orifice visible (Figure1). The main complaint of the owner was the constant risk of myiasis, which he was treating with repellent sprays (pyrethroid) and the previous treatment with tetracycline without improvement.



**Figure 1** - Arrows pointing at the external orifice of the interdigital pouch. Note the inflamed interdigital space..

The detailed examination revealed some juvenile maggots in the orifice of the right interdigital pouch. Other clinical parameters as heart rate (HR = 72 bpm), respiratory rate (RR = 36 movements per minute), temperature (T) 38.7 °C and ruminal movements (RM = 1 complete in 5 minutes) were not noteworthy. During the stay in the clinic, the ruminal movements improved as the animal became adapted to maize silage and in average HR = 64; RR = 36; T = 38,9 °C. As the problem was of chronic nature (duration longer than 2 weeks) we decide for the radical excision of the infected interdigital pouch. The sheep was sedated with a dosis of 0.05 mg/ kg of xylazine injected with 20 mg/kg of ketamine via i. m. Although this doses has also an anaesthetic effect, we diluted 1 g of ampicillin in 5 ml of lidocaine 2 % and injected it into the dorsal digital vein (anesthesia of Bier) as regional blockade together with local antibiotic therapy. This procedure was adopted as a guaranty that deeper tissues (ligaments, articulation) would not be affected by the infection. In sequence, the area next to the external orifice was shaved and cleaned (Figure 2), the skin disinfected with chlorhexidine soap and the pouch through an unique axial cut sparing the external orifice dissected together with the inflammatory capsule and excised in toto.



**Figure 2** - Interdigital cyst prepared for surgery.

The wound was rinsed with iodine solution 2 % and sutured with single stitch points, leaving a small (~1 cm ) opening at the ventral end of the incision. In this cave a gaze drain was inserted. A protective bandage was applied for the next five days. This drain was removed during the next three days. The left wound healed uneventfully during the next 10 days. On the right limb, the wound has an delayed healing

within 20 days. The first three post-surgical days the sheep received 1.1 mg/kg of flunixin meglumine as anti-inflammatory drug and for five days a dose of 20000 IU of penicillin i.m. once a day. The infected interdigital pouches measured about 3 x 4 cm and were filled with greasy substances and lot of loose hairs. The pouch of the right limb had abscess-like, necrotic alteration of the capsule (Figure 3).



**Figure 3** - Cysts after excision. On the right side opened with purulent abscess (left) and accumulated hairs (right).

After 20 days the animal did not show any gait alteration and was released lame free. Unfortunately the animal's history was not elucidative of the exact cause that could have triggered the development of the interdigital infection and cyst formation. The farm is in a lowland area with a subtropical humid climate, totally different from the arid regions, where these conditions seem to be common (Egwu et al., 1994; Bokko et al., 2003; Misk and Misk, 2013). It is hypothesized by Misk and Misk (2013), that the inflammation of the pouch could be due to consolidation of its secretion or accumulation of wool at its orifice. In the present case, the orifice was open and its secretion together with the inflammatory process attracted flies, which ultimately led to the myiasis. Specially the right pouch presented several small abscesses which would be difficult to heal under conservative treatment. So we advocate for the total excision as used by Misk and Misk (2013) in the case of cyst formation. Probably, under less severe circumstances, a local rinsing procedure associated with a systemic anti-inflammatory treatment could avoid the necessity of total removal of the interdigital pouch. We suppose that this initial mild clinical picture goes unnoticed by the owner. The etiology and risk factors for this infection should be further studied for a better understanding of this unique structure of sheep.

## References

- Aslan K, Kürtül I, Nazli M, Ateş S. Morphologic features of the Interdigital Sinus of the Tuj Sheep. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.* 2010;16(4):623-6.
- Awaad AS, Tawfik MG, Moawad UK, Razek AHA, Abedellaah BA. Morphohistological and surgical anatomy of the sinus interdigitalis in Egyptian native breeds of sheep. *Beni-Suef Univ J Basic Appl Sci.* 2015;4(2):157-66.
- Behrens H, Ganter M, Hiepe T. *Lehrbuch der Schafkrankheiten.* 4 ed. Stuttgart: Parey; 2009. 490 p.
- Bokko BP, Adamu SS, Mohammed A. Limb conditions that predispose sheep to lameness in the arid zone of Nigeria. *Small Rumin Res.* 2003;47(2):165-9.
- Egwu GO, Adamu SS, Ameh JA, Onyeyili PA, Abana SP, Chaudhri SUR, et al. Retrospective, clinicopathological and microbiological studies of interdigital pouch lameness in sheep in an arid zone of Nigeria. *Bull Anim Health Prod Afr.* 1994;42(1):5-11.
- Green LE, Kaler J, Wassink GJ, King EM, Grogono TR. Impact of rapid treatment of sheep lame with footrot on welfare and economics and farmer attitudes to lameness in sheep. *Anim Welf.* 2012;21(Suppl 1):65-71.
- Karahan S, Yildiz D, Bolat D. Scanning electron microscopic features of the ovine interdigital sinus. *Acta Veterinaria Hungarica. Acta Vet Hung.* 2007;55(4):417-24.
- Misk TN, Misk NA. Surgical excision of interdigital pouch and cyst in sheep. *Int J Vet Med Res Rep.* 2013(2013):id187394.
- Nieuwhof GJ, Bishop SC. Costs of the major endemic diseases of sheep in Great Britain and the potential benefits of reduction in disease impact. *Anim Sci.* 2005;81(1):23-9.
- Strobel H. *Klauenpflege Schaf und Ziege.* 2 ed. Stuttgart: Ulmer Verlag; 2014. 148 p.
- Winter AC. Treatment and control of hoof disorders in Sheep and Goats. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2011;27(1):187-92.

SANIDAD

## Orquitis asociada a *Chlamydia* spp. en caprino del estado de Guanajuato, México

Edith Maldonado-Castro<sup>1</sup>, Abel Trujillo-García<sup>1</sup>, María Magdalena Limón-González<sup>2</sup>, Abril Romero-Jarillo<sup>2</sup>, Efrén Díaz-Aparicio<sup>2</sup>, Gilberto Chávez-Gris<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Animal (CEIEPAA), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Querétaro, México

<sup>2</sup> CENID) Salud Animal e Inocuidad, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIFAP), Ciudad de México, México

### Resumen

Las infecciones por *Chlamydia* spp. generan falla reproductiva como epididimitis, prostatitis y orquitis en caprinos. El objetivo fue determinar mediante histopatología, cultivo celular y PCR la causa de orquitis en un caprino. Se remitió un testículo de caprino, Saanen, 9 meses de edad, de un rebaño ubicado en Apaseo el Grande, Guanajuato. Tres meses previos al muestreo, se presentó abortos del 80% de las gestantes y nacimientos prematuros. Solo estaba afectado el testículo izquierdo, mostrando firmeza y aumento de volumen. Se realizó orquiectomía y se colectaron muestras para los estudios bacteriológico e histopatológico; aislándose *Chlamydia* spp. en fibroblastos de ratón L929, visualizado mediante inmunofluorescencia directa con el Kit Oxoid, Imagen™ *Chlamydia*. A partir de este aislamiento se realizó la PCR del espacio intergénico entre 16S y 23S rRNA, amplificando un fragmento de 352 pb para *Chlamydia* spp. A la histopatología, se observó fibrosis y orquitis granulomatosa. Se descartó la presencia de *Brucella melitensis* por medio de la prueba serológica de tarjeta al 3% y por el aislamiento bacteriológico en medio TSA con el suplemento Farrell. Si bien la orquitis granulomatosa puede ser observada en traumatismos, el agente causal fue determinado mediante cultivo celular y PCR; donde posiblemente *Chlamydia* spp. fuese la causa de la falla reproductiva en el rebaño; ya que el macho tiene un rol importante en la transmisión de la enfermedad.

**Palabras clave:** Orquitis. *Chlamydia* spp. Caprino.

SANIDAD

## Parámetros hematológicos en corderos Pelibuey en crecimiento

Gloria E Mendez-Aguila<sup>1</sup>, Luis F Montero de los Santos<sup>1</sup>, Roberto González-Garduño<sup>2</sup>, Nadia F Ojeda-Robertos<sup>1</sup>, Ricardo A García-Herrera<sup>1</sup>, Oswaldo M Torres-Chablé<sup>1</sup>, Alfonso J Chay-Canul<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Villahermosa, México

<sup>2</sup> Unidad Regional Universitaria Sursureste, Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Teapa, México

### Resumen

Al ser la raza Pelibuey de extensa utilización en las producciones del estado de Tabasco es necesario conocer en profundidad los valores de referencia de los principales parámetros hemáticos y bioquímicos sanguíneos, imprescindibles para una buena gestión de la explotación, sanidad y tener la capacidad de diagnosticar afecciones presentes o latentes. El objetivo fue determinar los parámetros hematológicos en corderos Pelibuey clínicamente sanos y libres de nematodos gastrointestinales. El estudio se realizó en 79 corderos machos de 3 - 4 meses de edad en el estado de Tabasco, México. Los animales tenían un peso vivo (PV) de  $20,03 \pm 7,50$  (41,00 - 12,40) kg. Se tomaron muestras de sangre las cuales fueron recolectadas en tubos de EDTA de la vena yugular, estas fueron corridas en una maquina automatizada Medonic CA620/530. Los resultados obtenidos fueron media (intervalos de confianza): Hematocrito (HCT) 36,62 % (35,77 - 37,47); Recuento de glóbulos rojos (RCB)  $11,71 \text{ DE}10^6/\text{UL}$  (11,45 - 11,96) ; Volumen celular medio de glóbulos rojos (MCV) 31,28 fl (30,85 - 31,72); Concentración de Hemoglobina (HGB) 12,02 g/d (11,61 - 12,42); Hemoglobina celular media (MCH) 10,26 pg (9,96 - 10,55); Concentración de hemoglobina celular media (MCHC) 32,95 g/dl (31,95 - 33,95) ; Glóbulos blancos (WBC)  $11,55 \text{ DE}10^3/\text{UL}$  (10,31 - 12,78). Los resultados obtenidos contribuirán a establecer parámetros hematológicos y generar información para evaluar la salud de los corderos Pelibuey criados bajo condiciones del trópico-húmedo en México.

**Palabras clave:** Valores hematológicos. Corderos de pelo. Pelibuey.



SANIDAD

## Parámetros hematológicos en ovejas Pelibuey adultas clínicamente sanas

Diana Laura Rodríguez-Díaz<sup>1</sup>, Roberto González-Garduño<sup>2</sup>, Nadia Florencia Ojeda-Robertos<sup>1</sup>, Ricardo Alfonso García-Herrera<sup>1</sup>, Oswaldo Margarito Torres-Chablé<sup>1</sup>, Alfonso Juventino Chay-Canul<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Villahermosa, México

<sup>2</sup> Unidad Regional Universitaria Sursureste, Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Teapa, México

### Resumen

Los parámetros hematológicos (PHM) son una herramienta importante que ayuda a contribuir al conocimiento de los estados de salud en los animales. También se ha reportado que algunos factores como la edad, la condición corporal (CC) y el estado fisiológico pueden afectar los PHM. Sin embargo en ovinos de pelo como la raza Pelibuey, los PHM no están bien establecidos en sus diferentes estados fisiológicos. Con el objetivo de determinar los parámetros hematológicos (PHM) en borregas Pelibuey, se obtuvieron 86 muestras de sangre de ovejas no gestantes y no lactantes, de 2-3 años de dos a tres partos, clínicamente sanas y libres de nematodos gastrointestinales, con peso vivo (PV) de  $41,24 \pm 5,66$  kg y una condición corporal (escala del 1 al 5) de  $1,76 \pm 0,68$ . Las muestras de sangre fueron analizadas usando un equipo automático (analizador hematológico KX21 SYSMEX). Los resultados de cada variable hematológica fueron evaluados mediante estadística descriptiva para obtener la media  $\pm$  la desviación estándar de cada valor. Los resultados de las evaluaciones mostraron un promedio de eritrocitos totales de  $10,46 \pm 0,98$  (rango: 8 - 13,5  $10^6/\mu\text{L}$ ), hemoglobina  $11,02 \pm 1,09$  (rango: 9 a 14 g/dl), hematocrito  $34,51 \pm 3,27$  (rango: 27 - 45%), volumen corpuscular medio  $32,98 \pm 2,53$  (rango: 28 - 41 fl), hemoglobina corpuscular media  $10,59 \pm 1,05$  (rango: 9 - 15,5 pg), concentración media de hemoglobina corpuscular  $32,23 \pm 2,88$  (rango: 28 - 44 g/dl), plaquetas  $331,92 \pm 69,36$  (rango: 245 - 524  $10^3/\mu\text{L}$ ), el porcentaje de distribución eritrocitaria  $16,99 \pm 1,45$  (rango: 13 - 23%) y el índice absoluto de distribución eritrocitaria de  $22,38 \pm 2,16$  (rango: 15 a 29 fl). Los resultados obtenidos en el presente estudio contribuyen a generar información básica para evaluar la salud de ovejas Pelibuey criadas bajo condiciones del trópico húmedo de México.

**Palabras clave:** Parámetros hematológicos. Ovejas. Pelibuey.

SANIDAD

# Perfil de cepas diarrogénicas de *Escherichia coli* aisladas de borregos muertos en un rastro del Estado de México

Edgar Enriquez-Gómez<sup>1</sup>, Edgardo Soriano-Vargas<sup>1</sup>, Martín Talavera-Rojas<sup>1</sup>, Armando Navarro Ocaña<sup>2</sup>, María Del Rosario Morales Espinosa<sup>3</sup>, Jorge Acosta-Dibarrat<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Toluca, México

<sup>2</sup> Laboratorio de Salud Pública, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

<sup>3</sup> Laboratorio de Genómica Bacteriana, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

## Resumen

Los ovinos sanos son uno de los principales reservorios de serotipos de *Escherichia coli* diarrogénica (ECDA) y es sabida su importancia como causante de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA). El objetivo de este trabajo fue caracterizar los aislamientos de ECDA obtenidos de hisopados rectales y muestras de canal obtenidos de ovinos en un rastro del Estado de México. Fueron obtenidos 159 muestras de hisopados rectales y 162 muestras de hisopado de canal. Los aislamientos de *E. coli* fueron confirmados por pruebas bioquímicas. Se realizó la serotipificación empleando sueros específicos anti-O y anti-H (SERUNAM, México). Se obtuvieron 90 aislamientos identificados bioquímicamente como *E. coli*. Con una frecuencia de aislamientos del 28%, de los cuales 75 fueron aislados del recto y 15 de canal. Fue posible encontrar cuatro patotipos diferentes: 43/47.7%

*E. coli* productor de toxina shiga (STEC), 3/3,3% *E. coli* enteropatógena (EPEC), 2/2,2% *E. coli* entrotóxicígenica (ETEC) y 1/1,1% *E. coli* enteoinvasiva (EIEC). Los serotipos con importancia en salud pública con mayor número de aislamientos fueron: O76:H19 (5), O146:H21 (3), O91:H10 (1), O104:H2 (2), O6:NM (1) y O8:NM (1) que han sido señalados como causantes de diarrea en población humana. Se obtuvieron dos aislamientos del serogrupo O104 de importancia en salud pública en Europa. Estos resultados demuestran la importancia de *E. coli* presentes en heces y canales ovinas como factor de riesgo potencial a la salud pública debido probablemente a contaminación cruzada en el momento de la faena.

**Palabras clave:** *Escherichia coli*. Patotipos. Ovinos. Rastros.

## Introducción

Existen varios patotipos de *E.coli* implicadas en varias enfermedades agrupados en tres síndromes clínicos (productoras de diarrea, uropatogénicas y productoras de meningitis) (Karmali, 1989). Existen 185 grupos de antígenos O reconocidos internacionalmente, denominados O1 a O185. Siendo de notable importancia en la salud pública el O157H:7 el cual es considerado como uno de los principales causantes de Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (ETA) (Orskov y Orskov, 1984). El objetivo de este trabajo es conocer los patotipos presentes en los ovinos procesados en un rastro del Estado de México conjuntamente con los que tengan implicación en la salud pública de México.

## Material y métodos

Se realizó un muestreo por conveniencia en un rastro del Estado de México, considerando una prevalencia del 12,3% y un nivel de confianza del 95 % mediante la fórmula de tamaño de muestra de poblaciones finitas. Fueron recolectadas 159 muestras de hisopados rectales y 162 muestras de canal de borregos durante los meses de septiembre a noviembre del 2017 y enero del 2018. Las muestras fueron trasladadas al Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal de la Universidad Autónoma del Estado de México (CIESA-UAEMex) para la identificación bacteriológica en agar en agar Eosina-azul de metileno (EMB) (SMAC, Beckton Dickinson, USA). Se realizó la identificación fenotípica con pruebas bioquímicas: TSI, LIA, MIO, citrato, sorbitol, urea, rojo de metilo, Voges Proskauer y caldo manitol-rojo de fenol, de acuerdo con lo establecido por la USDA (2015).

Para la identificación de genes de virulencia *vtx1*, *vtx2*, *eae*, *bfp*, *ipah*, *stx* y *lt* por PCR utilizando los cebadores y condiciones descritas por Gunzburg et al. (1995), Kong et al. (2002), Sjöling et al. (2007), Li et al. (2009) y Scheutz et al. (2012).

Para serotipificar los aislamientos se realizó según el procedimiento descrito por Orskov y Orskov (1984). Fueron empleados sueros específicos anti-O

y anti-H (SERUNAM, México) para 185 antígenos somáticos y 56 flagelares

## Resultados

Cuarenta y nueve aislamientos expresaron algún factor de virulencia (FV) de la siguiente manera: STEC 43/47,7%, EPEC 3/3,3%, ETEC 2/2,2% y EIEC 1/1,1% y 41 no expresaron algún FV.

Los aislamientos pertenecen 65 diferentes serotipos O:H. Los serotipos con importancia en salud pública con mayor número de aislamientos fueron: O76:H19 (5), O146:H21 (3), O91:H10 (1), O6:NM (1) y O8:NM (1) (Eslava et al., 1994) que han sido señalados como causantes de diarrea en población humana. Se obtuvieron dos aislamientos del serogrupo O104 de importancia en salud pública en Europa.

## Discusión

En el presente trabajo se pudieron encontrar la presencia de cuatro patotipos productores de Diarrea (STEC, EPEC, ETEC y EIEC) en borregos para consumo humano en otros trabajos de investigación; Navarro et al. (2018) reportan el hallazgo de cinco patotipos (STEC, EPEC, ETEC, EIEC y EAEC) aislados de bovinos en México y Kagambega et al. (2012) lograron encontrar cuatro patotipos (STEC, EPEC, ETEC y EAEC) también en bovinos muertos en rastros de Burkina Faso

Los serotipos con importancia en salud pública O76:H19, O146:H21, O91:H10, O6:NM y O8:NM (STEC) reportados en el presente trabajo; previamente habían sido reportados como causantes de diarrea en la población humana en México (Eslava et al., 1994).

En esta investigación se pudo encontrar dos aislamientos con serotipo O104:H2, perteneciente al serogrupo O104, de importancia en salud pública en Europa, (Alemania en 2013) atribuido al serotipo O104:H4, presente en productos de origen vegetal posiblemente contaminados de aguas con residuos de heces de rumiantes (Mora et al., 2011).

## Conclusión

Fueron encontrados seis serotipos con importancia en salud pública, que han sido reportados como causantes de diarrea en la población humana y que pudieran representar un factor de riesgo por una posible contaminación cruzada en el momento de la matanza.

## Referencias

- Eslava C, Mateo J, Cravioto A. Cepas de *Escherichia coli* relacionadas con la diarrea. En: Giono S, Escobar A, Valdespino JL (Eds.). Diagnóstico de laboratorio de infecciones gastrointestinales. Ciudad de México: Secretaría de Salud; 1994. p. 251.
- Gunzburg ST, Tornieporth NG, Riley LW. Identification of enteropathogenic *Escherichia coli* by PCR-based detection of the bundle-forming pilus gene. *J Clin Microbiol.* 1995;33(5):1375-7.
- Kagambèga A, Martikainen O, Siitonen A, Traoré AS, Barro N, Haukka K. Prevalence of diarrheagenic *Escherichia coli* virulence genes in the feces of slaughtered cattle, chickens, and pigs in Burkina Faso. *Microbiologyopen.* 2012;1(3):276-84.
- Karmali MA. Infection by verocytotoxin-producing *Escherichia coli*. *Clin Microbiol Rev.* 1989;2(1):15-38.
- Kong RY, Lee SK, Law TW, Law SH, Wu RS. Rapid detection of six types of bacterial pathogens in marine waters by multiplex PCR. *Water Res.* 2002;36(11):2802-12.
- Li Y, Cao B, Liu B, Liu D, Gao Q, Peng X, et al. Molecular detection of all 34 distinct O-antigen forms of *Shigella*. *J Med Microbiol.* 2009;58(Pt 1):69-81.
- Mora A, Herrrera A, López C, Dahbi G, Mamani R, Pita JM, et al. Characteristics of the Shiga-toxin-producing enteroaggregative *Escherichia coli* O104:H4 German outbreak strain and of STEC strains isolated in Spain. *Int Microbiol.* 2011;14(3):121-41.
- Navarro A, Cauich-Sánchez PI, Trejo A, Gutiérrez A, Díaz SP, Díaz CM, et al. Characterization of diarrheagenic strains of *Escherichia coli* isolated from cattle raised in three regions of Mexico. *Front Microbiol.* 2018;9:2373.
- Orskov F, Orskov I. Serotyping of *Escherichia coli*. *Methods Microbiol.* 1984;14:43-112.
- Scheutz F, Teel LD, Beutin L, Piérard D, Buvens G, Karch H, et al. Multicenter evaluation of a sequence-based protocol for subtyping Shigatoxins and standardizing Stx nomenclature. *J Clin Microbiol.* 2012;50(9):2951-63.
- Sjöling A, Wiklund G, Savarino SJ, Cohen DI, Svennerholm AM. Comparative analyses of phenotypic and genotypic methods for detection of entero-toxigenic *Escherichia coli* toxins and colonization factors. *J Clin Microbiol.* 2007;45(10):3295-301.
- USDA - United States Department of Agriculture. Detection, isolation, and identification of *Escherichia coli* O157:H7 and O157:NM (nonmotile) from meat products. 2015 [acceso 7 may 2019]. Disponible en: <https://tinyurl.com/y5q2njzk>.

SANIDAD

# Presencia de nemátodos gastroentéricos en ovino Chiapas, manejados bajo un sistema tradicional

Marisela Peralta Lailson<sup>1\*</sup>, María Eréndira Reyes García<sup>1</sup>, Héctor Sánchez Pineda<sup>1</sup>, Adimelda del Carmen Méndez Gómez<sup>2</sup>, Reynol Grajales Zepeda<sup>1</sup>, Lizbeth Wendy Lara Maldonado<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Tuxtla Gutiérrez, México

<sup>2</sup> Centro de Estudios Etnoagropecuarios, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), San Cristóbal de Las Casas, México

## Resumen

El objetivo del presente trabajo fue establecer la presencia de nemátodos gastrointestinales en ovino Chiapas, manejados en un sistema tradicional. Se trabajó con 172 ejemplares del ovino Chiapas en sus tres variedades fenotípicas: (Blanca, Café y Negra). Se evaluó en cada animal la condición corporal (CC) y FAMACHA<sup>®</sup> hematocrito y determinación de proteínas plasmáticas. Se realizó análisis de varianza para la comparación de grupos, correlaciones entre la eliminación de HGH y las variables, manejando tres rangos de acuerdo con la cantidad de eliminación de HGH. La prevalencia de parasitosis fue de 74,42%. La CC fue de 1; no hubo correlación entre CC y la eliminación de HGH; ni entre FAMACHA<sup>®</sup> y eliminación de huevos. Los valores de hematocrito disminuyeron conforme aumenta la carga parasitaria, pero no hubo una correlación entre éste y la eliminación de HGH ( $r = -0,3$  ( $p > 0,05$ )). Las proteínas plasmáticas arrojaron una correlación baja ( $r = -0,3$  ( $p > 0,05$ )). Los nemátodos con mayor presencia fueron *Bunostomum* spp. (60%), *Cooperia* spp. (23%) y *Trichostrongylus* spp. (17%). Se concluye que se encontró una sobredispersión elevada en la eliminación de huevos

por gramo de heces. La condición corporal y FAMACHA<sup>®</sup>, no están necesariamente relacionadas con el grado de parasitosis de los animales, ni tampoco hematocrito y niveles de proteína plasmática.

**Palabras clave:** FAMACHA<sup>®</sup>. Parásitos. Vermes.

## Introducción

La ovinocultura representa una actividad rentable para Chiapas, México donde el objetivo primordial es la producción de la lana utilizando un borrego local el Borrego Chiapas. Esta actividad es básicamente femenina con estrecho vínculo afectivo, mantienen a sus pequeños rebaños en pastoreo y tienen que enfrentar la constante necesidad de controlar a los nemátodos gastroentéricos en sus animales. Sin embargo, a pesar de que se sabe que existe este problema sanitario no se conoce el comportamiento parasitario con lo cual el control

utilizado antiparasitarios, como ha ocurrido con otras herramientas de control de plagas en la producción agropecuaria, ha permitido el desarrollo de mecanismos que les permiten sobrevivir a las drogas comerciales, fenómeno conocido como resistencia a los antiparasitarios (Coles et al., 1992). El objetivo del presente trabajo fue establecer la presencia de nemátodos gastrointestinales en ovino Chiapas, manejados en un sistema tradicional, en los Altos de Chiapas.

## Material y métodos

El presente trabajo se realizó durante el 2018 en el Centro Ovino que administra el CETNO - UNACH, ubicado en el municipio de Teopisca, Chiapas localizado en el Altiplano Central, sus coordenadas son 16°33' N y 92°28' W, la altitud es de 1800 msnm, el clima predominante es templado subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura media anual de 14,9 °C. La precipitación promedio es de 1130 milímetros anuales.

Se utilizaron 172 ovinos Chiapas en sus tres variedades fenotípicas (Blanco, Café y Negro) de 12 rebaños ovinos, manejados de forma tradicional (pastoreo en Rye Grass por 8 horas y encierro nocturno, sin ningún manejo sanitario). A cada animal mensualmente se le evaluó la condición corporal (CC) de acuerdo con lo descrito por Tron (2014); se evaluó del grado de anemia mediante la utilización de la tarjeta FAMACHA® (Milczewski et al., 2003) y se les tomó muestras fecales directamente del recto y muestras sanguíneas directo de la yugular. Las muestras se mantuvieron a 4 °C, hasta su análisis. Las muestras de heces se analizaron mediante la técnica de McMaster y los animales con eliminación de más de 750 huevos por gramo de heces (HGH) se les realizó cultivo larvario mediante la técnica Corticelli-Lai modificada (Reyes et al., 2014) y se fijó la morfología de las larvas determinando los géneros implicados en la parasitosis. Con las muestras de sangre, se le realizó microhematocrito y con el suero obtenido después de realizar el microhematocrito, se determinó la cantidad en gr/dl de proteína plasmática, utilizando un refractómetro (Liéban, 2011). Se calculó la tasa de prevalencia de nemátodos gastroentéricos

en general. Los animales se agruparon de acuerdo a rangos de eliminación de HGH: Rango 1.- 0 -749 HGH, Rango 2.- 750 - 1499 HGH y Rango 3.- 1500 - 11500 HGH. Para el análisis de resultados se utilizó estadística descriptiva y se realizó análisis de variancia de un solo factor (ANOVA) en un diseño completamente al azar para determinar el efecto las variables estudiadas sobre la eliminación de HGH. También se realizó prueba de T de Student y correlaciones entre la eliminación de huevos y las variables estudiadas.

## Resultados

La prevalencia de parasitosis fue de 74,72 %. La eliminación de HGH en la oveja Chiapas, mostraron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) de acuerdo con la variedad fenotípica, siendo la variedad Blanca la que presentó la mayor eliminación de HGH (2065) seguida por la variedad Negra (948 HGH) y la Café (833 HGH). Aunque la eliminación de HGH mostró una sobredispersión, encontrando valores de eliminación de huevos desde 0 hasta 11500 HGH. La mayoría de los animales (63,2%) se encontraron en el primer rango de eliminación de HGH. Seguidas por las del segundo rango (13,2%), dejando el menor porcentaje que son animales con un alto grado de eliminación de HGH (23,7%).

En lo que respecta a CC y FAMACHA®, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0,05$ ), en las tres variedades fenotípicas. La CC se mantuvo en 1 y no se confirmó que existiera una correlación entre la CC y la eliminación de HGH (coeficiente de correlación de  $r = -0,24$  ( $p > 0,05$ )) con lo que se asume que la baja CC no necesariamente está relacionada con el grado de parasitosis. Con respecto a FAMACHA®, los animales con mayor eliminación de HGH mantuvieron una FAMACHA® de 3 y no se correlacionaron estas variables entre ellas ( $r = -0,32$  ( $p > 0,05$ )). En cuanto a los valores de hematocrito, conforme aumenta la carga parasitaria disminuye, numérica, el hematocrito, pero no se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0,05$ ) ni correlación entre estos ( $r = -0,3$  ( $p > 0,05$ )). Los promedios de proteína plasmática fueron de 6,7 gr/dl y de igual manera la correlación entre proteínas plasmáticas y la eliminación de HGH fue

baja ( $r = -0,3$  ( $p > 0,05$ ). Respecto de los géneros de nematodos encontrados fueron: *Bunostomum* spp. (60%), seguido de *Cooperia* spp. (23%) y *Trichostrongylus* spp. (17%).

## Discusión

La sobredispersión encontrada en este trabajo coincide con lo reportado con Medina (2014) quien encontró animales positivos a la excreción de huevos con altas cargas de eliminación, y al mismo tiempo animales negativos a la excreción de huevos en heces. Sin embargo, pocos animales estaban altamente parasitados. La CC no pudo asociarse como un indicador del grado de parasitosis, lo cual coincide con Tron (2014) quienes mencionaron que la condición puede estar asociada a aspectos de tipo nutricional, continua actividad reproductiva en el caso de hembras, problemas de ectoparásitos y otros problemas sanitarios. Igual a lo reportado por Di Loria et al. (2009) se encontró una baja confiabilidad de la tarjeta FAMACHA®, probablemente porque se encuentran altas cargas parasitarias de varios géneros.

Los valores encontrados el hematocrito coincide con lo reportado por Van Wyk y Bath (2002) quienes comentaron que conforme aumenta la eliminación de huevos, el hematocrito disminuye. A diferencia de lo reportado por Liébano et al. (2011), los animales que tuvieron cargas parasitarias altas no mostraron hipoproteinemia. Los géneros encontrados difieren de lo reportado por Nahed-Toral et al. (2003) quienes reportaron, en ovinos Chiapas, la presencia de *Haemonchus* spp., *Trichostrongylus* spp., *Oesophagostomum* spp. y *Chaberta ovina*. La diferencia antes mencionada podría deberse a la diferencia geográfica, a la época de muestreo y al manejo que reciben los animales.

## Conclusión

La tasa de prevalencia fue alta, con una elevada sobredispersión en la eliminación de huevos por gramo de heces. Sin embargo, sólo un bajo porcentaje de animales presentaron la mayor eliminación de HGH. La CC y la FAMACHA®, no

estuvieron necesariamente relacionadas con el grado de parasitosis de los animales. Los valores de hematocrito y de proteínas plasmáticas se mantuvieron dentro de los rangos establecidos como normales, sin depender de la carga parasitaria de los animales. Los problemas parasitarios involucran varios géneros por lo que es importante conocer más a fondo el comportamiento de los nemátodos en esta región.

## Referencias

- Coles GC, Bauer C, Borgsteede FH, Geerts S, Klei TR, Taylor MA, et al. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet Parasitol.* 1992;44(1-2):35-44.
- Di Loria A, Veneziano V, Piantadosi D, Rinaldi L, Cortese L, Mezzino L, et al. Evaluation of the FAMACHA system for detecting the severity of anaemia in sheep from southern Italy. *Vet Parasitol.* 2009;161(1-2):53-9.
- Liébano H, López A, Mendoza P, Aguilar M. Manual de diagnóstico para la identificación de larvas de nemátodos gastrointestinales en rumiantes. México: INIFAP, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria; 2011.
- Medina PP. Establecimiento y evaluación de un programa de desparasitación selectiva en rebaños de ovinos del trópico de Tabasco [tesis de maestría]. Chiapas, México: Universidad Autónoma de Chiapas; 2014.
- Milczewski V, Sotomaior C, Schwartz MG, Barros FIR, Moraes FR, Schmidt PEMS. Evaluación del entrenamiento para la utilización del sistema FAMACHA. Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos; 7-9 mai 2003; Viña del Mar, Chile. Santiago, Chile: Universidad de Chile; 2003.
- Nahed-Toral J, López-Tirado Q, Mendoza-Martínez G, Aluja- Schunemann A, Trigo-Tavera FJ. Epidemiology of parasitosis in the Tzotzil sheep production system. *Small Rumin Res.* 2003;49(2):199-206.

Reyes ME, Sánchez H, Peralta M, Oliva A, Méndez AC, Grajales R, et al. Manual de parasitología en pequeños rumiantes. Tuxtla Gutiérrez, México: Editorial Talleres Gráficos UNACH; 2014. p. 28-41.

Tron JL. Evaluación de la condición corporal en ovejas. Tecnologías para ovinocultores. 2014 [acceso 30 ene 2019]. Disponible en: <https://tinyurl.com/yxbootcd>.

Van Wyk JA, Bath GF. The FAMACHA system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. *Vet Res.* 2002;33(5):509-29.



SANIDAD

# Prevalencia actual de brucelosis caprina en grupos GGAVATT del Estado de Guanajuato, Mexico

María Teresa Montoya-Silva<sup>1</sup>, Enrique Herrera-López<sup>2\*</sup>, José Luis Gutiérrez-Hernández<sup>2</sup>, Erika Gabriela Palomares-Resendiz<sup>2</sup>, Efrén Díaz-Aparicio<sup>2</sup>, Fernanda Gaytán-Carrillo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

<sup>2</sup> CENID Salud Animal e Inocuidad, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (NIFAP), Jiutepec, México

## Resumen

El objetivo del presente trabajo, fue determinar la prevalencia actual de brucelosis en los 22 Grupos Ganaderos de Validación de Transferencia de Tecnología (GGAVATT) de caprinos en el Estado de Guanajuato, en el año 2017. Se trabajaron con 11677 caprinos de los cuales 642 fueron machos reproductores y 11035 hembras mayores de un parto, provenientes de 381 Unidades de Producción (UP), distribuidas en 22 municipios del Estado. Para detectar la presencia de anticuerpos contra brucelosis, se realizaron dos pruebas serológicas, la prueba de tarjeta al 3%, y la prueba de Inmunodifusión radial con hapteno nativo (IDR), esta última se usó como prueba confirmatoria con la finalidad de diferenciar animales vacunados de infectados. De los 11677 caprinos muestreados, se obtuvieron 80 casos positivos a la prueba de tarjeta al 3%, a estas muestras se les realizó la prueba confirmatoria de IDR con hapteno nativo, de las cuales solo 17 resultaron positivos, obteniendo una prevalencia de brucelosis del 0.15% (17/11677) en los

22 GGAVATT de caprinos del Estado de Guanajuato; los 17 casos de caprinos confirmados a brucelosis se encontraron distribuidos en los municipios de Pénjamo 41,17% (7/17), Santa Cruz de Juventino Rosas 35,29% (6/17), Valle de Santiago y Yuriria ambos con el 11,76% (2/17). En relación al sexo del animal con la seropositividad a brucelosis mediante la prueba de IDR, el mayor de los casos fueron hembras, teniendo una frecuencia del 94,12% (16/17), mientras que la de los machos fue del 5,88% (1/17). En conclusión, aunque la seroprevalencia de brucelosis diagnosticada en los 22 GGAVATT es baja (0,15%), se recomienda la eliminación de los animales positivos del rebaño, con la finalidad de evitar el contagio hacia los animales sanos y a los humanos a través del consumo de productos lácteos contaminados, así como la vacunación con Rev-1 (dosis clásica) en cabritas de 3 - 4 meses de edad.

**Palabras clave:** *Brucella melitensis*. Inmunodifusión Radial. Caprinos. Diagnóstico.

## Introducción

Guanajuato destaca por su caprinocultura, parte de su importancia en la producción ganadera nacional yace en su producción láctea. Esta actividad puede ser afectada por problemas relacionados a la sanidad animal, sobre todo con aquellos que producen abortos o disminuyen la calidad e inocuidad de los productos lácteos. Una de las enfermedades más importantes en el país por las pérdidas económicas y los problemas de salud pública que genera es la brucelosis, esta enfermedad es causada por bacterias del género *Brucella*.

Las cabras son el hospedador clásico y natural de *Brucella melitensis*, la especie de este género considerada más virulenta (Díaz et al., 2001), la cual provoca abortos en el último tercio de la gestación, partos prematuros e infertilidad. Su presencia en los rebaños lecheros puede derivar en problemas de salud pública, debido a la ingestión de leche o productos lácteos contaminados no pasteurizados. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar la prevalencia actual de brucelosis en los 22 Grupos Ganaderos de Validación de Transferencia de Tecnología (GGAVATT) de caprinos en el Estado de Guanajuato.

## Material y métodos

Durante el año 2017-2018, se trabajó con GGAVATT de caprinos en los siguientes 22 municipios: San Miguel Allende, Silao de la Victoria, Santa Cruz de Juventino Rosas, Celaya, Irapuato, Tarimoro, Apaseo el Grande, Salamanca, Villagrán, Comonfort, Cortázar, Apaseo el Alto, León, Pénjamo, Salvatierra, Santiago Maravatío, Yuriria, Valle de Santiago, Huanímaro, Cuerámara, Abasolo y Acámbaro.

Se trabajó con 11677 caprinos de 381 Unidades de Producción (UP) del Estado de Guanajuato. Se muestrearon a todos los machos que se mantuvieron como sementales y a todas las hembras de al menos un parto, obteniendo así 11035 muestras de hembras y 642 de machos reproductores. Las muestras de sangre se obtuvieron mediante venopunción en la yugular, con agujas calibre 21 G y con tubos sellados al vacío sin anticoagulante. Una

vez obtenidas las muestras se centrifugaron a 839 Xg por 10 minutos, el suero obtenido se conservó en alícuotas de 2 ml en micro tubos y se almacenaron a -20 °C en el Laboratorio de Enfermedades de los Pequeños Rumiantes del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Microbiología Animal-INIFAP, en donde se realizó el diagnóstico serológico de brucelosis.

Para la detección de anticuerpos contra *Brucella* spp. en los sueros obtenidos, se empleó la Prueba de Tarjeta al 3% (PT - 3%) como prueba tamíz, según lo establecido en la NOM-041-ZOO-1995. Esta prueba utiliza como antígeno una suspensión de *Brucella abortus* cepa 1119-3 en una concentración del 3%, amortiguada a un pH 3,5 ± 0,05 y teñida con Rosa de Bengala. Para su realización, los sueros fueron confrontados con el antígeno siguiendo lo descrito en la literatura (Díaz et al., 2001).

A los sueros que resultaron positivos a la PT - 3%, se les realizó la prueba de Inmunodifusión Radial (IDR) con hapteno nativo (HN). Esta prueba fue usada como un método de confirmación debido a que tiene la capacidad de diferenciar a aquellos animales con infección natural de los que han sido previamente vacunados contra la enfermedad. En esta prueba el HN se incluye en un gel de agarosa en el cual se perforan pocillos en los que se colocan las muestras de suero, aquellos que producen un halo de precipitación alrededor debido a una reacción antígeno-anticuerpo son considerados positivos (Díaz et al., 2001).

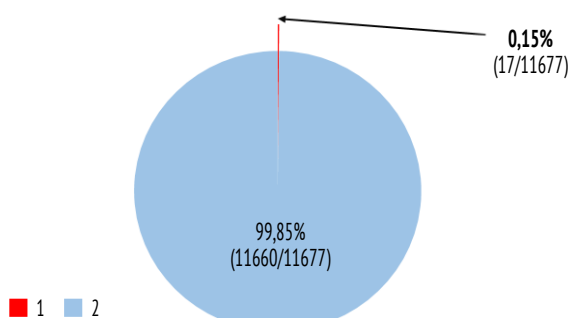
Para determinar la seroprevalencia en porcentaje de brucelosis, se empleó la fórmula: seroprevalencia = (número de animales seropositivos ÷ total de animales muestreados) \*100.

## Resultados y discusión

Al realizar la prueba tamiz (PT - 3%) a la totalidad de los sueros, se obtuvo una prevalencia inicial de brucelosis del 0,69% (80/11677). Un estudio realizado por Flores, 2017, en el mismo estado, reporta una frecuencia a la enfermedad del 7,60% en 5555 animales muestreados. Con la misma prueba diagnóstica, Román-Ramírez et al. (2017) reportaron una prevalencia del 18,18% en la zona centro del estado de Veracruz. La PT- 3% por sí

sola no es capaz de distinguir entre los anticuerpos producidos por la vacunación con Rev-1 de los producidos por una infección natural en las cabras, además, existe el riesgo de dar resultados falsos positivos por reacciones cruzadas con bacterias Gram negativas como *Francisella tularensis*, *Escherichia coli* O:157 y O:116, *Salmonella* spp. y especialmente *Yersinia enterocolitica* serotipo O:9, ya que la cadena O del LPS-S es idéntica a la de *Brucella* spp. (Chenais, 2012). La baja especificidad de esta prueba puede relacionarse con la marcada discrepancia entre los resultados obtenidos en este trabajo y los reportados por otros autores, sin embargo, cabe destacar que existen otros factores que pueden influir en la diferencia de los resultados, por citar algunos, la ubicación geográfica de las UP, el manejo sanitario empleado en cada una de ellas, el tipo de sistema de producción, entre otras.

Mediante la confirmación con la prueba de IDR a los sueros que resultaron positivos a la PT - 3%, se obtuvo una prevalencia final de brucelosis del 0,15% (17/11677) en el total de las muestras analizadas (Figura 1). La IDR tiene la capacidad de diferenciar anticuerpos pos-vacunales de los producidos por una infección natural debido a que el antígeno usado para la prueba, el hapteno nativo, es intracelular y solamente una exposición prolongada de *Brucella* al sistema inmune, como la que ocurre en una infección de campo, promueve la producción de anticuerpos contra este antígeno (Miranda et al., 2006). Esta característica hace a la prueba de IDR un método altamente específico, convirtiéndolo en una prueba serológica altamente recomendada para el diagnóstico de la brucelosis en los animales.



**Figura 1** - Prevalencia de brucelosis mediante la prueba confirmatoria de IDR en rebaños caprinos de 22 GGAVATT del Estado de Guanajuato.

Los 17 casos de caprinos confirmados a brucelosis se encuentran distribuidos en los municipios de Pénjamo 41,17% (7/17), Juventino Rosas 35,29% (6/17), Valle de Santiago 11,76% (2/17) y Yuriria 11,76% (2/17). Flores (2017) reportó una seropositividad a la brucelosis mediante la prueba de IDR del 0,52%. En dicho trabajo, al igual que en el presente estudio, el municipio de Pénjamo presentó el mayor número de casos positivos en caprinos. Román-Ramírez et al. (2017) utilizaron también a la IDR como prueba confirmatoria, reportando una prevalencia de brucelosis del 0,52% en la zona centro del Estado de Veracruz. En los estudios antes mencionados, al igual que en este trabajo, se refleja una disminución en la frecuencia de brucelosis luego de la confirmación de casos positivos a PT - 3% mediante la IDR. Esta disminución en la frecuencia puede estar asociada a que, en los rebaños considerados para este estudio, siguen un programa de prevención contra la enfermedad usando la vacuna Rev-1, la cual provoca que se produzcan anticuerpos que reconocen algunos de los componentes más superficiales de la membrana celular como el LPS de *Brucella* spp., persistiendo por más de ocho meses y siendo detectables mediante la PT - 3% y la prueba de FC (Flores, 2017).

## Conclusión

Se encontró una prevalencia de brucelosis baja (0,15%), en los 22 GGAVATT de caprinos en Guanajuato. Se recomienda la eliminación de los animales positivos del rebaño, con la finalidad de evitar el contagio hacia los animales sanos y a los humanos a través del consumo de productos lácteos contaminados, así como la vacunación con Rev-1 (dosis clásica) en cabritas de 3 - 4 meses de edad.

## Agradecimientos

Proyecto parcialmente financiado por Fundación Guanajuato Produce A.C: FGP 636/15 "Establecimiento de una estrategia integral para la prevención y control de las principales enfermedades que afectan a caprinos en el Estado de Guanajuato"

## Referencias

Chenais E, Bagge E, Lambertz ST, Artursson K. *Yersinia enterocolitica* serotype O:9 cultured from Swedish sheep showing serologically false-positive reactions for *Brucella melitensis*. Infect Ecol Epidemiol. 2012;2.

Díaz AE, Hernández AL, Valero EG. Diagnóstico de brucelosis animal. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; 2001.

Flores P, Herrera E, Palomares G, Díaz E. 2017. Detección de anticuerpos contra brucelosis y leptospirosis en las principales zonas caprinas en el Estado de Guanajuato. XLIV Reunión Científica AMPA - Clima y Ganadería: Productividad Sustentable; 6-8 sep 2017; Tuxtla Gutiérrez, México. Tuxtla Gutiérrez: Universidad Autónoma de Chiapas; 2017. p. 417-20.

MirandaEG, Andrade LH, Aparicio ED. Prueba de Inmunodifusión radial con hapteno nativo para diferenciar bovinos con revacunaciones repetidas con la cepa S19 de *Brucella abortus*. Téc Pecu Méx 2006;44(2):269-76.

Román-Ramírez DL, Martínez-Herrera DI, Villagómez-Cortés JA, Peniche-Cardena AEJ, Morales-Álvarez JF, Flores-Castro R. Epidemiología de la brucelosis caprina en la zona centro del Estado de Veracruz. Gac Med Mex. 2017;153:26-30.

SANIDAD

# Prevalencia de *Chlamydia abortus* en rebaños caprinos de Guanajuato, México

Xochitl García-López<sup>1\*</sup>, Enrique Herrera-López<sup>2</sup>, Oscar Rico-Chávez<sup>1</sup>, Jorge Tórtora-Pérez<sup>1</sup>, Efrén Díaz-Aparicio<sup>2</sup>, Erika Gabriela Palomares-Resendiz<sup>2</sup>, José Luis Gutiérrez-Hernández<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Querétaro, México

<sup>2</sup> CENID Salud Animal e Inocuidad, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIFAP), Ciudad de México, México

## Resumen

El objetivo del presente trabajo fue realizar el diagnóstico serológico de anticuerpos contra *Chlamydia abortus* y hacer una descripción de su distribución geográfica en el estado de Guanajuato. Se obtuvieron en total 1307 muestras serológicas provenientes de 372 unidades de producción (UP) distribuidas en 14 municipios; los criterios de inclusión al estudio fueron hembras con signos clínicos a clamidiasis como el aborto y la queratoconjuntivitis; hembras con al menos un parto, clínicamente sanas que conviven con hembras abortadas; y sementales que pertenecen a estos rebaños. Las muestras se analizaron con una prueba comercial de ELISA indirecta; se realizó un análisis estadístico para determinar las prevalencias reales e intervalos de confianza, de acuerdo a la prueba utilizada con una sensibilidad del 80% y especificidad del 99.5%. Se determinó una prevalencia serológica del 31,5% de caprinos con anticuerpos contra *Chlamydia abortus* en el estado de Guanajuato; las hembras con antecedente de aborto y queratoconjuntivitis, se encontró una prevalencia del 46,62%; en hembras con al menos un parto, clínicamente sanas y que conviven con hembras

abortadas fue del 27,13%; y en sementales que pertenecen a estos rebaños se encontró una prevalencia del 22,87%. Por todo lo anterior, se concluye que las principales zonas caprinas de Guanajuato, existe una alta prevalencia de clamidiasis, siendo los municipios de Comonfort, Huanímaro y Valle de Santiago, los que presentan el mayor número de casos de caprinos seropositivos a *Chlamydia abortus*.

**Palabras clave:** Clamidiasis. Caprinos. Abortos. Diagnóstico.

## Introducción

El Aborto Enzótico de los Pequeños Rumiantes (AEPR) es una enfermedad de distribución mundial causada por la bacteria *Chlamydia abortus*, que se caracteriza por causar abortos en las últimas dos a tres semanas de la gestación, o el nacimiento de crías muertas o enfermas

que mueren dentro de los primeros días de vida (Oseikria, 2016). Una vez que sucedió el aborto, las hembras crean inmunidad hasta por tres años y sus partos siguientes son normales, pero con una gran excreción del agente (Rodolakis et al., 2015). A pesar de que oficialmente es endémica en el país desde hace tres años, hay trabajos en los que se ha encontrado rebaños con anticuerpos contra la bacteria desde tiempo atrás (Campos-Hernández et al., 2014; Díaz et al., 2015).

En el área de salud, el desconocimiento sobre las enfermedades que llega a padecer los caprinos es muy grande, limitándose a creer que sólo *Brucella*, por ser la única campaña en caprinos, es el único padecimiento que nos puede causar enormes pérdidas dentro de las producciones, sin tener herramientas de diagnóstico frente a otros agentes infecciosos y por este diagnóstico incorrecto, el tratamiento tampoco es efectivo y los problemas siguen presentándose; por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue determinar mediante el diagnóstico serológico la prevalencia de *Chlamydia abortus* en rebaños caprinos de Guanajuato.

## Material y métodos

El presente estudio se realizó en 372 unidades de producción pecuaria (UPP), distribuidas en 14 municipios del estado de Guanajuato. Los criterios de inclusión al estudio fueron hembras con signos clínicos de clamidiasis (aborto, queratoconjuntivitis); hembras con al menos un parto, clínicamente sanas y que conviven con hembras abortadas; sementales que pertenecen a estos rebaños. Las muestras de sangre se tomaron en tubos al vacío sin anticoagulante y fueron identificadas con número de individuo, edad, raza, sexo y presentación clínica; se transportaron en refrigeración para ser procesadas en el CENID-Salud Animal e Inocuidad del INIFAP en la Ciudad de México. Con el suero se realizó la prueba de ELISA indirecta, con el kit comercial ID Screen® *Chlamydia abortus* Indirect Multi-species, siguiendo las especificaciones del fabricante, la lectura de las placas se hizo en un lector de ELISA RT-2100C Microplate Reader, con una longitud de onda de 450 nm; una vez obtenidas las densidades ópticas,

se calculó el porcentaje de positividad mediante la siguiente fórmula:

$$S/P\% = \frac{DO_{\text{muestra}} - DO_{\text{CN}}}{DO_{\text{CP}} - DO_{\text{CN}}} \times 100$$

Dónde: DO = densidade óptica, CN = control negativo y CP = control positivo. El resultado fue considerado negativo para  $S/P\% \leq 50\%$  y positivo para  $S/P\% \geq 50\%$ .

Se realizó un análisis estadístico de tipo descriptivo para determinar prevalencia serológica e intervalos de confianza de la prueba utilizando una sensibilidad del 80% y especificidad del 99,5% reportada por Yin et al. (2014), con la calculadora electrónica WinEpi de la Universidad de Zaragoza.

## Resultados

De las 1307 muestras obtenidas, distribuidas en 14 municipios, se obtuvo una prevalencia de *Chlamydia abortus* del 31,52%; siendo los municipios de Comonfort, Huanímaro y Valle de Santiago los de mayor prevalencia (Tabla 1).

**Tabla 1** - Principales municipios de Guanajuato con mayor prevalencia de anticuerpos contra *Chlamydia abortus*

Municipio	Muestras Positivas	Muestras Totales	Prevalencia Serológica (%)
Pénjamo	52	173	37,18
Salvatierra	22	72	37,81
Acámbaro	36	109	40,92
Villagrán	32	85	46,73
Valle de Santiago	39	103	47,00
Huanímaro	15	39	47,75
Comonfort	20	46	54,06
Total	334	1307	31,52

En cuanto a las hembras con signos clínicos de clamidiasis como aborto y queratoconjuntivitis, se encontró una prevalencia del 46,62%. En hembras con al menos un parto, clínicamente sanas y que

conviven con hembras abortadas fue del 27,13%. Y en sementales que pertenecen a estos rebaños se encontró una prevalencia del 22,87% (Tabla 2).

**Tabla 2** - Prevalencia serológica de anticuerpos contra *Chlamydia abortus* por grupo

Grupo	Total (n)	Positivos	Prevalencia serológica	IC <sub>95%</sub>
1	410	154	46,62	41,79; 51,45
2	367	81	27,13%	22,58; 31,68%
3	530	99	22,87%	19,29; 26,44%

Nota: Grupo 1 = hembras abortadas y con queratoconjuntivitis; Grupo 2 = hembras sanas que conviven con cabras abortadas; Grupo 3 = sementales que conviven con cabras abortadas.

## Discusión

El grupo de las hembras abortadas y con queratoconjuntivitis presentaron una prevalencia 46,6%, mayor a lo reportado por Campos-Hernández et al. (2014), que fue de 4,8%, también en cabras abortadas en Guanajuato. Romero et al. (2011) encontraron prevalencias menores en Puebla, Guerrero, Baja California Sur, Comarca Lagunera, Tlaxcala y San Luis Potosí, siendo de 0,8%, 4%, 5%, 7,3%, 10% y al 11% respectivamente en cabras con antecedente de aborto. Sin embargo, la prevalencia obtenida en este estudio es muy similar a lo reportado por Sultana (2015) en la ciudad de Punyab, en India que fue diagnosticada en el 49,1% en cabras abortadas. Campos-Hernández et al. (2014) también mencionan que la gran variabilidad entre sus resultados y otros pueden estar influenciados por factores como el tipo de técnica diagnóstica empleada, la época en la que se realiza el muestreo, el tiempo de la gestación, entre otros.

En cuanto a los sementales, en los que se encontró una prevalencia de 22,8% a *Chlamydia abortus*, fue menor que la prevalencia de las hembras (37,4%), lo que coincide con Esmaeili et al. (2015), donde la prevalencia de las hembras fue significativamente mayor a los machos, de 27,2% y 11,3% respectivamente. La prevalencia de *Chlamydia abortus* del 31,52% en el estado

de Guanajuato es mayor a la reportada en otros trabajos, como la reportada por Campos et al. (2014) y Díaz et al. (2015) quienes reportaron 4,87% y 9,6% respectivamente, también en granjas de Guanajuato. Pero es aún más alarmante que esta prevalencia es de las más altas a nivel nacional, pues Callejas-García (2017) reportó una prevalencia de 5,9% en el estado de Veracruz. En estos municipios con la prevalencia más alta, los caprinocultores no llevan a cabo prácticas de medicina preventiva tan específicas como en otros municipios más experimentados, lo que podría explicar una alta incidencia de seroreactores.

## Conclusión

En las principales zonas caprinas de Guanajuato, existe una alta prevalencia de clamidiasis, siendo los municipios de Comonfort, Huanímaro y Valle de Santiago los que presentan el mayor número de casos de caprinos seropositivos a *Chlamydia abortus*.

## Referencias

- Callejas-García SA. Estudio epidemiológico de la clamidiasis caprina en la zona centro del estado de Veracruz [tesis de maestría]. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2017.
- Campos-Hernández E, Vázquez-Chagoyán JC, Salem AZ, Saltijeral-Oaxaca JA, Escalante-Ochoa C, López-Heydeck SM, et al. Prevalence and molecular identification of *Chlamydia abortus* in commercial dairy goat farms in a hot region in Mexico. *Trop Anim Health Prod.* 2014;46(6):919-24.
- Díaz JCM, Aparicio ED, López EH, Güemes FS, Ochoa CE, Villarreal SJ, et al. Aislamiento de *Chlamydia abortus* en rebaños caprinos lecheros y su relación con casos de aborto en Guanajuato, México. *Vet Mex OA.* 2015;2(1):1-11.
- Esmaeili H, Bolourchi M, Mokhber-Dezfouli MR. Seroprevalence of *Chlamydia abortus* infection in sheep and goats in Iran. *Iran J Vet Med.* 2015;9(2):73-7.

Oseikria M, Pellerin JL, Rodolakis A, Vorimore F, Laroucau K, Bruyas JF, et al. Can *Chlamydia abortus* be transmitted by embryo transfer in goats? *Theriogenology*. 2016;86(6):1482-8.

Rodolakis A, Laroucau K. *Chlamydiaceae* and chlamydial infections in sheep or goats. *Vet Microbiol*. 2015;181(1-2):107-18.

Romero FA, Reynoso BA, Bibriesca E, Diaz EA. Estudio epidemiológico de las principales enfermedades bacterianas que afectan a los caprinos en México - Resultados preliminares. XXVI Reunión Nacional Sobre Caprinocultura Querétaro; 5-8 oct 2011; Juriquilla, México. Juriquilla: Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro; 2011.

Sultana R. Serological and molecular studies on infectious abortions in ovine and caprine in Punjab [tesis de maestría]. Ludhiana, India: Guru Angad Dev Veterinary and Animal Sciences University; 2015.

Yin L, Schautteet K, Kalmar ID, Bertels G, Van Driessche E, Czaplicki G, et al. Prevalence of *Chlamydia abortus* in Belgian ruminants. *Vlaams Diergeneeskd Tijdschr*. 2014;83:164-70.



SANIDAD

# Prevalencia de nematodos gastroentericos por cantidad de huevos por gramo de heces en ovinos

Mayella Monzerrath Aguilar Aguilar, Zindy Pérez González, Héctor Sánchez Pineda\*, María Eréndira Reyes García, Marisela Peralta Lailson, Reynol Grajales Zepeda

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Tuxtla Gutiérrez, México

## Resumen

Se evaluaron mensualmente 600 ovinos de raza Pelibuey y Black Belly en una unidad de producción ovina, ubicado en el municipio de Suchiapa, Chiapas, durante dos épocas (secas y lluvia), comprendidas de Enero a Septiembre, con el objetivo de determinar la prevalencia de nematodos gastroentéricos y cantidad de huevos por gramo de heces. Esto se realizó por la observación del grado FAMACHA, la condición corporal (CC) y cantidad de huevos por gramo de heces (hpg). Los animales con FAMACHA de 3 a 5 y CC de 1 a 2 se les tomaba muestra de heces directo del recto, posteriormente se llevaron al laboratorio para realizar la prueba de Mc Master. Se determinó prevalencia absoluta con el factor época del año, prevalencia relativa con los factores raza, época del año y los meses y prevalencia alta y leve con el factor raza, época del año, meses y total de población muestreada. Se observó que no hay efecto en la época del año, raza y meses en la cantidad de huevos por gramo. La prevalencia absoluta mostró que en época de seca hay mayor número de animales con  $\geq 750$  hpg de heces y menor en época de lluvias. El factor raza y época del año no hubo efecto en prevalencia alta y leve. En el total de ovinos muestreados se presentó mayor número de animales resilientes que susceptibles y resistentes.

**Palabras clave:** Nematodiasis gastroentérica. Famacha. Condición corporal. Resiliente. Susceptible.

## Introducción

Entre las enfermedades parasitarias de mayor importancia en los ovinos se encuentra la nematodiasis gastroentérica. Esta es una enfermedad debida a la presencia y acción de varios géneros de nematodos en el tracto gastrointestinal, repercutiendo negativamente en la eficiencia biológica y económica del rebaño ovino, produciendo retraso en el crecimiento, desnutrición, baja conversión alimenticia, pérdida de apetito, bajos índices de fertilidad y en algunos casos muertes en animales jóvenes.

Con la finalidad de contrarrestar los efectos negativos de los NGE, se han utilizado los antihelmínticos de manera indiscriminada para alcanzar un buen estado de salud de los animales, pero desafortunadamente por el uso excesivo y

continúo, se ha desarrollado una resistencia hacia estos productos (Torres-Acosta et al., 2009; Medina et al., 2014). El objetivo del trabajo fue determinar la prevalencia de nematodos gastroentéricos y cantidad de huevos por gramo de heces (hpg), durante dos épocas del año, en ovinos de raza Pelibuey y Blackbelly en una unidad de producción comercial.

## Material y métodos

El trabajo se realizó en el rancho "Lomas de San Rafael" en el municipio de Suchiapa del estado de Chiapas, México. El clima predominante es el cálido subhúmedo y la vegetación es de selva baja. Suchiapa está situada a 16° 37' 30" latitud norte y 93° 6' 0" longitud oeste, a una altitud de 500 m sobre el nivel del mar y con una precipitación pluvial de 956 mm anuales (INEGI, 2008).

Se utilizaron 600 ovejas adultas, en pastoreo, de las razas Blackbelly y Pelibuey, las cuales fueron ovejas vacías, inicio de gestación y en empadre, a las cuales, mensualmente (enero - septiembre de 2017), se determinó a qué animales se les tomó muestra de heces, en base a la evaluación de su condición corporal (1 y 2) y grado de FAMACHA® (4 y 5), las que se trans-portaron en una hielera a una temperatura de 5 °C hasta el Laboratorio de Biotecnología de Pequeños Rumiantes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chiapas, donde se realizaron pruebas de McMaster y se determinó la cantidad de huevos por gramo de heces.

Las variables de estudio fueron: determinación de la cantidad de huevos por gramo de heces (HPG), por época (secas y de lluvias) y por raza.

Determinación de la prevalencia se realizó en base a la cantidad de HPG, dividiéndose en leve y alta, por época (secas y de lluvias) y raza, calculándose de la siguiente manera (Ensunch-Hoyos et al., 2014):

$$\text{prevalencia leve} = \frac{\text{n. de animales con 50 a 700 HP}}{\text{total de animales}} * 100$$

$$\text{prevalencia alta} = \frac{\text{n. de animales con } \geq 750 \text{ HPG}}{\text{total de animales}} * 100$$

La prevalencia, leve y alta, se evaluó por medio de Chi cuadrada en tablas de contingencia de 2 x 2 para época y raza (Little y Hills, 2008).

## Resultados y discusión

La prevalencia absoluta (Tabla 1) de los meses de época de seca resulto más alta que en la época de lluvias, encontrando diferencia significativa ( $p < 0,05$ ), que es similar a los resultados del trabajo de Arece, 2007 quien encontró una tendencia estacional de las infestaciones parasitarias en los ovinos, en la cual los mayores niveles de infestación se presentan en los meses del Periodo poco lluvioso (noviembre a mayo). Este comportamiento pudiera ser la consecuencia de la interacción de diferentes factores y los de mayor peso parecen ser los relacionados con el estado nutricional de los rebaños, asociados con la disminución de la disponibilidad y calidad de los pastizales, que se hace crítica en ese período.

**Tabla 1** - Prevalencia alta por época del año

Época del año	Número de animales con $\geq 750$ HPG	Población total	Prevalencia (%)
Época de secas	46	600	7,7 <sup>a</sup>
Época de lluvias	13	600	2,17 <sup>b</sup>

Nota: Literales diferentes en columna hay diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ).

En la época de secas se presentó 54,8% de prevalencia leve y en la época de lluvia de 41,7%. En prevalencia alta se obtuvo 12,07% en la época de seca y en la época de lluvia 8,3%, no encontrando diferencia estadística ( $p > 0,05$ ).

En el total de ovejas muestreadas a lo largo de los nueve meses (Tabla 2), la prevalencia leve es de 69,5% y la prevalencia alta es de 10,4%, los animales que no presentaron huevos por gramo fue de 19,4%, se encontró diferencia significativa en estas tres variables ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 2** - Prevalencia leve y alta en las ovejas muestreadas

	N. de animales	Total muestreados	Prevalencia (%)
50 - 700 HPG	375 <sup>a</sup>	539	69,5
≥ 750 HPG	59 <sup>b</sup>	539	10,9
SIN HPG	105 <sup>c</sup>	539	19,4

Nota: Literales diferentes en columna hay diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ).

Por raza, la Pelibuey presentó 51,2% (210 de 412 ovejas) de prevalencia leve, mientras que la Blackbelly 54,3% (66 de 127). En prevalencia alta, la raza Blackbelly presentó 7,8% (10 de 127 ovejas), y la raza Pelibuey de 11,8% (49 de 412) no encontrando diferencia significativa entre las razas ( $p > 0,05$ ). Resultados similares obtuvieron Ruiz-Zárate et al. (2013) trabajando con corderos de raza Pelibuey y Katahdi

## Conclusión

Se mostró mayor prevalencia alta en la época de secas que en la época de lluvia, por lo que si hay un efecto en la época del año sobre esta característica. En prevalencia relativa, el factor raza y época del año no hubo efecto sobre la población muestreada. En las borregas muestreadas hubo diferencia significativa entre los animales resilientes, susceptibles y resistentes, encontrando más animales resilientes en comparación de resistentes y susceptibles, pero con los factores raza, época y mes no hubo efecto en la cantidad de huevos por gramos.

## Referencias

Arece J. La epizootiología como herramienta para el control parasitario en ovinos. *Past y forr.* 2007; 30(n.e supl 5):35-43.

Ensunchó-Hoyos C, Castellano-Coronado A, Maza-Ángulo L, Bustamante-Yáñez M, Vergara-Garay O. Prevalencia y grado de infección de nematodos gastrointestinales en ovinos de pelo en pastoreo de cuatro municipios de Córdoba, Colombia. *Rev Cient FCVLUZ.* 2014;24(5):414-20.

INEGI - Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Aguascalientes: INEGI; 2008.

Little TM, Hills JF. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 2 ed. Guadalajara, México: Trillas; 1989.

Medina P, Guevara F, La O M, Ojeda Y, Reyes E. Resistencia antihelmíntica en ovinos: una revisión de informes del sureste de México y alternativas disponibles para el control de nemátodos gastrointestinales. *ÍPast y Forr.* 2014;37(3):257-63.

Ruiz-Zárate F, Cruz-Velázquez F, Aguilar-Caballero AJ, Olivas-Salazar R, López-Trujillo R, et al. Resistencia helmíntica de ovinos Katahdi y Pelibuey en Villacorzo, Chiapas, México. *Agraria.* 2013;10(3):109-14.

Torres-Acosta F, Cámara-Sarmiento R, Aguilar-Caballero AJ, Canul-Ku HL, Pérez-Cruz M. Estrategias de desparasitación selectiva dirigida. En: González-Garduño R, Berumen AAC (Eds.). *Avances en el control de la parasitosis gastrointestinal de ovinos en el trópico.* Texcoco, México: Universidad Autónoma Chapingo; 2009. p.1-13.

SANIDAD

# Prevalencia de sarna sarcóptica en vicuñas silvestres de la comunidad campesina de San Antonio de Tanta, Lima, Perú

Hugo Castillo Doloriert<sup>1\*</sup>, Jannet Cisneros Salvatierra<sup>2</sup>, Luis Gómez Puerta<sup>1</sup>, Jessica Gálvez-Durand Besnard<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMS), Lima, Perú

<sup>2</sup> Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), Lima, Perú

## Resumen

La vicuña es la especie más pequeña de los camélidos sudamericanos y habita en la ecorregión puna sobre los 3800 m.s.n.m., hábitat al cual se encuentra perfectamente adaptada. La sarna es la enfermedad de mayor impacto en la salud de esta especie, sin embargo, la descripción sobre su presencia es escasa y dispersa. El objetivo de este estudio fue determinar la prevalencia y localización de lesiones de sarna sarcóptica en vicuñas de la comunidad campesina de San Antonio de Tanta. El estudio fue llevado a cabo durante la captura y esquila de vicuñas de la comunidad de San Antonio de Tanta, ubicada sobre los 4800 m.s.n.m. en el departamento de Lima, Perú. Las vicuñas capturadas fueron examinadas en busca de lesiones compatibles con sarna, a partir de las cuales se realizaron raspados cutáneos para el diagnóstico del agente causal. Asimismo, se evaluaron las variables intensidad de lesión, área afectada, sexo y estrato etario. De un total de 107 vicuñas capturadas, 40 (37%) presentaron lesiones de piel compatibles con sarna, las cuales consistieron de focos eritematosos, engrosamiento de la piel, formación de costras, liquenificación, hiperpigmentación, fisuras sangrantes y alopecia. Al análisis microscópico de los raspados cutáneos todos resultaron positivos al ácaro *Sarcoptes scabiei*. Del total de vicuñas afectadas el 43%, 30% y 27% presentaron lesiones leves, moderadas y severas, respectivamente. Estas lesiones estuvieron localizadas principalmente en zonas desprovistas de fibra de valor comercial, como miembros delanteros (58%), miembros posteriores (55%), región torácica (30%), axilas (23%), abdomen (13%), región inguinal y perianal (5%), y cabeza (3%). El análisis de chi cuadrado no mostró asociación estadísticamente significativa entre las diferentes variables en estudio. La vicuña está expuesta a un amplio rango de ectoparásitos donde el ácaro *Sarcoptes scabiei* es el de mayor relevancia por los brotes de sarna que ocasiona en poblaciones de vicuñas. Durante los últimos años, en Perú se han reportado prevalencias variables de esta enfermedad en Ayacucho (12% y 27%) y Apurímac (0.3% y 16%). La prevalencia de sarna registrada en la comunidad de San Antonio de Tanta es la más alta registrada en una población de vicuñas silvestres, y representa el primer reporte de sarna en el departamento de Lima. Se determinó una prevalencia

de 40% de sarna durante la captura y esquila de vicuñas de la comunidad campesina de San Antonio de Tanta realizada el año 2015. Las vicuñas estuvieron afectadas con sarna de manera leve (43%), moderada (30%) y severa (27%). Los miembros delanteros y posteriores fueron las áreas más afectadas en las vicuñas con sarna.

**Palabras clave:** Vicuña. Prevalencia. Sarna. *Sarcoptes scabiei*.

SANIDAD

# Problemas de salud que afectan la producción de rebaños ovinos en comunidades de Chiapas, México

Héctor Sánchez Pineda<sup>1</sup>, José Luis Gutiérrez Hernández<sup>2</sup>, Enrique Herrera López<sup>2</sup>, María Eréndira Reyes García<sup>1\*</sup>, Marisela Peralta Lailson<sup>1</sup>, Coral Jazmín Montoya Aguilar<sup>1</sup>, Cosme Alberto Pola López<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Tuxtla Gutiérrez, México

<sup>2</sup> Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Salud Animal e Inocuidad - Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Ciudad de México, México

## Resumen

El objetivo de este trabajo fue realizar el diagnóstico de algunas enfermedades digestivas y reproductivas que afectan la productividad en tres rebaños comunitarios de ovinos con baja conversión alimenticia y eficiencia reproductiva, en Jiquipilas, Chiapas. Se trabajó con 155 ovinos adultos con CC 1 y 2 y FAMACHA 4 y 5, en los que se buscaron anticuerpos contra *Brucella ovis*, *Brucella melitensis*, siete serovariedades de *Leptospira* y contra Map, así como la carga parasitaria. Los animales no presentaron anticuerpos contra *Bucella* spp. El 75% de ellos fueron positivos a al menos una serovariedad de *Leptospira* spp, siendo *Icterohaemorrhagiae* la más frecuente (71%). Ningún animal mostró anticuerpos contra Map, 8%, fueron diagnosticados con parasitosis. Se concluye que la escasa eficiencia reproductiva en estos ovinos no se relaciona con la brucelosis, es posible que pueda asociarse a la presencia de *Leptospira* spp; la baja CC y el grado de FAMACHA tampoco se relaciona a la parasitosis o a la infección por Map, sugiriendo que la baja productividad y eficiencia reproductiva esté más asociada a una deficiencia nutricional.

**Palabras clave:** Ovinos de traspatio. Enfermedades digestivas. Enfermedades reproductivas.

## Introducción

En muchas regiones de México, la ovinocultura se desarrolla como una actividad de traspatio. La base de su alimentación es el pastoreo en terrenos comunales, características que promueven un manejo nutricional y sanitario deficiente, en estos rebaños, los ovinos pueden manifestar signología de etiologías múltiples, generando que el productor no pueda aplicar un tratamiento y control adecuado, aumentando así la mortalidad en comparación con otros sistemas productivos (Ordaz et al., 2012). El objetivo del presente trabajo fue determinar la presencia de enfermedades que pueden afectar la productividad en tres rebaños ovinos comunitarios en el municipio de Jiquipilas, Chiapas, México.

## Material y métodos

Los rebaños ovinos de las comunidades de Hierba Santa, Galilea y Subteniente Pedro Sánchez, en Jiquipilas, Chiapas, pertenencia de 25 productoras. Son alimentados mediante pastoreo extensivo sin suplementación, y no cuentan con registro productivo o reproductivo formal, se desparasitan sin diagnóstico previo cada dos meses, no hay calendario de vacunación ni control de interacción con otros ovinos u otras especies animales.

Se trabajó con ovinos adultos con una condición corporal (CC) 1 y 2 y un grado de FAMACHA 4 y 5, y aquellos que presentaran cualquier otro tipo de manifestación clínica sugerente a algún cuadro digestivo o reproductivo de tipo infeccioso. Se obtuvo suero sanguíneo para la detección de anticuerpos contra *Brucella ovis* (sementales) mediante inmunodifusión doble en agar (IDGA) y contra *B. melitensis* (hembras) aglutinación en placa antígeno rosa de bengala 3% (México, 1995), así como contra siete serovariedades de *Leptospira* spp. (icterohaemorrhagiae, hardjo, hardjo (INIFAP), canicola, bratislava, wolffi y tarassovi) mediante microaglutinación (MAT) (OIE, 2008) y contra *Mycobacterium avium paratuberculosis* (Map) mediante inmunodifusión en gel de agar (IDGA) (Jaimes et al., 2008).

Se determinó la cantidad de huevos por gramo de heces (HPG) eliminados mediante McMaster con la finalidad de detectar posibles parasitosis. Los resultados obtenidos en cada prueba se expresaron en frecuencias (Little y Hills, 2008). Se determinó la correlación existe entre las variables CC, FAMACHA y HPG.

## Resultados y discusión

Se muestrearon a 141 hembras y 14 sementales, encastados con Pelibuey, Black Belly Katahdin y Dorper. Los animales no mostraron anticuerpos contra *Brucella* spp. Chávez et al. (2013) reportan que la prevalencia de brucelosis por *B. ovis* en rebaños extensivos es de alrededor de 2%, destacando que la IDGA es poco sensible pero muy específica; ambas condiciones pueden

estar relacionadas a la ausencia de animales seronegativos en este trabajo. No se encontraron animales positivos a *B. melitensis*, no se encontraron rebaños mixtos con cabras, ya que en el estado no han sido consideradas en la producción lo que pudo influir en el resultado.

El 75% de los sueros resultaron positivos a al menos una serovariedad de *Leptospira* spp. Galilea mostró la mayor seropositividad a esta enfermedad (77%), seguida de Subteniente Pedro Sánchez (67%) y Hierba Santa (57%). Las serovariedades diagnosticadas con mayor frecuencia fueron Icterohemorragie (71%), Tarassovi (12%) y Wolffi (11%). De los 104 animales positivos, 75% mostraron positividad a una serovariedad, 21% a dos serovariedades, 1,9% fueron positivos a tres serovariedades y 1,9% a cuatro serovariedades de *Leptospira* spp.

Las combinaciones más frecuentes entre serovariedades fueron Icterohaemorrhagiae y Wolffi en Subteniente Pedro Sánchez, Icterohaemorrhagiae, Tarassovi y Wolffi en Galilea e Icterohaemorrhagiae y Tarassovi en Hierba Santa. Bautista (2014), ha reportado que los animales seropositivos suelen serlo a más de una serovariedad. Las detectadas con mayor frecuencia en este trabajo, pueden estar relacionadas con el contacto de los ovinos con otras especies como roedores, bovinos, equinos y perros. Los resultados de IDGA para el diagnóstico de paratuberculosis mostraron resultados negativos en el total de los sueros analizados. Lugton (2004) considera que hay una mayor prevalencia de paratuberculosis en ovinos cuyas madres tienen una condición corporal muy baja.

El diagnóstico mediante coproscopía demostró que el 8% de los animales presentaron cuentas mayores a 750 hpg, cantidad considerada como límite para la desparasitación acompañada del valor de FAMACHA, la CC y el porcentaje de hematocrito en los pequeños rumiantes (Marcelo et al., 2011). Se encontró una correlación baja entre las variables FAMACHA y la CC ( $r = 0,30$   $p < 0,001$ ), al igual que entre HPG y CC ( $r = 0,10$   $p > 0,05$ ), no existió correlación entre HPG y FAMACHA, la palidez de mucosas es más influido por cantidad y calidad de la alimentación que los animales reciben.

## Conclusión

La escasa eficiencia reproductiva en estos ovinos no se relaciona con la brucelosis, aunque no es posible asegurarlo, es probable que la presencia de *Leptospira* spp esté implicada en ella; la baja CC y el grado de FAMACHA tampoco se relaciona a la parasitosis o a la infección por Map. Debido a las condiciones de alimentación en las que estos ovinos son criados, es probable que la baja productividad y eficiencia reproductiva esté más asociada a una deficiencia nutricional.

## Referencias

Bautista L, Suárez AF, Huanca LW. Seroprevalencia de leptospirosis en ovinos de dos ganaderías de puno, Perú. *Rev Inv Vet Peru*. 2014;25(2):324-8.

Chávez JMC, Cháirez FGE, Flores CFA, Valenzuela RB, Pérez JLT. Consideraciones epidemiológicas en la prevalencia serológica de *Brucella ovis* en Zacatecas, México. *Rev Mex Cienc Pecuarias*. 2013;4(1):61-74.

Ordaz JAC, Pérez JT, González AT, Reyes PR. La producción ovina mexicana: particularidades y complejidades. Ciudad de México: Ariadna; 2012.

Jaimes NG, Flores MAS, Cruz OAH, López DC, Ruiz CCG, Reynoso BA, et al. Detección de *Mycobacterium avium* subespecie paratuberculosis, por medio de PCR-anidada a partir de muestras de heces de ovinos. *Vet Mex*. 2008;39(4):377-86.

Little TM, Hills FJ. Métodos estadísticos para la investigación de la agricultura. Ciudad de México: Editorial Trillaas; 2008. 270 p.

Lugton IW. A review of possible links between the clinical expression of paratuberculosis and deficiency of macro and micronutrients. *Aust Vet J*. 2004;82(8):490-6.

México. Norma Oficial Mexicana 041-ZOO-1995. Campaña Nacional Contra la Brucelosis en los Animales. Diario Oficial de la Federación; 1995.

OIE. Leptospirosis. En: Manual de la OIE para animales terrestres; 2008.



SANIDAD

# Resistência do monepantel e da moxidectina no controle dos nematódeos em ovinos de Guarapuava, PR

Amaro Mendes de Araújo<sup>1</sup>, Luiz Fernando Coelho da Cunha Filho<sup>1\*</sup>, Maria Carolina Ricciardi Sbizzera<sup>1</sup>, José Victor Pronievicz Barreto<sup>1</sup>, Bruna Fonseca Matias<sup>1</sup>, Daiane Andreola<sup>1</sup>, Odilon Vidotto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Pitágoras Unopar, Araçongas, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Brasil

## Resumo

O objetivo deste estudo foi verificar a resistência do monepantel e da moxidectina no controle dos nematódeos em ovinos. Foram utilizadas 21 ovelhas Texel, distribuídas aleatoriamente em três grupos, monitoradas por OPG no D0 e D14 com a realização do teste redução de contagem de ovos por grama de fezes (TRCOF) e coprocultura. O resultado apresentou tratamento com monepantel eficácia de 85%, e tratamento com moxidectina 63%, com a ocorrência maior do gênero *Haemonchus* seguido de *Trichostrongylus*. A disseminação de parasitos resistentes pela comercialização de animais e a prática de tratamentos repetitivos podem explicar esses resultados. O monepantel apresentou baixa eficácia e a moxidectina foi ineficaz no controle dos nematoides gastrintestinais de ovinos apresentando resistência às duas moléculas.

**Palavras-chave:** Pequenos ruminantes. Tratamento. Anti-helmíntico. Eficácia.

## Introdução

A verminose gastrointestinal, principal enfermidade dos ovinos, é considerada como fator limitante na ovinocultura pelo fato de causar prejuízos econômicos devido à queda na produção tanto de carne quanto de leite, além do alto índice de mortalidade do rebanho (Melo e Bevilaqua, 2002).

O método mais utilizado pelos produtores de ovinos é o controle químico com drogas anti-helmínticas, no entanto, o uso exacerbado de princípios ativos pode ocasionar prejuízos no rebanho, uma vez que pode causar resistência aos medicamentos e, conseqüentemente, malefícios aos animais. A resistência múltipla aos anti-helmínticos já está instalada na maioria dos rebanhos de ovinos do Mato Grosso do Sul (Sczesny-Moraes et al., 2010) e do Rio Grande do Sul (Mallman Jr et al., 2018).

O objetivo deste trabalho foi verificar a resistência do monepantel e da moxidectina no controle dos nematódeos em ovinos na região de Guarapuava, PR.

## Material e métodos

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética para Uso de Animais (CEUA) da Universidade Pitágoras Unopar sob número 043/16 e realizado em uma propriedade localizada no município de Guarapuava, PR, Brasil. Foram utilizadas 21 ovelhas Texel, distribuídas aleatoriamente em três grupos, sendo: G1 - tratamento com monepantel a 2,5%; G2 - tratamento com moxidectina a 1%; G3, grupo controle. A propriedade escolhida para a aplicação do tratamento não havia realizado nenhum controle antiparasitário nos 60 dias precedentes ao início do experimento.

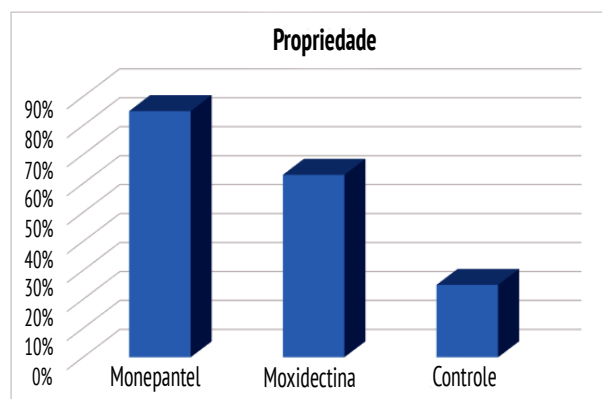
Para a formação dos grupos, utilizou-se a randomização pela contagem prévia (D0) de ovos por gramas de fezes (OPG) igual ou superior a 200, e para determinar a eficácia, coleta e OPG no D14. A coprocultura foi realizada conforme Roberts O'Sullivan (1950). O teste de redução de contagem de ovos por grama de fezes (TRCOF), utilizando a fórmula  $FECR\% = (1 - T2/T1 \times C1/C2) \times 100$ ,

descrita por Boersema e Pandey (1997). De acordo com o resultado da eficácia, o anti-helmíntico foi classificado como eficiente (redução de OPG maior que 90%), de baixa eficiência (redução entre 80% e 90%) e ineficiente (redução inferior a 80%) (Zajac e Conboy, 2006). A resistência anti-helmíntica foi considerada com redução inferior à 90% (Wood et al., 1995).

## Resultados

O G1 apresentou maior eficácia (85%) quando comparado ao G2, que demonstrou eficiência de 63%. O G3 apresentou redução de 25% do D14 em relação ao D0 (Figura 1).

Os resultados da cultura de larvas demonstraram maior proporção do gênero *Haemonchus* em todos os grupos, com valores de 21,3 (G1), 37,5 (G2) e 75,1% (G3). O gênero *Trichostrongylus* foi o segundo mais prevalente, sendo observados resultados de 26,3 (G1), 34,5 (G2) e 9,8% (G3).



**Figura 1** - Eficácia do monepantel, baseado no teste de redução da contagem de ovos nas fezes (TRCOF %), em uma propriedade na região de Guarapuava, PR

## Discussão

As possíveis causas de resistência podem ser a prática de tratamentos repetidos, o que favorece o surgimento de populações de helmintos resistentes às drogas (Torres-Acosta e Hoste, 2008), ou ainda a

disseminação de parasitos resistentes pelo aumento de fluxo de compra e venda de animais de diversas regiões.

A resistência para monepantel em ovinos e caprinos foi reportada pela primeira vez na Nova Zelândia (Scott et al., 2013) quatro anos após

seu lançamento, assim como no Uruguai para *Haemonchus* sp. (Mederos et al, 2014) e no Brasil (Cintra et al., 2016) para *Trichostrongylus* sp.

A resistência múltipla no estado de São Paulo foi avaliada por Almeida et al. (2010), quando testaram os produtos químicos moxidectina, closantel, triclorfon, fosfato de levamisole, albendazole e ivermectina. Sczesny-Moraes et al. (2010) chegaram às mesmas conclusões estudando ovinos no estado do Mato Grosso do Sul.

## Conclusão

O monepantel apresentou baixa eficácia e a moxidectina foi ineficaz aos nematoides gastrintestinais de ovinos da região de Guarapuava, PR, e já está presente o fenômeno de resistência das duas moléculas.

## Referências

- Almeida FA, Garcia KC, Torgerson PR, Amarante AF. Multiple resistance to anthelmintics by *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in sheep in Brazil. *Parasitol Int.* 2010;59(4):622-5.
- Boersema JH, Pandey VS. Anthelmintic resistance of trichostrongylids in sheep in the highveld of Zimbabwe. *Vet Parasitol.* 1997;68(4):383-8.
- Cintra MC, Teixeira VN, Nascimento LV, Sotomaior CS. Lack of efficacy of monepantel against *Trichostrongylus colubriformis* in sheep in Brazil. *Vet Parasitol.* 2016;216:4-6.
- Mallman Jr PM, Raimondo RFS, Rivero BRC, Jacondino LR, Gonçalves AS, Silveira BO, et al. Resistência ao monepantel em nematoides gastrintestinais multirresistentes em rebanhos ovinos no Rio Grande do Sul. *Semina Cienc Agrar.* 2018;39(5):2059-70.
- Mederos AE, Ramos Z, Banchemo GE. First report of monepantel *Haemonchus contortus* resistance on sheep farms in Uruguay. *Parasit Vectors.* 2014;7:598.
- Melo ACFL, Bevilaqua CML. Resistência Anti-helmíntica em nematóides de pequenos ruminantes: uma revisão. *Cienc Anim.* 2002;12(1):35-45.
- Roberts FHS, O'Sullivan JP. Methods for egg counts and larval cultures for strongyles infesting the gastrointestinal tract of cattle. *Aust J Agric Res.* 1950;1(1):99-102.
- Scott I, Pomroy WE, Kenyon PR, Smith G, Adlington B, Moss A. Lack of efficacy of monepantel against *Teladorsagia circumcincta* and *Trichostrongylus colubriformis*. *Vet Parasitol.* 2013;198(1-2):166-71.
- Sczesny-Moraes EA, Bianchin I, Silva KF Catto JB, Honer MR, Paiva F. Resistência Anti-helmíntica de nematóides gastrintestinais em ovinos, Mato Grosso do Sul. *Pesq Vet Bras.* 2010;30(3):229-36.
- Torres-Acosta JFJ, Hoste H. Alternative or improved methods to limit gastrointestinal parasitism in grazing sheep and goats. *Small Rum Res.* 2008;77(2-3):159-73.
- Wood IB, Amaral NK, Bairden K, Duncan JL, Kassai T, Malone JB Jr, et al. Word Association for the Advancement of Veterinary Parasitology: second edition of guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics in ruminants. *Vet Parasitol.* 1995;58(3):181-213.
- Zajac AM, Conboy GA. *Veterinary Clinical Parasitology.* 7 ed. Ames: Blackwell Publishing; 2006. 320p.

SANIDAD

# Seroprevalencia de brucelosis, leptospirosis y clamidiasis en cabras abortadas de Guanajuato, México

Yamili Irais Rueda Garcés<sup>1\*</sup>, Enrique Herrera López<sup>2</sup>, Héctor Raymundo Vera Ávila<sup>1</sup>, Germinal Jorge Alarcón Cantó<sup>1</sup>, Fernanda Gaytán Camarillo<sup>3</sup>, Paola Alexis Hernández Ramírez<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Querétaro, México

<sup>2</sup> CENID Salud Animal e Inocuidad, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Morelos, México

<sup>3</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México

<sup>4</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuautitlán Izcalli, México

## Resumen

El objetivo del presente trabajo, fue realizar el diagnóstico serológico de brucelosis, leptospirosis y clamidiasis cabras abortadas de Guanajuato. Se muestrearon 130 animales; por cada animal se tomaron muestras de sangre y exudado vaginal; para el diagnóstico de brucelosis se realizó la prueba de tarjeta al 3%, a los sueros positivos se les realizó la prueba complementaria de inmunodifusión radial con hapteno nativo, con la finalidad de diferenciar aquellos animales con infección natural; para el diagnóstico de leptospirosis se realizó la prueba de aglutinación microscópica (MAT); con una batería de 6 serovariedades de *Leptospira*; para el diagnóstico de clamidiasis se realizó la prueba de ELISA y cultivo celular a partir de hisopos vaginales. Los resultados confirman casos de seropositividad a *Brucella* spp., con una frecuencia del 3,1% (4/130). Por otra parte, se confirmó la presencia de seropositividad a *Leptospira* spp., con una frecuencia del 35,4% (46/130), siendo la serovariedad *Icterohaemorrhagiae*, la más representativa, con una

frecuencia de 80,4% (37/46). En relación a *Chlamydia* spp. se obtuvo una frecuencia del 41,5% (54/130). Se concluye que la presencia de seropositividad a *Brucella* spp. en Guanajuato es de baja frecuencia; no así para agentes infecciosos como *Leptospira* spp. y *Chlamydia* spp., donde se diagnosticaron frecuencias altas en cabras con problemas de abortos.

**Palabras clave:** Brucelosis. Leptospirosis. Clamidiasis. Cabras. Abortos.

## Introducción

En México, la caprinocultura es una de las actividades pecuarias con más potencial de desarrollo, ya que los caprinos muestran ser una especie resistente a la sequía y escasez de forraje

por lo que se han desarrollado como una fuente de ahorro de muchas familias en áreas rurales; la población caprina en el país no se ha incrementado de manera importante en los últimos años y una de las razones a las que se puede atribuir dicho suceso es la baja tasa de parición anual, por el alto porcentaje de abortos, ocasionado por distintos agentes infecciosos, el estrés, deficiencias nutricionales y el consumo de plantas tóxicas (Guerrero, 2010). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo, fue realizar el diagnóstico serológico de brucelosis, leptospirosis y clamidiasis en cabras del Estado de Guanajuato, México.

## Material y métodos

Se muestrearon 130 animales pertenecientes a 16 granjas de cabras lecheras en siete municipios de Guanajuato. Las muestras obtenidas por animal fueron de sangre y un hisopo de exudado vaginal en medio de sucrosa-fosfato-glutamina (SPG) suplementado con suero fetal bovino al 10% y antibióticos. Para el diagnóstico de brucelosis se realizó la prueba de tarjeta al 3% (PT-3%), a los sueros positivos a PT-3% se les realizó la prueba complementaria de inmunodifusión radial con hapteno nativo (IDR). Para evaluar la presencia de anticuerpos contra *Leptospira* spp., se realizó la prueba serológica de aglutinación microscópica (MAT) con una batería de seis serovariedades (Wolffi, Hardjo, Tarassovi, \*Icterohaemorrhagiae, \*Hardjo y \*Canicola); estas tres últimas de aislamiento nacional. Para el diagnóstico serológico de Clamidiasis se realizó la prueba de ELISA mediante el kit comercial ID.Vet "ID Screen, *Chlamydophila abortus* Indirect Multi-species", y con las muestras de hisopos vaginales se realizó cultivo celular, usando la línea celular L929 de fibroblastos de ratón.

## Resultados

Los resultados del diagnóstico serológico de brucelosis se muestran en la Tabla 1 y los resultados del diagnóstico de *Chlamydia* spp. se presentan en la Tabla 2.

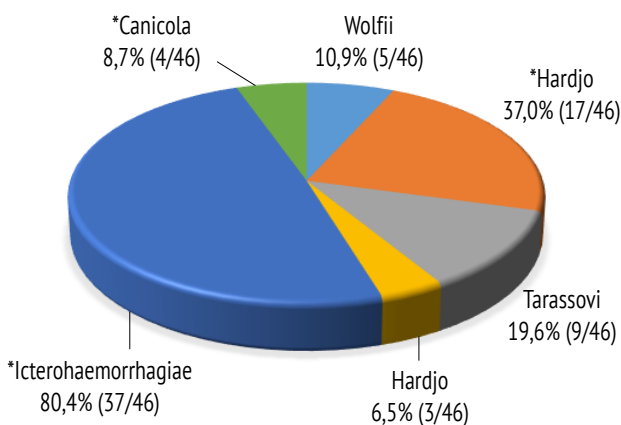
**Tabla 1** - Frecuencia de anticuerpos contra *Brucella* spp. mediante la prueba de tarjeta al 3% (PT-3%) y prueba de inmunodifusión radial (IDR)

Prueba	Frecuencia de animales positivos
PT-3%	3,8% (5/130)
IDR	3,1% (4/130)

**Tabla 2** - Frecuencia de animales positivos a la prueba de ELISA y cultivo celular para *Chlamydia* spp.

Prueba	Frecuencia de animales positivos
ELISA	41,5% (54/130)
Cultivo celular	66,3% (59/89)

En cuanto a los resultados del diagnóstico serológico de leptospirosis, de las muestras trabajadas, el 35,4% (46/130) resultaron positivas a alguna de las serovariedades de *Leptospira* evaluadas por medio de la técnica de MAT (Figura 1).



**Figura 1** - Frecuencia de anticuerpos detectados contra las diferentes serovariedades de *Leptospira* spp. por medio de la técnica de aglutinación microscópica. \*Aislamiento nacional.

## Discusión

En relación a brucelosis, se diagnosticó una frecuencia del 3,1%, otros estudios en Guanajuato han reportado resultados diferentes, Flores et al. (2017) diagnóstico el 7,6% de prevalencia, en

5555 caprinos muestreados, Montoya et al. (2018) reporta el 0,15% y Mora et al. (2015) que reporta cero casos positivos de la enfermedad. En el caso de leptospirosis donde se diagnosticó una frecuencia del 35,4% es similar a lo reportado por Flores et al. (2017), que menciona una incidencia del 37,9% y Gaytán et al. (2018) en un 51,8%; en cuanto a las serovariedades diagnosticadas Gaytán et al. (2018) coincide con lo reportado en este trabajo, siendo las más comunes *Icterohaemorrhagiae* y *Hardjo*. En relación a clamidiasis, se encontró una frecuencia alta en comparación a lo reportado por Campos-Hernández et al. (2014), donde diagnosticó un 4,87% de cabras positivas a *Chlamydia abortus*, mientras que Mora et al. (2015) reportó una frecuencia de 9,60% mediante la prueba de ELISA y 26,98% mediante el aislamiento e identificación de *Chlamydia* spp.

## Conclusión

La presencia de seropositividad a *Brucella* spp. en Guanajuato es de baja frecuencia; no así para agentes infecciosos como *Leptospira* spp. y *Chlamydia* spp., donde se diagnosticaron frecuencias altas en cabras con problemas de abortos.

## Referencias

Campos-Hernández E, Vázquez-Chagoyán JC, Salem AZ, Saltijeral-Oaxaca JA, Escalante-Ochoa C, López-Heydeck SM, et al. Prevalence and molecular identification of *Chlamydia abortus* in commercial dairy goat farms in a hot region in Mexico. *Trop Anim Health Prod.* 2014;46(6):919-24.

Flores P, Herrera E, Gutiérrez J, Palomares G, Díaz E. Detección de anticuerpos contra brucelosis y leptospirosis en las principales zonas caprinas en el Estado de Guanajuato. XLIV Reunión Científica AMPA; 6-8 sep 2017; Tuxtla Gutiérrez, México.

Gaytán CF, Rico CO, Herrera LE, Palomares REG, Gutiérrez HJL, Díaz AE. Distribución espacial de la leptospirosis caprina en el Estado de Guanajuato, México. 54 Reunión Nacional de Investigación Pecuaria; 26-28 sep 2018; Nuevo Vallarta, México.

Guerrero MM. La Caprinocultura en México, una estrategia de desarrollo. 2010 [acceso 15 ene 2019]. Disponible en: <https://tinyurl.com/y2fkdnhn>.

Mora JC, Diaz E, Herrera E, Suárez F, Escalante C. Aislamiento de *Chlamydia abortus* en rebaños caprinos lecheros y su relación con casos de aborto en Guanajuato, México. *Vet Mex OA.* 2015;2(1):1-11.

Montoya SMT, Gutiérrez HJL, Herrera LE, Palomares REG, Gaytán CF, Díaz AE. Prevalencia actual de brucelosis caprina en GGAVATT del Estado de Guanajuato. 54 Reunión Nacional de Investigación Pecuaria; 26-28 sep 2018; Nuevo Vallarta, México.

SANIDAD

# Sondeo serológico de anticuerpos contra *T. gondii* en unidades de producción ovina familiar en la región norte del Estado de México, México

Félix Salazar-García<sup>1\*</sup>, Oliver Sánchez Rodríguez<sup>2</sup>, Humbreto G. Monroy Salazar<sup>1</sup>, Salvador Lagunas Bernabe<sup>1</sup>, Medina Torres Imelda<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Salud Pública y Epidemiología Veterinaria, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Toluca, México

<sup>2</sup> Programa de Especialidad en Producción Ovina, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Toluca, México

<sup>3</sup> Subdirección de Epidemiología, Instituto de Salud del Estado de México, Toluca, México

## Resumen

El *Toxoplasma gondii* es un parásito cosmopolita y múltiples especies hospedadoras, transcendental para la salud pública y veterinaria. El Estado de México es importante en la producción y comercialización de ovinos; sin embargo, falta información sobre toxoplasmosis en las ovejas. El objetivo de este trabajo es estimar la seroprevalencia de anticuerpos contra *T. gondii* en ovinos de unidades de producción familiar del norte del Estado de México y explorar factores de riesgo. Se aplicó un diseño trasversal y se eligieron al azar 20 unidades de producción ovina (UPO) con registro en el Programa de Desarrollo de Capacidades y Extensionismo Rural. Se recolectaron 384 muestras sanguíneas de igual número de ovejas, durante 2015-2016, previo consentimiento de los dueños. Los anticuerpos contra *T. gondii* se midieron utilizando el KIT comercial (Chekit Toxotest®). Las lecturas  $\geq$  a 30% de absorbancia se consideraron positivas. Se aplicó un cuestionario a los dueños o manejadores de

la UPO para obtener información biogeográfica del rebaño. Se estimó la prevalencia individual y grupal (IC<sub>95%</sub>); el riesgo se midió con el OR (IC<sub>95%</sub>). El 90% de UPO tuvieron al menos un animal positivo. La seroprevalencia individual fue de 31% (IC<sub>95%</sub>: 26,7 a 35,63). El 60% de los productores menciono tener múltiples especies en hogar (OR = 1,52, IC<sub>95%</sub>: 0,60 - 3,80). Las mayoría de las UPO estudiadas tienen entre cinco y 25 ovinos, no tienen registros productivos y de salud. Los productores mencionan que cada año de presentan abortos en ovejas primíparas. Los ovinos conviven con otras especies domésticas y cohabitan con la familia. La prevalencia de ovinos positivos a anticuerpos contra *T. gondii* es considerable. Los fetos abortados deben considerarse como posibles fuentes de infecciones por *T. gondii* para otros huéspedes, incluidos los humanos de la región.

**Palabras clave:** Toxoplasmosis. Epidemiología. Ovinos. México.

## Introducción

La toxoplasmosis afecta a casi todos los animales de sangre caliente y al hombre. En ovinos, el parásito *T. gondii* produce pérdidas económicas por altas tasas de abortos y mortinatos (Buxton, 1994; Buxton et al., 2007). Los ovinos infectados con *T. gondii*, pueden ser reservorio del agente y tener impacto a la salud pública. En muchos países la toxoplasmosis ovina se reporta con amplia frecuencia (10% hasta 80%); y se asocia a factores de riesgo como la convivencia con felinos domésticos, el clima, la orografía, la edad de los ovinos, entre otros factores (Dubey, 2009). La infección en la oveja se observa a la primera gestación; posteriormente, desarrolla inmunidad, protegiéndolas de abortos en gestaciones subsecuentes. El potencial de transmisión y persistencia del *T. gondii* se deben a los modos de crianza de los animales. En la ovinocultura familiar; generalmente se explotan rebaños pequeños y se mueven pastoreando zonas de pastizales nativos, constituyendo el factor de riesgo para que la toxoplasmosis se considere endémica y perdure entre las especies por mucho tiempo (Gaffuri, et. al. 2006). El Estado de México se posiciona entre los tres primeros lugares de producción y comercialización de ovinos en México. En el norte del Estado de México la ovinocultura es principalmente de tipo familiar, cohabitando con el hombre y diversas especies de animales domésticos. La prevalencia de la toxoplasmosis ovina en México es variada y se asocia a la temperatura, la humedad y altitud (Alvarado-Esquivel et al., 2013). En el estado de México no existen parámetros epidemiológicos de la toxoplasmosis y sus posibles factores de riesgo. El propósito del estudio fue estimar la prevalencia de anticuerpos séricos contra *T. gondii* en ovinos en unidades de producción ovina (UPO) familiares en la región Norte del Estado de México y su asociación con posibles factores de riesgo.

## Material y métodos

Se diseñó un estudio transversal. La zona de estudio corresponde a los municipios que integran la Región Agropecuaria de Atlacomulco de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de México.

Las UPO de estudio tenían registro en el Programa “Desarrollo de Capacidades y Extensionismo Rural” durante el ejercicio 2013-2015. Las UPO se describen como unidades de producción familiar en tierras comunales. Los rebaños son pequeños (5 a 25 ovinos). Previo al estudio se entrevistaron a los propietarios de las UPO haciéndoles saber del trabajo y se pidió su consentimiento para aplicar un cuestionario y tomar una muestra de sangre de sus animales. Se estimó una muestra de 384 ovinos con una alfa de 0,05 y un margen de error del 3%, asumiendo probabilidad binomial. El muestreo fue por invitación, según consentimiento de los productores. La presencia de anticuerpos contra *T. gondii* se realizó utilizando el KIT de ELISA (Chekit Toxotest®). Lecturas mayores a 30% de absorbancia, se consideraron positivas. Los datos biogeográficos de UPO se obtuvieron del cuestionario. Se estimó la prevalencia individual y grupal y sus respectivos  $IC_{95\%}$ .

## Resultados y discusión

El 90% de UPO mostraron al menos un animal positivo a anticuerpos contra *T. gondii*. La prevalencia individual fue de 31% ( $IC_{95\%}$ : 26,37 - 35,63). En Escocia, Katzer et al. (2011) encontraron 100% de rebaños estudiados afectados por *T. gondii*; los autores consideran que los ooquistes de *T. gondii* se encuentra distribuidos en el ambiente y los ovinos se infectan al consumir las pasturas contaminadas. En México tres zonas distintas (Morelos, San Luis Potosí y Guanajuato) encontraron prevalencia entre 20 y 55% (García-Vázquez et al., 1990). Otro estudio en zona de montaña, reportó prevalencia del 37,9% (Cruz-Vazquez et al, 1992). Alvarado-Esquivel et al. (2011) estudiaron siete granjas ovinas en diferentes regiones del Estado de Michoacán, y encontraron una prevalencia de 32,6%; mencionan que la altura (MSNM), la temperatura media anual y la precipitación pluvial, influyeron sobre la prevalencia de toxoplasmosis ovina. Estos autores también estudiaron la edad, sexo y raza, pero no encontraron asociación. El manejo sanitario de los rebaños en las UPO estudiadas es escaso o nulo. Se resalta que el 60% de los productores manifestó observar abortos en ovejas primíparas. En la industria ovina, *T. gondii*



causa pérdidas económicas (Freyre et al., 1996). Actualmente se realizan estudios para genotificar cepas de *T. gondii* e identificar las que son patógenas por especie animal y al hombre. También se realizan estudios de comportamiento animal, considerando que el *T. gondii* modifica la conducta de los animales y posiblemente su bienestar y pone en riesgo la sobrevivencia de los animales.

## Conclusión

La prevalencia estimada (31%) es similar a la reportada en estudios previos. Los resultados permite estimar el estado inmunológico de los ovinos como un acercamiento a la infección por *T. gondii*. El aborto en los rebaños se asocia a la positividad en los rebaños estudiados. Se requiere conocer el tipo de cepa que afecta a los ovinos y su virulencia.

## Referencias

Alvarado-Esquivel C, Silva-Aguilar D, Villena I, Dubey P. Seroprevalence and correlates of *Toxoplasma gondii* infection in domestic sheep in Michoacán State, Mexico. *Prev Vet Med.* 2013;112(3-4):433-7.

Alvarado-Esquivel C, Torres-Berumen JL, Estrada-Martínez S, Liesenfeld O, Mercado-Suarez MF. *Toxoplasma gondii* infection and liver disease: a case-control study in a Northern Mexican population. *Parasit Vectors.* 2011;4:75.

Buxton D, Maley SW, Wright SE, Rodger R, Bartley P, Innes EA. *Toxoplasma gondii* and ovine toxoplasmosis: new aspects of an old story. *Vet Parasitol.* 2007;149(1-2):25-8.

Buxton D, Thomson KM, Maley S, Wastling JM, Innes EA, Panton WR, et al. Primary and secondary responses of the ovine lymph node to *Toxoplasma gondii*: cell output in efferent lymph and parasite detection. *J Comp Pathol.* 1994;111(3):231-41.

Cruz-Vazquez C, Garcia-Vazquez Z, Rosario-Cruz R, Solorzano-Salgado M. Ovine toxoplasmosis in Huitzilac, Morelos, Mexico. *Prev Vet Med.* 1992;12(1-2):27-33.

Dubey JP. Toxoplasmosis in sheep - The last 20 years. *Vet Parasitol.* 2009;163(1-2):1-14.

Freyre A, Bonino J, Falcon J, Castells D, Mendez J, Casareto A, et al. Evaluación de las pérdidas económicas debidas a toxoplasmosis en ovinos en el Uruguay. *Parasitol Día.* 1996;20(3-4):100-8.

Gaffuri A, Giacometti M, Tranquillo VM, Magnino S, Cordioli P, Lanfranchi P. Serosurvey of Roe Deer, Chamois and Domestic Sheep in the Central Italian Alps. *J J Wildl Dis.* 2006;42(3):685-90.

García-Vázquez Z, Rosario-Cruz R, Solorzano-Salgado M. Prevalence of antibodies against *Toxoplasma gondii* in sheep and goats in three states of Mexico. *Prev Vet Med.* 1990;10(1-2):25-9.

Katzer F, Brülisauer F, Collantes-Fernández E, Bartley PM, Burrells A, Gunn G, et al. *Vet Res.* 2011;42:121.

SANIDAD

# Utilização do método FAMACHA por estudantes na região metropolitana de Curitiba, Paraná

Maria Christine Rizzon Cintra<sup>1</sup>, Amanda Mildemberger<sup>2</sup>, Anna Carolina da Silva<sup>2</sup>, Carolina Pederzoli<sup>2</sup>, Gabriela Bertolin<sup>2</sup>, Maria Eduarda Bandiera de Souza<sup>2</sup>, Maria Eduarda dos Santos<sup>2</sup>, Tatiara Griz<sup>2</sup>, Yara de Oliveira Brandão<sup>2\*</sup>, Nina da Cunha Medeiros<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Brazil

<sup>2</sup> Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Positivo (UP), Curitiba, Brazil

## Resumo

Um dos maiores desafios da ovinocultura atual está no controle de endoparasitos, sobretudo do *Haemonchus contortus*. Afim de retardar o aparecimento da resistência parasitária, o método FAMACHA<sup>®</sup> vem sendo utilizado para selecionar os animais que devem ser tratados. O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização do método FAMACHA<sup>®</sup> por pessoas sem treinamento prático prévio, bem como correlacionar os dados de FAMACHA<sup>®</sup> com os de hematócrito e de ovos por grama de fezes (OPG) em ovinos. Foi observada correlação estatisticamente significativa ( $p < 0,001$ ) forte e negativa entre o hematócrito e o FAMACHA<sup>®</sup> e fraca positiva entre este e o OPG. Identificou-se, ainda, correspondência entre o escore de FAMACHA<sup>®</sup> e a faixa de hematócrito em 56,8% dos casos avaliados. Dessa forma, o método FAMACHA<sup>®</sup> pode e deve ser introduzido nas propriedades, contudo, demonstrou-se ser importante treinamento prévio do avaliador.

**Palavras-chave:** Ovinos. FAMACHA<sup>®</sup>. Hematócrito. OPG. *Haemonchus contortus*.

## Introdução

Atualmente as parasitoses são as principais vilãs na ovinocultura. A hemoncose é a mais comum delas, sendo causada pelo nematódeo *Haemonchus contortus*, parasito hematófago que habita o abomaso de ovinos, causando anemia no hospedeiro e queda do escore corporal, acarretando perdas econômicas e podendo levar o animal à morte (Climeni et al., 2008). Um dos fatores que dificulta o controle desta doença é a resistência do parasito aos anti-helmínticos, provocada em parte pelo seu uso indiscriminado. Uma maneira de minimizar o aparecimento de parasitos resistentes é realizar o tratamento seletivo dos animais, utilizando para isso, por exemplo, o método FAMACHA<sup>®</sup>, o qual apresenta correlação com a infecção parasitária por *Haemonchus contortus* (Pereira et al., 2016). Neste método a coloração da mucosa ocular é avaliada e é atribuído um escore, onde grau 1 corresponde à coloração mais avermelhada e 5 à mais pálida (Vieira et al., 2007).

No presente trabalho o exame FAMACHA® foi realizado por acadêmicos de medicina veterinária sem experiência prévia. Foi realizado, também, o exame coproparasitológico com contagem de ovos por grama de fezes (OPG) e hematócrito (Ht). Foi estudada, então, a correlação entre os resultados destes exames, além da acurácia da técnica FAMACHA® quando aplicada esporadicamente por pessoas sem treinamento anterior.

## Material e métodos

Este estudo foi desenvolvido por nove alunos e supervisionado por docentes do segundo ano do curso de medicina veterinária da Universidade Positivo, Curitiba, Paraná, entre os meses de agosto e dezembro de 2018, em quatro propriedades da região metropolitana de Curitiba. No total foram analisadas amostras de 81 animais adultos.

As amostras de fezes foram colhidas diretamente da ampola retal e avaliadas de acordo com o método de Gordon e Whitlock (1939).

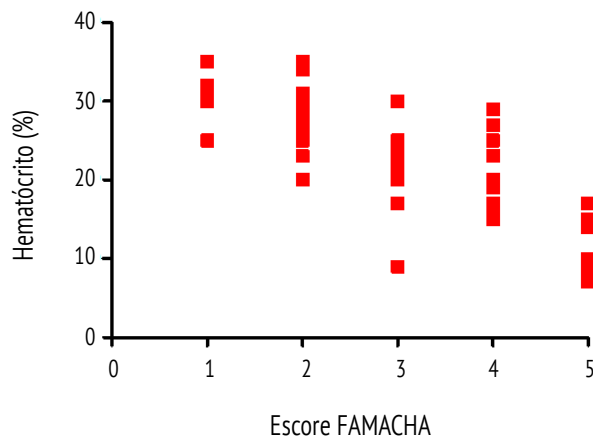
A graduação da mucosa ocular foi feita de acordo com o escore FAMACHA® e o exame de hematócrito realizado a partir de sangue venoso coletado em tubo de EDTA. Para a realização do método FAMACHA®, os alunos da graduação tiveram apenas um embasamento teórico sobre a técnica, em que lhes foi apresentado o cartão FAMACHA®, falado sobre a escala de cores com a apresentação de imagens e discutido sobre a correta exposição da mucosa ocular. Os dados de FAMACHA®, OPG e hematócrito foram submetidos ao método estatístico de Spearman por meio do programa GraphPad Prism 5.

Carvalho et al. (2006) descreveram uma faixa de hematócrito que seria correspondente a cada escore de FAMACHA®. Estes parâmetros foram utilizados para verificar a acuidade no desempenho da técnica FAMACHA®.

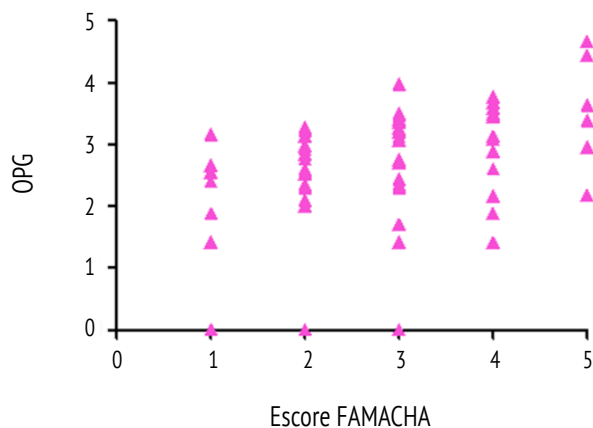
## Resultados

Foi observada correlação entre os dados de FAMACHA® e hematócrito ( $p < 0,001$ ), tendo sido esta forte e negativa ( $\rho = -0,814510$ ), ou seja, quanto

menor o FAMACHA®, maior o hematócrito (Figura 1). Assim como o hematócrito, os valores de OPG também apresentaram uma correlação significativa com os escores de FAMACHA® ( $p < 0,001$ ), tendo sido esta correlação fraca e positiva ( $\rho = +0,4585$ ). Isto demonstra que quanto mais pálida for a mucosa ocular, mais ovos são encontrados nas fezes (Figura 2).



**Figura 1** - Relação entre escore de FAMACHA® e hematócrito.



**Figura 2** - Relação entre escore FAMACHA® e OPG (valores normalizados por  $(\log OPG + 1)$ ).

Quando avaliados individualmente, foi observada correspondência entre FAMACHA® e hematócrito em 56,8% dos casos, segundo os parâmetros utilizados por Carvalho et al. (2006). Dentre os animais classificados de forma errônea

para o escore de FAMACHA®, o maior percentual de erro ocorreu na diferenciação entre os graus 2 e 3, no qual cerca de 24,69% dos animais foram classificados com grau de FAMACHA® maior ao que apresentavam.

## Discussão

Após a avaliação do escore de FAMACHA®, OPG e hematócrito, foi observada uma relação do FAMACHA® com o hematócrito negativa e forte, significando que são grandezas inversamente proporcionais e se correlacionam bem, corroborando com o descrito na literatura (Moors et al., 2009). Já a relação do FAMACHA® com o OPG é fraca positiva, ou seja, quanto maior o FAMACHA®, maior será a contagem de ovos por grama de fezes. Essa correlação entre FAMACHA® e OPG, entretanto, é controversa, sendo encontrados trabalhos que descrevem que não há correlação, outros em que a correlação é fraca e outros, ainda, em que ela é forte (Moors, 2009; Vilela et al., 2012; Ferreira et al., 2018).

De acordo com Vilela et al. (2012), o que pode explicar a correlação fraca entre FAMACHA® e OPG é a resiliência dos animais, pois alguns deles apesar de apresentarem alta infecção parasitária, não demonstram sinais clínicos significativos e nem hematócrito abaixo dos valores de referência. Uma outra explicação para a correlação fraca observada pode ser a pouca experiência dos estudantes que utilizaram este método avaliativo. A observação do FAMACHA® foi realizada por um grupo grande e variado de pessoas, sendo este outro fator que pode ter causado discrepância nos resultados. O grau de correspondência entre os escores de FAMACHA® e hematócrito avaliados pelos alunos foi de 56,8% quando utilizadas as faixas de correlação proposta por Carvalho et al. (2006).

A diferenciação entre os escores de FAMACHA® 2 e 3 foi a mais crítica, havendo falha na correspondência entre FAMACHA® e faixa de hematócrito em 24,69% dos casos. Isto pode ter ocorrido pela sutil diferença na coloração dos graus 2 e 3 do cartão FAMACHA®, associada à inexperiência dos avaliadores.

## Conclusão

Desta forma, a avaliação do método FAMACHA® apresenta boa correlação com hematócrito, servindo como fator de seleção de animais para tratamento. Deve-se ressaltar, entretanto, a necessidade do treinamento de técnicos e veterinários para aplicarem adequadamente o método FAMACHA®.

## Referências

- Carvalho CO, Giglioti R, Giglioti C, Schiavone D, Freitas AR, Esteves SN, et al. Correlação entre o método Famacha® e o hematócrito no rebanho ovino da Embrapa Pecuária Sudeste. Simpósio de Iniciação Científica da Embrapa Pecuária Sudeste. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste; 2006.
- Climeni BSO, Monteiro MV, Cicoti CA, Neves MF. Hemoncose ovina. *Rev Cient Eletr Méd Veter (FAEF)*. 2008;11.
- Ferreira JB, Paiva RDM, Bezerra ACDS, Sousa JER, Façanha DAE. A multivariate approach to the diagnosis of gastrointestinal infection in ewes. *Vet Parasitol*. 2018;252:95-7.
- Gordon, HM, Whitlock HV. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. *J Council Sci Ind Res*. 1939;12(1):50-2.
- Moors E, Gaulty M. Is the FAMACHA chart suitable for every breed? Correlations between FAMACHA scores and different traits of mucosa colour in naturally parasite infected sheep breeds. *Vet Parasitol*. 2009;166(1-2):108-11.
- Pereira JF, Mendes JB, De Jong G, Maia D, Teixeira VN, Passerino AS, et al. Famacha® scores history of sheep characterized as resistant/resilient or susceptible to *H. contortus* in artificial infection challenge. *Vet Parasitol*. 2016;218:102-5.
- Vieira LS. Métodos alternativos de controle de nematoides gastrintestinais em caprinos e ovinos. III Simpósio Internacional sobre Caprinos e Ovinos de Corte. João Pessoa: EMEPA-PB; 2007.

Vilela VL, Feitosa TF, Linhares EF, Athayde AC, Molento MB, Azevedo SS. FAMACHA© method as an auxiliary strategy in the control of gastrointestinal helminthiasis of dairy goats under semiarid conditions of Northeastern Brazil. *Vet Parasitol.* 2012;190(1-2):281-4.