

ORGANIZADORES

Cristina Santos Sotomaior,
Patricio Mario Dayenoff Rucik,
Victor Hugo Parraguez Gamboa &
Asociación Latinoamericana de
Especialistas en Pequeños Rumiantes y
Camélidos Sudamericanos (ALEPRyCS)

OVEJAS, CABRAS Y CAMÉLIDOS EN LATINOAMÉRICA:

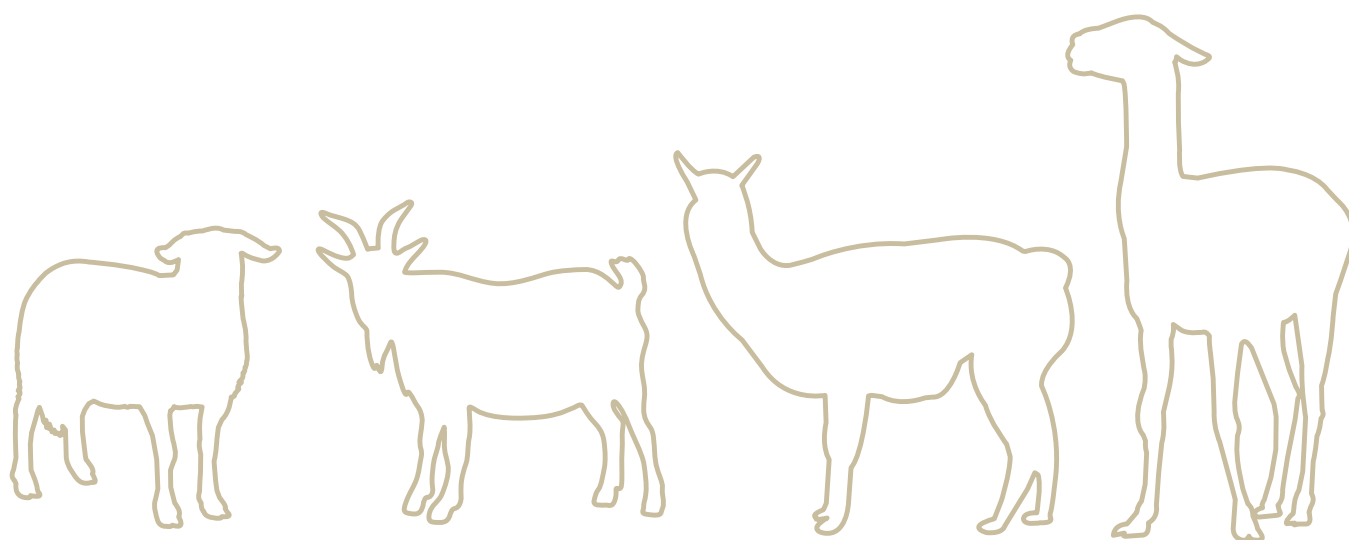
producción, salud y comercialización



ORGANIZADORES

Cristina Santos Sotomaior,
Patricio Mario Dayenoff Rucik,
Victor Hugo Parraguez Gamboa &
Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños
Rumiantes y Camélidos Sudamericanos (ALEPRyCS)

OVEJAS, CABRAS Y CAMÉLIDOS EN LATINOAMÉRICA: producción, salud y comercialización



Curitiba
2019

PREFACIO

Sin lugar a dudas, tanto los pequeños rumiantes como los camélidos sudamericanos son el eje fundamental del desarrollo rural para los pequeños y muy pequeños productores en Latinoamérica, no solo desde el punto de vista económico, social y productivo, sino también y no es poco importante, desde lo más sensible de la seguridad alimentaria.

Mas allá de que siempre he ha gustado escribir, esto no es fácil, menos redactar un prefacio de un libro tan útil como importante, que encierra y atesora entre sus páginas gran parte del acervo cultural y científico latinoamericano acerca de un tema tan trascendente en la producción pecuaria latina, como son los caprinos, los ovinos y los camélidos americanos...

En lo personal, este libro es casi el corolario de un sueño, no tanto su contenido, que como dije, es sumamente valioso, sino por ver plasmados en él, las firmas de una constelación de destacados científicos y profesionales dedicados al tema, que unen sus esfuerzos en forma desinteresada y altruista, para, entre todos, conformar una publicación que sirva de valiosa herramienta y contribución para los que vendrán, siguiendo las huellas de quienes iniciaron y vivieron la historia desde sus mismos comienzos...

Hace ya 26 años, en el mero Congreso Mundial de Medicina Veterinaria, en Rio de Janeiro, nos encontramos bajo la lluvia la Dra. Elza Galvao Ciffoni y mi persona... un encuentro trascendente, donde ella nos contaba del trabajo de la **AVEPER** (*Asociacao Paranaense de Veterinarios Especialistas em Pequenos Ruminantes*), iniciando entonces una larga relación profesional y técnica, así como una profunda amistad, que derivó en que acudiéramos en 1997 a un Congreso en Maringá, Brasil, organizado

por la AVEPER, junto con los Drs. Bermúdez, Cuellar, Tórtora y Sotomaíor, sembrando en ese instante la semilla que diera a luz luego, en el año 1999, en Montevideo, Uruguay, a la **ALEPRYCS** (*Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos*)... desde ese primer gran congreso donde nació la asociación, a la fecha, ya van once congresos construyendo la amistad entre especialistas de los diversos países latinoamericanos, intercambiando información, proyectos, experiencia, conocimientos, y sobre todo, cimentando las bases de una gran hermandad, con los mismos objetivos y fines...

Aquilaten pues, este libro, como un regalo que los científicos mas granados de la constelación latinoamericana nos dejan, introduciéndonos al mundo de los pequeños rumiantes y los camélidos sudamericanos, brindándonos información útil, con todo el rigor de la ciencia, actualizada, y digerida para nuestra mejor comprensión.

A través de sus páginas, viajarán desde las cálidas islas del caribe a la cordillera, en una travesía cultural y científica, en la que recorrerán todos y cada uno de los países de América Latina, desde el Rio Bravo hasta Ushuaia, desde el Pacífico al Atlántico, conociendo las diversas razas de cabras, ovejas y camélidos sudamericanos que se producen en nuestro seno, su reproducción, su nutrición y sus enfermedades...

Espero lo encuentren tan disfrutable como yo, un verdadero crisol de identidades y culturas en pos de un objetivo común.

Dr. Enrique Rimbaud

Managua, Nicaragua, 7 de marzo de 2019

TABLA DE CONTENIDOS

Parte 1 – Ovejas	6
Razas ovinas y su distribución en Latinoamérica	7
<i>José de Lucas Tron</i>	
Reproducción ovina	38
<i>Víctor Hugo Parraguez Gamboa, Óscar Alejandro Peralta Troncoso y Francisco Andrés Sales Zlatar</i>	
Producción lanera en Argentina: mercados y tendencias	52
<i>Manuel Patricio Ghirardi</i>	
Enfermedades no parasitarias de importancia económica en ovinos y caprinos	65
<i>Jorge Luis Tórtora Pérez</i>	
Endoparasitosis de pequeños ruminantes	92
<i>Jordana Andrioli Salgado, Fernanda Rosalinski-Moraes e Cristina Santos Sotomaior</i>	
Parte 2 – Cabras	124
Reproducción caprina y avances biotecnológicos	125
<i>Adela Inocencia Bidot Fernández</i>	
Producción y comercialización de carne caprina	141
<i>Patricio Mario Dayenoff Rucik</i>	
Comercialización de fibras caprinas (mohair y cachemira)	164
<i>Eduardo Narciso Frank</i>	
Producción de leche de cabra en Latinoamérica: características de la leche de cabra y caracterización de los sistemas de producción	181
<i>Héctor Mario Andrade-Montemayor, Adela Inocencia Bidot Fernández, Rodrigo Arias Azurdía, Anamaria Cândido Ribeiro, Luis Dickson, Irma Del Rosario Celi Mariátegui, Patricio Mario Dayenoff Rucik y Carlos Alberto Russi Mor</i>	
Producción de leche de cabra en Latinoamérica: Generalidades (Los Números)	188
<i>Héctor Mario Andrade-Montemayor, Adela Inocencia Bidot Fernández, Rodrigo Arias Azurdía, Anamaria Cândido Ribeiro, Luis Dickson, Irma Del Rosario Celi Mariátegui, Patricio Mario Dayenoff Rucik y Carlos Alberto Russi Mor</i>	
Algunas consideraciones sobre la producción y comercialización de la leche de cabra en Cuba	205
<i>Adela Inocencia Bidot Fernández, Redimio Manuel Pedraza Olivera e Ismael Berrio Fleites</i>	
La producción de cabras lecheras en Guatemala	210
<i>Rodrigo Arias Azurdía</i>	

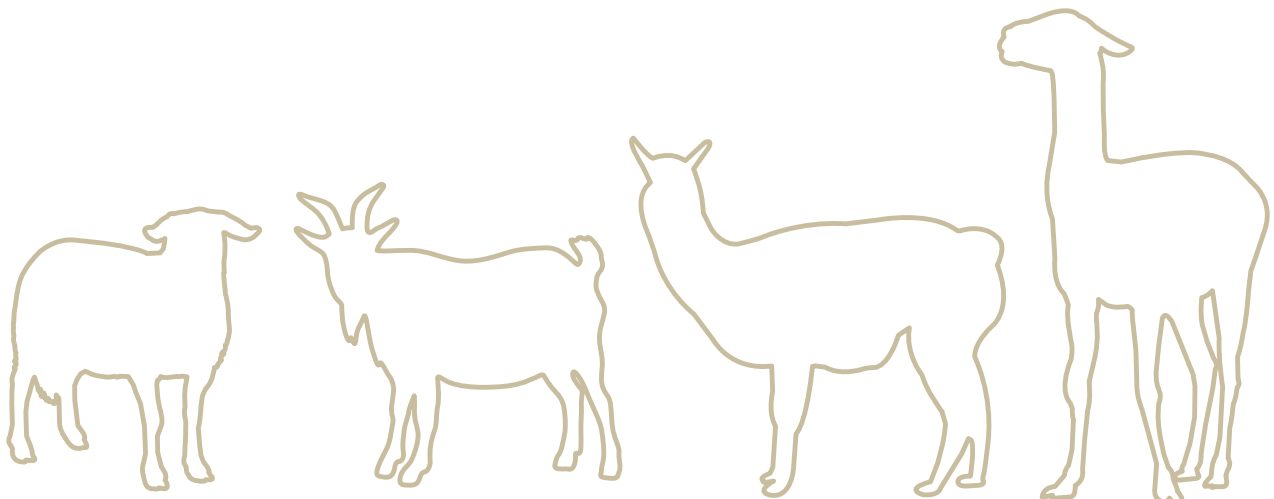


La producción caprina en Costa Rica	214
<i>Alvaro Castro Ramírez</i>	
Situación de la ganadería caprina en Venezuela y Colombia	217
<i>Luis Dickson, Oscar De La Rosa y Ramon D'Aubeterre</i>	
Sistemas de producción lechera de cabra, razas utilizadas, producción, transformación y comercialización en Brasil	221
<i>Anamaria Cândido Ribeiro</i>	
La producción de leche de cabra en Argentina (la cadena de valor de la leche, provincia de Buenos Aires, carne y leche de cabra en Mendoza)	226
<i>Héctor Mario Andrade-Montemayor y Patricio Mario Dayenoff Rucik</i>	
Algunos datos sobre la caprinocultura en Uruguay	233
<i>Carlos Alberto Russi Mor</i>	
Sistemas de producción caprina en el Perú: situación actual y perspectivas	235
<i>Irma Del Rosario Celi Mariátegui</i>	

Parte 3 – Camélidos

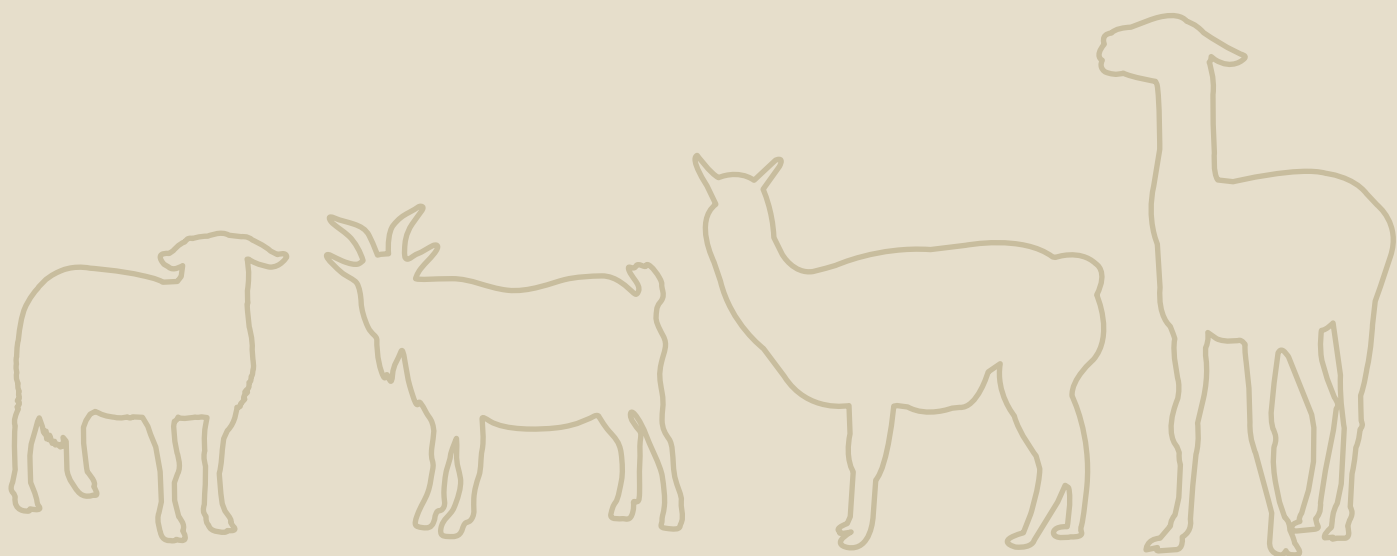
243

Especies de camélidos y su distribución en Latinoamérica	244
<i>Jaime Antonio Ruiz Béjar</i>	
Reproducción en camélidos	252
<i>Virginia Luz Trasorras, Fernanda Gabriela Fumuso, María Fernanda Veiga, María Graciela Chaves, Susana María Giuliano, Marcelo Horacio Miragaya y María Ignacia Carretero</i>	
Producción y comercialización de carne camélida	276
<i>Bettit Karim Salvá Ruiz y César Lázaro de la Torre</i>	
Comercialización de fibras de camélidos sudamericanos	291
<i>Eduardo Narciso Frank</i>	





Parte 1
OVEJAS



Razas ovinas y su distribución en Latinoamérica

José de Lucas Tron¹



Figura 1: Rebaño de ovejas East Friesian Guanajuato, México.
Fuente: José de Lucas Tron, 2014.

1. Introducción

En estas casi dos décadas del siglo XXI, se han dado diversos eventos importantes relacionados con el desarrollo de la ovinocultura latinoamericana, como es el descenso de las poblaciones ovinas, salvo casos como México, Colombia, Brasil o Perú en los que se nota un aumento de la población y de la producción, principalmente en carne. Quizá el cambio regional más significativo en la actividad se ha producido en los objetivos de producción, ya que

se ha dado un marcado descenso en la producción de lana, contra un significativo aumento en la producción de carne y el surgimiento de la producción de leche casi desconocida en América hasta hace pocos años. Estos cambios van de la mano con la introducción de razas especializadas en carne, de variedades para lana de mejor calidad o en leche, que se ligan a nuevos productos como los quesos de oveja. A manera de ejemplo la Figura 2 muestra un promocional para ovinos lecheros y sus quesos en México producto prácticamente desconocido hasta hace pocos años.

¹ MVZ, MC, profesor investigador en pequeños rumiantes de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la Universidad Nacional Autónoma de México. E-mail: tronj@unam.mx



Figura 2: Promocional de la leche de oveja por el Sistema Producto Ovino mexicano.

Fuente: Cortesía de Eduardo Luna.

1.1 Razas Ovinas Destacadas

Hablar de razas es un tema importante en los distintos países y más si es a nivel latinoamericano, ya que algunas tras muchos años de presencia en determinados países hoy se consideran locales, incluso han adquirido nombres propios, por ejemplo, la Santa Inés Brasileña o han sido producto de cruzamientos que han dado origen a nuevas razas sintéticas como el *Merilin* uruguayo, la *Pampita* Argentina, la *Goldensheep*, la *Chilota* o la *Marin Magellan Meat Merino (M4)* de Chile. La aceptación, mejoramiento o formación de nuevas razas obedece a la demanda de productores y técnicos por mejores productos, convirtiéndose el tema racial en el centro alrededor de la cual gira su actividad, los objetivos y/o muchas de las decisiones de manejo de sus unidades de producción (De Lucas y Arbiza, 2010). Aunque se da por entendido qué es una raza, la experiencia nos muestra que existen confusiones al respecto, de ahí que es importante aclarar continuamente qué es lo que se tiene que entender por raza; una definición muy simple es:

Son un grupo de individuos dentro de una especie, que tienen una serie de características genotípicas y fenotípicas que los diferencian de otros individuos de su misma especie y que se transmiten a su descendencia. (De Lucas y Arbiza, 1996).

El saber cómo se formaron las razas es importante en la determinación de muchas de esas características que las hacen diferentes. Existen dos concepciones en su formación, la primera, responde a la teoría Darwiniana del origen de las especies y es que los individuos respondieron a lo largo de los siglos de manera adaptativa a los ambientes en

que se desarrollaron, de tal forma que les permitió sobrevivir en los mismos. Estas características acumuladas durante miles de años, son importantes en el concepto actual de raza, porque mucho de su comportamiento responde a esta acumulación y/o fijación de las mismas. Por ejemplo, el pelo en animales de climas más benignos, contra la lana de aquellos de climas fríos e incluso el largo de ésta o la cola grasa de los animales de desierto versus la de animales donde no hay escases de alimento. Estas adaptaciones al medio ambiente explican las muchas características que se pueden encontrar en los distintos tipos ovinos y que marcan diferencias en la especie en aspectos a veces tan importantes como el comportamiento reproductivo entre ovinos de origen tropical y los de latitudes altas, sus diferencias en su prolificidad, sus distintos pesos y tamaños, su adaptación a determinados ambientes y que ha servido como forma de clasificarlas (Ryder y Stephenson, 1968) y como se señaló las distintas aptitudes productivas que el hombre utiliza (De Lucas y Arbiza, 1996).

El segundo gran mecanismo de cómo se fueron conformando las razas ovinas, respondió a la acción del hombre, una vez cuando hace más de diez mil años el mismo fue domesticando la especie y ya desde temprano comenzó la obra de selección de los mejores animales de acuerdo a sus necesidades. Un animal tan útil fue proporcionando ya sea quizá primero los cueros para abrigarse, segundo su carne, tercero aprendió a tejer su fibra como ya se demuestra en la culturas egipcias y fenicias y por último su leche. Las normas de esta selección se fueron organizando, principalmente en un inicio en la Europa del siglo XVIII (principalmente en Inglaterra), se fundaron las asociaciones de productores, se abrieron los primeros libros de pedigree, se organizaron exposiciones (1778) en Sussex, Inglaterra y se fueron imponiendo normas basadas en tipos raciales que planteaban el “ideal” de cada raza y a la vez poder diferenciar los animales de los diversos condados. Muchas veces estas normas olvidaban los aspectos productivos y se basaban en las formas del ejemplar. Hoy con los conocimientos basados en la genética se cambiaron en forma radical estas normas de selección, y se imponen las basadas en registros de producción y en el rendimiento de los rebaños, dejando en menor plano los aspectos morfológicos (De Lucas y Arbiza, 1996).

Como Inglaterra y Escocia fueron los pioneros en la formación de razas y en la organización moderna de la selección de buena parte de las especies domésticas, es fácil comprender el porqué muchas de las razas actuales más importantes y conocidas, tienen el nombre de sus condados, por ejemplo, la oveja de *Dorset*, de *Lincoln*, de *Hampshire*, de *Leicester*, de *Suffolk* y otras más. Estas



normas inglesas rápidamente se extendieron por toda Europa y así las distintas razas ya fueron bien identificadas y defendidas, mejoradas y extendidas por las asociaciones de sus criadores (Terril, 1963; De Lucas y Arbiza, 1996).

La concepción actual de raza en países desarrollados, ha logrado empatar las características del exterior y las de producción, conservando esas características externas que identifican a los grupos de animales, pero a la vez sometidos a intensos procesos de selección de acuerdo a sus objetivos zootécnicos, lo que ha generado individuos con altos niveles de producción y similares externamente, pero además se ha dado una evolución tal, que en muchos casos las razas que dieron origen a las actuales poco tienen que ver en cuanto a sus niveles productivos, o tallas entre sí. A manera de ejemplo, Parker (1996), da una idea de cómo en el término de 40 años el peso de los carneros añeros que ingresaban a la Feria Estatal de Ohio fue cambiando hasta alcanzar en algunos casos una ganancia de casi un kilo por año en aquellas razas de vocación carnífera como la *Dorset*, la *Hampshire*, la *Suffolk* o la *Southdown*. En el caso de razas de doble propósito como la *Columbia* o productoras de lana como la *Rambouillet*, si bien también se observa un incremento, este es menor, pero no por ello importante como para mostrar un cambio substancial en la talla de las razas. Este ejemplo que se da para la ganancia de peso, es similar a lo que ha hecho por ejemplo Australia en producción de lana con sus *Merinos*, en Francia, Alemania o España con la producción de leche en razas como la *Lacaune*, la *East Friesian*, o la *Churra*. Si bien el ejemplo de lo que ha hecho Estados Unidos con sus razas es muy relevante, no significa que esto haya ocurrido en todos los países. Por ejemplo, en la Gran Bretaña o Australia el *Suffolk* sigue siendo un animal de talla media a grande aunque no por eso mejorado en otros aspectos como su velocidad de crecimiento.

1.2 Clasificación de las Razas

La forma en que se han tratado de clasificar las razas ha adoptado distintos criterios, hay clasificaciones como la propuesta por Mason (1991) que considera largo y grosor de la cola; otra muy sencilla divide los ovinos por su producción prioritaria y así tenemos los que son para lana, carne, leche y pieles. Otro criterio es por su origen geográfico, ya sean europeos, asiáticos, africanos, americanos, de Oceanía, ovinos tropicales, de montaña, de los desiertos, etcétera. Otro considera su tipo de apareamiento (razas paternas o maternas). Uno muy

socorrido es por su cobertura exterior clasificando los ovinos en de pelo, los de lana fina, mediana, gruesas y *carpet* (Belshner, 1971; Terril, 1963). Un último criterio es por algunas características del exterior como son los ovinos de grupa y/o cola grasa o ancha, las basadas en el tamaño o peso como el caso de las razas enanas, normales o pesadas (Ponting, 1980; De Lucas y Arbiza, 1996).

La cuestión es, que por una u otra razón las distintas clasificaciones casi siempre fueron o son incompletas o bien obedecieron a cuestiones locales y por eso en los libros de ovinos se ven clasificaciones combinadas o propias, cosa que consideramos pertinente hacer en este capítulo, haciendo referencia sólo a las que se sabe de su presencia destacada en Latinoamérica, dado que hay algunas reportadas pero que su cantidad e importancia es muy pequeña. La forma en que se abordará será considerando que su presencia sea manifiesta por su número o por estar en varios países o porque ya estando presentes tienen buenas perspectivas o están en crecimiento y finalmente por los productos o características en las que destacan aglutinándolas de la siguiente manera:

Laneras

- Lana fina
- Lanas finas intermedias para vestimenta
- Lanas largas y gruesas para alfombras

Carníferas

- De lana
- De pelo

Prolíficas

Lecheras

Criollas (nativas)

2. Razas Laneras

2.1 Lana Fina

Cuando se habla de lana fina es hacerlo de una sola raza y sus variedades y es el *Merino*, sea el australiano, el uruguayo, argentino o el *Rambouillet*.

2.1.1 El Merino

Origen y distribución. Esta raza tiene una presencia significativa en varios países de Sudamérica y en México, en forma de algunas de sus variedades. Más allá de las múltiples especulaciones alrededor de dónde proviene el Merino, se acepta que el origen

como raza definida fue en la Península Ibérica, de ahí que la palabra Merino es española, aunque se discute su significado primitivo, la acepción más aceptada es que designaba al inspector de cañadas por donde transitaban los rebaños en sus migraciones en el sistema de crianza trashumante, transmitiéndose el nombre por extensión a los animales de los rebaños característicos de esta forma de producción (García Martín, 1986; Terril, 1963; Ryder, 1968; Ryder, 1987; De Lucas y Arbiza, 2007a).

Características. La talla y peso de estos *Merinos* ya locales tras muchos años de presencia en países Sudamericanos como Uruguay o Argentina, debido a que su presencia está registrada por importaciones realizadas entre 1839 y 1849, procedentes de España, Francia, Alemania y Estados Unidos, varía de acuerdo a los procesos de selección que han ejercido los distintos países, en general los machos alcanzan de 100 a 130 kg y las hembras pesan entre los 40 y 60 kg. Los machos presentan cuernos (aunque hay una variedad acorne o *Polled*) mientras que las hembras son acornes. Los Merinos modernos tienen la cara destapada cubierta de pelos de color blanco cremoso, las orejas son de tamaño medio recubiertas de pelo del mismo color, el morro es rosado como su piel. La presencia de arrugas en el cuerpo aún se aprecia en algunas variedades, sobre todo en Sudamérica, también, todavía es bastante distintivo las tres corbatas (pliegues) que presentan sobre el pecho como se muestra en la Figura 3 mientras que en la Figura 4, se presenta la nueva tendencia hacia un animal más liso y con mejor calidad de lana. Las pezuñas son blancas. La lana es blanca y fina, ubicándose generalmente entre las 18 y 24 μ , los vellones suelen ser rizados y libres de fibras meduladas; en los rebaños generales pesan entre 4 y 5 kg sucios, aunque en animales de cabañas los carneros pueden alcanzar los 12 o más kilogramos sucios. Los rendimientos al lavado pueden alcanzar el 70%, aunque esto depende de diversos factores.

En aspectos reproductivos, los Merinos se reconocen por su estación de apareamiento amplia, es decir que se pueden aparear prácticamente a lo largo del año, aunque sus parámetros en general son de regulares a bajos, así las fertilidades rondan el 80% y la prolificidad es baja (excepto la *Booroola* que no está reportada en América), alrededor de 1,1 a 1,2 corderos por parto, la habilidad lechera es de media a baja y en los corderos la velocidad de crecimiento es media. Son animales de fuerte instinto gregario (tendencia a andar juntos) son longevos y muestran

una gran adaptación y resistencia a condiciones semiáridas y climas extremos. Se pueden desplazar a distancias considerables respecto a otras razas (De Lucas et al., 1997; De Lucas y Arbiza, 2007b).



Figura 3: Carnero Merino uruguayo tradicional (con tres corbatas sobre el pecho).

Fuente: José de Lucas Tron.



Figura 4: Carnero Australiano en Uruguay, que es la nueva tendencia hacia un animal más liso con mejor calidad de lana y cara destapada.

Fuente: José de Lucas Tron.

2.1.2 El *Rambouillet*

Origen y distribución. Esta variedad de Merino se origina de la compra hecha por Luis XVI Rey de Francia, de 380 ovejas en 1786 a Carlos III rey de España de animales seleccionados de Cabañas importantes o de rebaños del Escorial. Estos Merinos se situaron a 60 km de París, en un paraje y castillo conocido como *Rambouillet* y que le dio a la postre el nombre a esta variedad, hoy tan conocida e importante en el mundo (Terril, 1963; De Lucas y Arbiza, 2007a). En México y Estados Unidos representa la principal variedad de *Merino*, domina el tipo americano o estadounidense, que se caracteriza entre otros aspectos por ser animales de talla grande y altos pesos, no es difícil encontrar machos de 150 kg o más y las hembras con 60 o más kg. La Figura 5,



muestra un carnero presente en una exposición en Querétaro México, que alcanzó 205 kg de peso.



Figura 5: Carnero *Rambouillet* en una exposición en Querétaro, México, que alcanzó 205 kg de peso.
Fuente: José de Lucas Tron.

A diferencia de otros *Merinos* en el mundo, la industria norteamericana se preocupó por generar un animal doble producto o propósito, es decir lana y carne, adaptado a sus condiciones pastorales y mejorándolo en su tasa reproductiva, sin descuidar su lana, ésta es blanca con producciones satisfactorias que alcanzan los 5 kg (4 a 5,5 kg sucia) o más con variaciones normales como son entre años, sexo, estado fisiológico y edad de las ovejas. Su lana es apta para paños (casimires), con un diámetro en general de unas 20 micras (17,5 a 21 μ), su largo de mecha anual superior a 7 cm (6,7 a 7,5 cm) bien rizado y de alto rendimiento al lavado, lo que la coloca como una lana de buena finura (De Lucas y Arbiza, 2007b).

Características. Su cabeza es de forma trapezoidal alargada, con orejas más bien pequeñas y casi perpendiculares, su cara está desprovista de lana, es decir tiene pelo de color blanco, su morro y su piel son rosadas, las pezuñas son blancas; los machos tienen cuernos y las hembras son acornes como se aprecia en la Figura 6 a y b. A diferencia de otros merinos son de piel muy lisa. En Estados Unidos y México su estación de apareamiento es larga (Hulet et al., 1974; De Lucas et al., 1997) lo que permite que las ovejas puedan concebir y parir prácticamente a lo largo del año (Urrutia et al., 1988b), aunque hay evidencias de un descenso de la actividad entre febrero y mayo (invierno – primavera), esto posibilita realizar apareamientos intensivos sobre todo cuando los animales se mantienen en buenas condiciones de alimentación y se tienen controles de manejo en general eficientes. Se han reportado intervalos entre partos de alrededor de los 230 días y respuesta al efecto macho en primerizas. Los parámetros reproductivos que se reportan para esta raza se pueden considerar satisfactorios. Por ejemplo, fertilidades que rebasan el 90% (se reportan rangos de 80% a 97%), tasas ovulatorias de entre 1,1 y 1,4 y

prolificidad de 1,1 a 1,6 corderos por oveja y por parto (Urrutia et al., 1988a; De Lucas y Arbiza, 2007b).

(a)



(b)



Figura 6: *Rambouillet* norteamericano – (a) Carnero en San Luis Potosí, México y (b) oveja t en Idaho, Estados Unidos.

Fuente: Carnero, José de Lucas Tron y oveja, cortesía del Dr. C. Hulet.

Las ganancias de peso en los corderos son diversas pero consideradas buenas en función de los diferentes sistemas de producción de 125 a más de 300g, por ejemplo, hay información en México de varios rebaños de pesos de 15 kg, 21 kg y 38 kg a los 60, 90 y 120 días, mientras que por otro lado hay reportes que señalan buenas condiciones de producción se pueden alcanzar 42 kg en 4 a 4,5 meses (esto es unos 9 kg por mes). Con relación a pesos al nacer se reportan cifras que van de 3,9 a 5,5 kg.

2.1.3 El Merino Australiano

Origen y distribución. Australia le ha dado una enorme importancia al *Merino*, de ahí que no es gratuito que tras tantos años de investigación y de trabajar con esta raza, hayan logrado generar animales excelentes en producción y calidad de lana que ya en los años 60, reortaban diámetros de entre 18 y 23 micras (Ryder, 1987), en la actualidad se ha logrado hasta 13 μ , lo cual en países como Uruguay ha tenido un efecto mejorador de la finura de la lana. En este país existe un proyecto muy importante con este tipo de

Merinos que les ha permitido llegar a lanas de 14μ , las características externas son similares a las ya descritas, quizá destacando el ser más liso y de cara más abierta.

2.2 Lanas Finas Intermedias o Cruza

En este grupo se encuentran razas sintéticas que fueron importadas o generadas en América. Son de destacar el *Corriedale* neozelandés, la *Ideal* y más locales la Columbia estadounidense presente en México y el Cormo argentino. Aunque hay otros intentos como el *Targhee* o el *Merilin* que no han prosperado.

2.2.1 Corriedale

Origen y distribución. Esta raza de origen neozelandés (Botkin et al., 1968; Simmons, 1977), se extendió con éxito en varios países de América del Sur, siendo base de la producción lanera de Uruguay, Argentina y amplia producción en Brasil, Chile y Perú. Se originó de cruzamientos entre Merinos y ovinos de lana larga ingleses como el *Lincoln* y el *Border Leicester* en la isla del sur de Nueva Zelanda a fines del siglo XIX (Belshner, 1971; Ponting, 1980). Se buscaba y se obtuvo un animal de abundante lana, de finura mediana (alrededor de 26 a 30μ) con buen largo y peso. También superar el pobre esqueleto del Merino produciendo corderos pesados y con rápida velocidad de crecimiento. Además, se caracterizó desde el principio por su gran adaptabilidad a los manejos extensivos y a distintos tipos de pasturas y climas. Por estas condiciones se fue extendiendo en las inmensas pasturas pampeanas y más tarde en la fría e inhóspita Patagonia siendo hasta hace poco la raza dominante en Uruguay y Argentina. Hoy enfrenta el reto de su permanencia ante la demanda de una lana más fina aportada con la llegada de Merinos finos de Australia y los programas de difusión de los mismos para convertir rebaños (De Lucas y Arbiza, 1996).

(a)



(b)



Figura 7: (a) Carneros y (b) ovejas de raza *Corriedale* en una exposición de Uruguay.

Fuente: Cortesía de Estefanía Marín Solís.

Características. Son de tamaño y peso mediano, las ovejas de 45 a 50 kg y los carneros exceden los 100 kg. Son acornes, de cara destapada, pero con copete, orejas medianas y perpendiculares, morro pigmentado (Figuras 7 a y b), así como sus pezuñas (Belshner, 1971). Su tasa reproductiva es mediana, de bajos valores melliceros (alrededor de $1,2$ corderos por parto). En general presenta un vellón pesado y largo, pero en la actualidad el objetivo de los criadores es, por selección, ir bajando los niveles de finura (diámetro), pues el precio de ésta lana es la que ha sufrido las mayores bajas; razón del gran descenso en la población en sus lugares de origen como Nueva Zelanda y en los países de Sudamérica. Algunos criadores la han dejado, prefiriendo ir a ovinos de carne o cruzar sus rebaños con Merino. Como ya se dijo, su finura ronda las 28μ (50 a 56 's en la finura Bradford) y pesos de vellón alrededor de los 4 a $4,5$ kg. Ante lo errático del precio de la lana en la actualidad se están haciendo cruzamientos con razas carniceras paternas para la obtención de corderos para abasto.

2.2.2 Ideal

Origen y distribución. Esta raza sintética fue formada en Australia por los hermanos Denis con el nombre de *Polwarth* a partir de cruzamientos entre las razas *Merino* y *Lincoln*. La descendencia F1 se cruzaba nuevamente con el *Merino*, obteniendo una F2, de $\frac{3}{4}$ *Merino* y $\frac{1}{4}$ *Lincoln*, por esta razón se le denomina "raza come back" (vuelta atrás). En Sudamérica se le conoce con el nombre de *Ideal* se le encuentra en Uruguay, Argentina y Brasil. Se adapta bien a las condiciones de pastoreo extensivo y cría a cielo abierto (De Lucas y Arbiza, 1996).

Características. Son animales de talla media, sus pesos vivos oscilan entre 40 a 45 kg en las hembras y hasta 100 kg en los machos; son acornes, orejas medianas perpendiculares, la cara es destapada cubierta de pelos blancos, pero su copete de lana



sobre la frente la hace distintiva (Figuras 8 a y b). Sus tasas reproductivas son medianas (1,2 a 1,3 coderos por parto), igual que su velocidad de crecimiento. Si bien no se reportan poblaciones grandes tiene importancia y buena extensión en estos países. Destaca por su lana de buena finura, color blanco y largo de mecha superior al que debería tener de acuerdo a la finura, que oscila entre 22 a 25 μ y muy buen largo de mecha de vellones cerrados y pesos que rondan los 4 kg.

(a)



(b)



Figura 8: (a) y (b) Ovejas de raza *Ideal*.
Fuente: Cortesía de Estefanía Marín Solís.

2.3 Lanas Largas para Alfombra

Son varias las razas de este grupo, en Latinoamérica destacan dos; la *Romney* y la *Lincoln* inglesas, dadas sus características de animales exigentes en alimentación se reportan en Argentina, Uruguay, Chile, Colombia y Brasil. Se mencionan otras como la *Border Leicester*, pero por su número parecen ser intrascendentes.

2.3.2 Lincoln

Origen y distribución. Esta raza inglesa originaria del condado de Linconshire, es por lejos la más famosa de este grupo, sobre todo por haber sido utilizada en la conformación de nuevas razas como la *Corriedale*, la *Ideal* y la *Columbia* (Ryder, 1968). Su distribución ha sido limitada en parte por ser una raza demandante de buenas pasturas y abundantes. No obstante, el reconocimiento que hay por su lana para la confección de alfombras, en el mundo hay gran preocupación de que pueda desaparecer dado los inventarios tan bajos que hay. Su presencia se reporta en Argentina y Uruguay.

Características. Esta raza fue por muchos años la de talla y peso más grande, hasta que otras razas desarrolladas en los Estados Unidos la superaron, los machos en la actualidad están entre los 110 y 160 kg y las hembras entre los 90 y 110 kg (se mencionan diferencias entre países prácticamente para todas sus características). La cabeza es angulosa (forma trapezoidal) con orejas medianas y perpendiculares, la cara está descubierta, con pelos blancos, con un tupé de lana (cuando está larga que le cae que sobre la cara), su morro es pigmentado de negro (Figuras 9 a y b). Las pezuñas son negras y se menciona que son resistentes al gabarro. En cuanto a parámetros reproductivos, se reporta buena fertilidad, una prolificidad media de 1,1 a 1,4 corderos por parto y ser buenas madres. No son animales precoces, pero si longevos, se menciona que su canal es grasa y por eso se le cuestiona. La lana se clasifica como gruesa (entre 33 μ y 47 μ) con presencia de médula, destaca por su lustre que la hace muy apreciada en la confección de alfombras al hacerlas brillantes por reflejar la luz en donde se coloquen, de ahí que tiene muy buen precio en el mercado, el peso del vellón se ubica entre 5 y 11 kg y el largo de la mecha puede ser de entre 20 y 40 cm y cae en forma característica de rulos (caireles) (Belschner, 1971).

(a)



(b)



Figura 9: (a) *Lincoln* en una exposición en Argentina y (b) ovejas con corderos.

Fuente: (a) José de Lucas Tron Fuente y (b) Tomada de la Lincoln Long Wool Association.

2.3.2 Romney

Origen y distribución. Raza de origen inglés formada en el condado de Kent, encontró una segunda patria en Nueva Zelanda donde fue mejorada (Ryder, 1968). En América sus stocks no son grandes, se reporta su presencia en algunas regiones de Brasil, Argentina, Colombia, Chile y Uruguay, donde se le ubica como una raza de doble propósito (carne y lana). Aunque se llegó a utilizar su lana para algunos textiles en prendas de vestir, es apreciada para la confección de alfombras. Se le reconoce como una raza resistente a problemas podales (aunque no está bien demostrado) debido a su origen en los pantanos de la ciénaga del sudoeste de Inglaterra (Belschner, 1971).

Características. Son de cabeza trapezoidal desprovistos de lana en la cara (esto ha sido un avance respecto a animales de hace algunos años que llegaban a tener la cara cubierta) aunque se les forma un tupé, son acornes, de orejas medianas y perpendiculares, morro pigmentado (Figuras 10 a y b), las pezuñas suelen ser negras. Los machos rondan los 100 a 120 kg y las hembras los 80 kg, son estacionales en su actividad reproductiva y su prolificidad es media 1,2 a 1,4 (corderos por parto). Su lana es larga y se ubica entre las 56 a 58's unas 33 y 35 μ (Ryder, 1968).

(a)



(b)



Figura 10: (a) y (b) Ovinos *Romney*.

Fuente: Tomadas de la Asociación *Romney* del Uruguay.

3. Razas Carniceras

3.1 De Lana

De este grupo destacan por su presencia en muchos países la *Suffolk*, la *Hampshire*, la *Dorset*, la *Texel*, la *Ille ´ France* y la *Charollais*.

3.1.1 Hampshire

Origen y distribución. La presencia de ésta extraordinaria raza se reporta en muchos países de América Latina desde Canadá hasta el cono sur (Argentina y Chile), sobre todo aquellos que tienen condiciones de clima templado, aunque sea parcialmente como Colombia. Su origen es el condado del mismo nombre ubicado en la costa sur de Inglaterra de donde toma su nombre, es reconocida como una de las razas más antiguas, se menciona que hacia 1815 se estableció en los condados de *Hampshire*, *Wiltshire*, *Dorset* y *Berkshire*, pero se le identifica como tal en la Gran Bretaña desde 1837 (Brougham, 1837).

La *Hampshire* es muy apreciada por producir corderos de gran tamaño y peso, así como a su amplio uso en cruzamientos terminales para producir corderos finalizados para carne. Como sucede con la mayoría de las razas, estas evolucionan o sufren cambios según el lugar (país) o región donde son criadas, en América podemos encontrar dos versiones el tipo inglés que domina hacia Sudamérica y el norteamericano de E.U., Canadá y México y ahora en algunos países como Colombia o Ecuador, por ello se considera pertinente hacer una descripción de los dos tipos.



Características. El *Hampshire* inglés es un ovino de talla media, donde los machos pesan de unos 77 a 125 kg y las hembras de 60 a 115 kg con una apariencia de animal compacto, redondeado, aspecto musculoso y de miembros cortos anchos y con esa misma forma redondeada el cuerpo, su cuello es corto y ancho y su cabeza es de forma trapezoidal y sin cuernos, con las orejas medianas y perpendiculares, sus patas presentan pelos oscuros (marrón a negro) entreverados con fibras de lana principalmente debajo de los corvejones y las rodillas como se muestra en la Figura 11, aunque su lana aparenta ser toda blanca tiene fibras negras entreveradas, su vellón es corto, de bajo peso y finuras de 48s a 56s (29 a 34 μ). Se le considera un animal dócil, usualmente se le cría en lugares de buenas pasturas. De las diversas características quizá la exterior más típica sea el dibujo de su cara, como se aprecia en la Figura 11, está cubierta de lana excepto alrededor de los ojos, el morro y las orejas en las que puede combinarse con algo de lana (obsérvense en la figura el dibujo característico que se forma con los pelos negros alrededor de los ojos, del morro y en las orejas combinados con lana) y en la Figura 12 se aprecia un rebaño *Hampshire* combinado con uno *Corriedale* en Argentina (Belschner, 1971; De Lucas y Arbiza, 1996; De Lucas, 2009).



Figura 11: Carneros *Hampshire* tipo inglés en México.
Fuente: Cortesía de Antonio de la Cruz.



Figura 12: Rebaño *Hampshire* en Argentina.
Fuente: José de Lucas Tron.

La Hampshire Americana (o norteamericana).

Este tipo mostró en su exterior durante muchos años como característica distintiva una cabeza parcialmente descubierta como se muestra en las Figuras 13 a y b, en la actualidad se observan cambios que se mueven entre el tipo inglés caracterizado por su cabeza cubierta de lana con zonas de pelo sólo alrededor de ojos, el morro y las orejas y el tipo americano en que la cara aparece parcialmente descubierta, coronada por un copete de lana sobre el testuz, y versiones intermedias como los que se muestran en la Figura 14. Fiel a la tradición norteamericana, el *Hampshire* de este país se caracteriza a primera vista por su gran talla, y su gran peso donde los machos rondan los 115 a 150 kg, aunque hay registros de 185 kg en México. En las hembras el peso fluctúa entre 60 y 115 kg. Son animales acornes, de piel negra y pesos de vellón ligeros similares a su fundadora inglesa. Otros aspectos que se reflejan en los animales provenientes de este país, es su cuerpo, patas, cuello y cabeza más largos que la inglesa.

(a)



(b)



Figura 13: Ejemplares *Hampshire* tipo americano, caracterizados por su cara descubierta, su cuerpo largo y su gran talla.

Fuente: (a) Cortesía de Antonio de la Cruz y (b) José de Lucas Tron.



Figura 14: Corderos de raza *Hampshire* con diferentes patrones de dibujo en la cara.

Fuente: José de Lucas Tron

Destaca en sus altas velocidades de crecimiento (250 a 400 g/día), cualidades de maduración temprana, buenas ganancias de peso y conversiones alimenticias (2,5 a 6,0 kg de alimento / a 1 de carne), así como los rendimientos y calidad de la canal (características estas muy apreciadas), es una raza estacional con buenas tasas reproductivas, hay reportes de fertilidades de 82 a 90%, de prolificidad en general de media a alta entre 1,4 a 1,9, aunque también hay cifras reportadas que la ubican alrededor del 1,1 a 1,2, son buenas lecheras y los pesos al nacer se ubican entre 3,9 y 6 kg. Se reportan pesos a los 60 días, con respecto al sexo de 23,8 kg para las hembras y 26,3 kg para los machos con las variantes propias del tipo de parto y forma de crianza. Estudios en México sobre cientos de animales realizados por la UNO (Unidad Nacional de Ovinocultores) indican pesos al nacimiento de 4,2 kg (rangos de 2 a 8 kg), ajustados a 75 días 24,9 kg (12 a 46 kg) y a los 120 días 35 kg (19 a 51 kg) los rangos son muy amplios lo que habla del potencial genético, pero también de la diversidad de sistemas (efectos ambientales) que influyen. En cuanto al área del ojo del lomo hay información de que ronda los 15 cm² (De la Cruz, 2004; Becerra et al., 2008; De Lucas, 2009).

Como ya se dijo el uso de la raza *Hampshire* de las dos variedades descritas es básicamente en esquemas de cruzamiento terminales para la producción de corderos que tengan buenas características de crecimiento y desarrollo y de calidad de la canal, aunque en México se le usa como raza pura.

3.1.2 Suffolk

Origen y distribución. Esta extraordinaria raza es originaria de la Gran Bretaña, de un condado cercano a Londres, se formó a partir del cruzamiento de carneros *Southdown* y ovejas de la antigua raza *Norfolk* siendo aceptada como raza pura desde 1810. Su distribución en Latinoamérica es muy amplia, quizá de las más difundidas debido principalmente a su amplio uso en cruzamientos terminales para

producir corderos finalizados para carne. De manera similar a la *Hampshire*, hay dos versiones la inglesa y la norteamericana o estadounidense, que cambian fundamentalmente en su talla y algunas formas. La primera suele ser más chica miembros cortos, de cuerpos redondeados y compactos (Figuras 15 a y b), este tipo se aprecia más en Sudamérica; mientras que la segunda es de talla grande, alta y de cuerpos largos como se muestra en las Figuras 16 a y b, este tipo se aprecia más en México, también en Brasil, pero se está difundiendo por exportaciones de México a Colombia y Ecuador (Belschner, 1971; De Lucas y Arbiza, 1996; De Lucas, 2006).

(a)



(b)

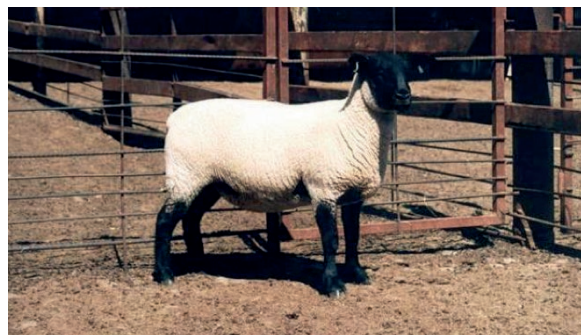


Figura 15: Ovinos *Suffolk* tipo inglés (a) Semental y (b) oveja.

Fuente: (a) Cortesía de Estefanía Marín Solís y (b) José de Lucas Tron.

a)





(b)



Figura 16: Ovinos *Suffolk* tipo norteamericano (a) Semental y (b) ovejas.

Fuente: José de Lucas Tron.

Características. Se identifica fácilmente por sus características externas, destaca su cabeza libre de lana y con pelo de color negro, al igual que en sus miembros anteriores y posteriores a partir de las rodillas (o un poco más arriba) o corvejones hasta las pezuñas que también son negras. La cabeza, en el ganado procedente de los Estados Unidos, puede ser ligeramente convexa sobre todo en los machos, mientras que en el tipo inglés es más recta, las orejas son grandes, ligeramente caídas y dirigidas hacia adelante. Son acornes, tanto machos como hembras (Belschner, 1971; De Lucas, 2006).

Su piel es gris o negra. Los corderos nacen de color oscuro, transformándose paulatinamente al ir aclarando su vellón, aunque siempre mantienen fibras pigmentadas entreveradas. El peso de vellón sucio es bajo, de 3 a 4 kg. El peso de los carneros según la línea (inglesa o estadounidense) varía de 90 a 175 kg, mientras que el de las hembras va de 55 a 110 kg. La selección a favor del peso vivo operada en E.U. ha transformado esta raza de talla mediana a ser uno de los ovinos domésticos más grandes y pesados de todo el mundo. En México se han importado y producido animales cuyo peso vivo como carneros de 4 años sobrepasaba los 175 kg, siendo comunes los de 150 kg y en ovejas de 90 a 100 kg (De Lucas et al., 1992; De Lucas, 2006).

Esta raza se ha comportado con excelentes parámetros reproductivos en rebaños criados en México tienen un comportamiento reproductivo estacional, destaca su buena fertilidad (hay reportes de hasta 100%), aunque la mayoría supera al 90% ovejas paridas de expuestas al semental, en cuanto a la prolificidad los márgenes son amplios desde 1,3 a 1,68% y porcentajes de destete que pueden llegar a 1,5 corderos por oveja expuesta al semental (Trejo y De Lucas, 1988). Las ovejas son consideradas excelentes madres y buenas lecheras. Los pesos al nacimiento están alrededor de los 5 kg, aunque los rangos varían entre los 4,5 a 6 kg, pesos a 60 días

(destete) se ubican entre los 20 kg a los 35 kg. Estudios en México la ubican con ganancias de 300 a 600 g y conversiones de 3,6 a 6 kg de alimento por 1 kg de peso. Se le considera una raza de madurez temprana y con buenas cualidades de apareamiento. Datos sobre cientos de animales de evaluaciones genéticas en México señalan: PN 5kg (2 a 9 kg), 75 días 28 kg (11 a 56 kg) y 120 días 35,3 (22 a 46 kg). Datos combinados de AMCO hoy UNO (2009-2010 y 2010-2011; Lara et al., 1990; Morales et al., 1999a y b; Jiménez, 1996; Zermeño et al., 2011; De La Cruz, 2004; Castiilo et al., 2012).

La *Suffolk* se le usa mucho como pura, sin embargo, como ya se comentó es reconocida en el mundo por su valor en cruzamientos como raza padre en la producción de corderos para el abasto, dado que estos pueden ir al mercado con más rapidez que los de otras razas.

3.1.3 Dorset

Origen y distribución. Esta raza es originaria del sur de Inglaterra, de los condados de *Dorsetshire* (de donde toma su nombre) y *Somerset*. El primer tipo presentaba cuernos tanto en hembras como en machos de ahí su nombre original de *Dorset Horn*. Más tarde apareció una versión acorne el denominado *Poll Dorset* (Ryder, 1968) producto de la inclusión del gene (poll) en el horn, la realidad es que en la actualidad el *Poll Dorset* (de hecho, ya ni siquiera se le llama *poll*, solo *Dorset*) es el que más se ha difundido y es el que se encuentra en varios países de América como son México, Brasil, o Uruguay y extendiéndose rápidamente a otros. De la misma manera que en la *Hampshire* o la *Suffolk*, esta raza tiene algunas diferencias si ha sido mejorada en los Estados Unidos (tipo estadounidense o norteamericano) o si proviene de países con una mayor influencia inglesa como Australia y Nueva Zelanda (tipo inglés) (De Lucas y Arbiza, 1996; De Lucas, 2012b).

Características. La piel es rosada, aspecto que se nota en su morro; la cara, las orejas y las patas están cubiertas de pelo de color blanco, y prácticamente libres de lana, las pezuñas son blancas, su lana es corta y blanca con una producción baja, de 2,5 a 3,2 kg en hembras y 4,5 a 6,3 kg en los carneros, por su diámetro se le ubica como de calidad media a buena, con una finura entre las 50 a 56's (28 y 30 μ), en general. En el tipo inglés, los carneros adultos en buenas condiciones de alimentación pueden pesar entre 70 a 120 kg y las hembras 50 a 80 kg. En el tipo americano pueden llegar a pesar entre 90 a 150 kg y las hembras 60 a 100 kg una diferencia entre estos con el tipo inglés además de los pesos y tallas, es que son animales más largos y altos como

se muestra en las Figuras 17 a, b y c. Características importantes desde el punto de vista reproductivo son su estación de apareamiento larga, lo que puede permitir apareamientos frecuentes, incluso se menciona la posibilidad de obtener tres partos en dos años, razón que la hace ser muy apreciada, otra característica es su precocidad sexual. Además, posee una prolificidad considerada buena, que va de 1,4 a 1,9 y se reportan fertilidades de 82 a 90%. Son buenas madres y lecheras, lo que permite criar bien sus corderos y obtener buenos pesos al destete que pueden rondar entre los 20 y 30 kg. En México información generada para la UNO (Unidad Nacional de Ovinocultores), de muchos rebaños, señalan para peso al nacimiento 4,6 kg con rangos de 2 a 9 kg. El peso a los 75 días de 24,5 kg con rangos de 10 a 42 kg y a los 120 días 33,2 kg y rangos de 15 a 48 kg. Destaca en sus altas velocidades de crecimiento y cualidades de maduración temprana, estudios en México muestran buenas ganancias de peso (250 a 370 g/día), conversiones alimenticias (3,4 a 6,4 kg/a 1 de carne), así como los rendimientos y calidad de la canal (características estas muy apreciadas). Es muy apreciada en cruzamientos para producir hembras F1, por su largo período de apareamiento, su precocidad, su buena tasa reproductiva, su producción lechera y su buena producción de corderos, que destaca dentro de las razas de lana media utilizadas en cruzamientos terminales para producir corderos gordos para abasto. Las Figuras 18 a y b muestran carneros en México y hembras en Uruguay (De Lucas y Arbiza, 1996; De La Cruz, 2004; Zermeño et al., 2011; De Lucas, 2012b).



Figura 17: (a y b) Corderos *Poll Dorset* tipo norteamericano (estadounidense), (c) hembra.
Fuente: José de Lucas Tron.



Figura 18: (a) Carneros *Poll Dorset*, tipo inglés en México y (b) Ovejas en Uruguay.
Fuente: José de Lucas Tron.

3.1.4 *Ille D'France* o *Ile de France*

Origen y distribución. Esta raza es originaria de Francia, tal parece que en su formación hay una fuerte base de *Merinos Rambouillet* en los que se buscaban animales precoces, y que además hubo algunos cruzamientos con razas inglesas como la *Dishley*. Se menciona que estos cruzamientos fueron dirigidos tan lejos como en 1832, aunque la formación



ya como raza se da a inicio de los años 20s del siglo pasado. En Latinoamérica es relativamente reciente su presencia, al ser usada como raza paterna en cruzamientos terminales. Se le encuentra en Uruguay, México (muy poco) y Brasil, en este último país se reporta mayor número y más años de presencia. Se le considera una raza de doble propósito (Spinelli, sin año; Santos y Green, sin año).

Características. Es una raza grande en que las hembras pesan alrededor de 80 kg (70 a 100 kg) y los machos entre 110 y 160 kg. De cuerpos largos, de formas redondeadas y con lana blanca. Su cabeza es alargada, recta o un poco convexa en los machos, desprovista de lana, así como las orejas que son medianas y son acornes, los morros despigmentados. Son animales estacionales en su actividad reproductiva, aunque en Brasil se menciona que puede producir corderos en diferentes épocas del año con prolificidades que rondan el 1,6 a 1,7 corderos por parto, las corderas primaras se pueden aparear entre los 8 y 9 meses. La producción de lana está entre 4 y 6 kg, con finura de entre 23 a 27 μ . Se señalan ganancia de peso en las primeras etapas de 360 a 440 g/día y posdestete entre 240 y 290 g/día, con pesos a los 70 días de 23 kg y a 90 días 30 a 35 kg y conversiones de 5 a 1 (kg alimento por kg de peso). Las canales son pesadas y de buena calidad y se mencionan rendimientos de más de 50%. Figuras 19 a y b, carneros y corderas (Spinelli, sin año; Santos y Green, sin año; De Lucas y Arbiza, 1996).

3.1.5 Texel

Origen y distribución. De las distintas razas de reciente introducción en América, sin lugar a dudas esta es de las más exitosas y difundidas. Su origen y nombre se deriva de la isla homónima del archipiélago de las islas Zealand, Holanda. Por sus excelentes características lecheras, reproductivas y carniceras, se ha distribuido ampliamente en Europa principalmente en la Gran Bretaña (donde es el número uno en cruzamientos) y en Francia. En América ha tomado un auge muy importante, propagándose por todo el continente de ahí que su presencia se extiende desde Canadá hasta Argentina y Chile, apreciada por su carácter de raza terminal. La popularidad y fama de la raza es tal, que, en una subasta realizada en 2009 en la Gran Bretaña, un carnero alcanzó las \$230,000 libras (De Lucas y Arbiza, 1996; De Lucas, 2014).

Características. Es un ovino de talla media para los Estados Unidos (para los estándares europeos serían de talla grande). Las hembras alcanzan pesos de 70 o más kilos y los machos hasta 120 kg. Su cabeza es de forma triangular, con su cara cubierta de pelo blanco y un morro pigmentado negro, de orejas medianas y en posición horizontal, ligeramente dirigidas hacia adelante, y son acornes. Sus cuerpos son compactos y redondeados, cubiertos de un vellón blanco cremoso con excelente lustre pudiéndose clasificar dentro de las razas de lana larga y gruesa, con un diámetro de 38 a 42 micras y peso de vellón sucio superior a 6 kg anuales. Sus patas relativamente cortas están desprovistas de lana, teniendo pelo blanco y pezuñas negras (Figuras 20 a, b y c). Su cola es ligeramente ancha y corta hasta el corvejón. Son reconocidos como animales dóciles y por ello fáciles de manejar (De Lucas y Arbiza, 1996; De Lucas, 2014).

(a)



(b)



Figura 19: (a) Carneros y (b) corderas *Ille d' France*.
Fuente: (a) Cortesía de Omar Salvador Floresy (b) José de Lucas Tron.

(a)



(b)



(c)



Figura 20: (a) y (b) *Texel*, en México y (c) Brasil.

Fuente: (a y b) José de Lucas Tron y (c) cortesía de Gianni Bianchi.

Es una raza estacional reproductivamente, pero se reporta como un animal precoz que puede estar apareándose a los siete meses. Se caracteriza por su alta prolificidad (1,6 a 2,0 corderos por parto) incluso diversos autores la incluyen dentro del grupo de ovinos prolíficos. Los pesos al nacer se encuentran entre los 4 y 5 kg y se registran ganancias de 250g/día o más, se registran pesos de 25 kg a las 12 semanas; datos en México señalan pesos ajustados a los 75 días de 26 kg, pero con rangos muy amplios; otros datos en México señalan unos 40 kg a los 135 días. De ahí su aprecio como raza productora de carne. Se cría como raza pura para producir sementales empleados en cruzamientos, con el objeto de mejorar la producción lechera o carnífera de otras razas como el *Merino*. Se considera un animal moderno por su canal magra, pesada, de buena conformación y con buenos rendimientos. Como ya se dijo se usa como raza paterna en cruzamientos para producir corderos para engorda, se menciona una mejor relación carne – hueso y se ha descubierto un gene “mayor” (llamado *Texel*) relacionado con más musculatura (hipertrofia) (De Lucas, 2014).

3.1.6 *Charollais*

Origen y distribución. Esta raza de origen francés es relativamente nueva en América; en México ha entrado con gran fuerza y de aquí se empieza a expandir rápidamente hacia Centro y Sudamérica, al emplearla como raza terminal para la producción de corderos gordos para el abasto.

Características. Son animales que por sus características externas permiten diferenciarlos fácilmente de otras razas, en especial por su cabeza trapezoidal sin o con pocos pelos que le confiere un color rosado, son acornes de orejas perpendiculares de tamaño medio (Figuras 21 a y b). Son de talla media, patas cortas y musculosas y su cuerpo redondeado. Los

machos pueden alcanzar los 140 kg y las hembras los 80 hasta 100 kg. Son de comportamiento reproductivo estacional, pero con buenas tasas de fertilidad (que rondan 90%), prolificidad de entre 1,7 a 1,9 corderos por parto y buenas lecheras que permiten buenas crianzas de sus corderos; estos muestran ganancias de peso entre 250 g a 450 g/día y conversiones alimenticias de 4 kg de alimento a 1 kg de peso, que le permiten alcanzar los 35 a 40 kg entre los 4 y 5 meses con canales de buena conformación. Datos en México sobre cientos de animales (de la UNO) indican pesos al nacer promedio de 4,4 kg (2 a 8 kg), a los 75 días de 30,2 (7,4 a 61 kg) y 120 días 35,2 (14 a 63 kg) (De Lucas y Arbiza, 1996; Gómez et al., 2014).

(a)



(b)



Figura 21: (a) Carnero y (b) corderas *Charollais*.

Fuente: José de Lucas Tron.

3.2 Razas para Carne de Pelo

Son bastantes las razas de este grupo distribuidas principalmente en la América tropical. Muchas de ellas son similares y cambian básicamente de nombre según el país, pero aparentemente su origen es el mismo de África Occidental, algunas ya son muy locales como la *Rabo largo*, la *Morada Nova* o la *Somalí* de Brasil, la *Camura* o *Roja africana* en Colombia, la *West African* de



Venezuela o la *Blackbelly* de Barbados. Aparentemente varias de ellas son variantes de la *Pelibuey* (algunos autores que han estudiado sus características por ser similares así lo consideran). Sin lugar a dudas son la *Pelibuey* y la *Blackbelly* (también conocida como oveja de Barbados), de las más importantes en América, por ello son aquí descritas. Pero también merecen una mención especial la descripción de dos razas sintéticas que se han hecho presentes y que en pocos años han mostrado una rápida distribución en Latinoamérica, primero en México y ahora en Centroamérica y países de Sudamérica como Colombia, Ecuador o Brasil, que son la *Katahdin* estadounidense y la *Dorper* sudafricana. Otra raza, por el momento local, pero importante en Brasil es la Santa Inés que también será descrita en esta sección.

3.2.1 La *Pelibuey*

Origen y distribución. Los ovinos de pelo fueron traídos a la América tropical con los barcos de esclavos provenientes de África, sin saber con exactitud en qué época, ni de que regiones, aunque se acepta que son de la parte occidental. La realidad es que en el siglo pasado se les encontraba diseminados en toda la región tropical desde Brasil hasta el sureste de México. Estos ovinos hoy muchos identificados por el nombre de *Pelibuey* (pelo de buey) u otros nombres como *West African* en Venezuela o *Morada nova* en Brasil o *Roja Africana*, *Pelona*, *Camura* o *Criolla* en Colombia, son bastante similares en su apariencia y parámetros productivos y reproductivos e incluso en un estudio muy importante de la FAO las agruparon y dan datos generales que muestran estas similitudes. Esto hace pensar que son o derivan de una misma raza y que debido a los procesos de selección locales, muestran algunas diferencias sobre todo externas (que sean rojas, canelas o blancas en general es según los gustos de los productores). En las Figuras 23 a y b, se muestran un par de rebaños colombianos, uno heterogéneo en sus colores como pasa con el *Pelibuey* y uno colorado de los cuales también hay en la misma raza *Pelibuey* (De Lucas y Arbiza, 1996).

(a)



(b)



Figura 22: (a) y (b) Rebaños de pelo en Colombia.
Fuente: Cortesía de Pedro Bulla.

Como sucede con la mayoría de las razas, éstas evolucionan en el tiempo, sea en tallas, formas y parámetros productivos y a esto no ha escapado la *Pelibuey*, ya que en la actualidad en México se identifican dos variedades o tipos, el que se puede denominar *tradicional* (u original y que es muy parecido con los de otras regiones de América) que ha mantenido una línea de animales con cuerpos esbeltos, patas largas, angulosos, tallas y pesos pequeños como los que se muestran en las Figuras 24 a y b y 25 a y b, y el que se podría denominar *nuevo Pelibuey*, que es producto de cruzamientos con otras razas (en especial *Katahdin*) y que ha dado como resultado animales con tallas, pesos y cuerpos más grandes, además el color se ha definido siendo el más aceptado el café claro o bayo (Figuras 26 a y b), y que no tendría mucha trascendencia si se quedara solo en México, el problema es que se están exportando a otros países de América y en un futuro deben de influir sobre los ovinos de pelo locales. De los primeros existe una buena cantidad de información de sus características productivas, mientras que de los segundos es escasa (De Lucas et al., 2016).

(a)



(b)



Figura 23: (a) y (b) Carneros *Pelibuey tradicional*.

Fuente: Cortesía de Cristino Cruz.

(a)



(b)



Figura 24: (a) Ovejas y (b) corderas *Pelibuey tradicional*.

Fuente: José de Lucas Tron.

Características. La *Pelibuey tradicional* presenta gran variación en los colores del pelo, destacando el blanco, bayo, canelo, café tostado, rojo, pintos y negro (Figuras 25 a y b), a veces presentan un poco de lana sobre el lomo. Son animales acornes en ambos sexos, cabezas angostas de perfil recto a

ligeramente convexo en los machos, las orejas cortas y en posición horizontal. El pelo que cubre el cuerpo es generalmente corto y grueso. En los machos, el pelo en el cuello y pecho es más largo lo que se conoce como pechera (Figura 24 b), datos de su circunferencia escrotal mencionan que se encuentra entre los 25 y 35 cm y con calidades seminales aceptables. Son ovinos de talla pequeña 55 a 70 cm de altura, con cuerpos angostos y angulosos, los pesos en los machos varían de los 40 a 80 kg y en las hembras de 35 y 45 kg, aunque animales mejorados en Cuba superan estos pesos (De Lucas et al., 2016).

(a)



(b)



Figura 25: *Nuevo Pelibuey*, (a) Machitos y (b) primilas.

Nota: Obsérvense los cuerpos más anchos, largos, redondos y tallas más grandes.

Fuente: José de Lucas Tron.

Son precoces sexualmente, manifestando la pubertad alrededor de los 300 días y los 18 a 20 kg (Lizárraga et al., 1990b). Bajo buenas condiciones de alimentación y sanidad, las corderas pueden parir desde los 12 meses, aunque en términos generales sucede sobre el año y medio, es decir los 18 meses y pesos que rondan los 30 kg, pudiendo alcanzar buenas tasas de fertilidad. En animales adultos, las fertilidades reportadas son muy amplias, pero en términos generales se ubican entre el 80 y 90% y los



tamaños de camada entre el 1,2 a 1,7 (Pérez, 1987), aunque se sabe de rebaños mejorados a través de selección que han alcanzado el 1,8 a 1,9 corderos por oveja parida. La estación de apareamiento es larga, aunque se observa un descenso de la actividad reproductiva entre los meses de febrero a abril -para el hemisferio norte fin de invierno primavera (Heredia, 1994), aun así, permite la posibilidad de 3 partos en dos años o intervalos entre partos de alrededor de 250 días (200 a 300 días). El peso al nacer se encuentra alrededor de los 2,5 kg y se reportan ganancias hasta el destete promedio de 150 g/día (con variaciones de entre 100 y 200g/día). Los pesos al destete van de 11,0 kg a 17 kg (cuando se realiza entre los 60 a 90 días), variando en función de los días al destete. Las ganancias posdestete reportadas son muy amplias y varían en función de las condiciones de manejo y alimentación de cifras por debajo de los 100 g a más de 200 g. Datos de la UNO (Unidad Nacional de Ovinocultores de México) de miles de animales mencionan peso al nacer 2,9 kg (1 a 5,5 kg), ajustados a 75 días 17,1 kg (7 a 33 kg) y 120 días 20,8 kg (9 a 45 kg), con ganancias de 187 g/día promedio (22 a 400 g) y prolificidad de 1,9 (1 a 4) corderos por oveja parida. Como se puede apreciar en esta y otras razas ya citadas los rangos son sumamente amplios debido a las enormes variaciones entre productores y sistemas de producción (Valencia et al., 1990; Valencia y González, 1983; Zermeño et al., 2011; De Lucas et al., 2015; De Lucas et al., 2016).

3.2.2 La *Blackbelly* (Oveja de Barbados)

Origen y distribución. Esta raza que ha sido clasificada dentro del grupo de ovinos de pelo junto con la *Pelibuey* y otras procedentes del África occidental, son de las más antiguas en la América Tropical. Es muy probable que su llegada se haya dado con los barcos que transportaban esclavos negros traídos de éste continente a las islas y países donde su distribución fue y es más notoria como es el Caribe, Venezuela o Colombia. A esta raza también se le identifica o es conocida como Panza Negra u oveja de Barbados por que según Rastogi et al. (1980), aunque es originaria de África, tiene más de 300 años en estas Islas de donde se ha distribuido a otras islas del Caribe, a Centro América, Venezuela, E.U. y México. Su mayor presencia es en las zonas tropicales de América. Como acontece en la mayoría de las razas hay cambios que se han dado sobre los animales originales, derivados de la selección o de los gustos de los productores, así como de cruzamientos desordenados generalmente con otras razas de

pelo sintéticas como la *Katahdin* o la *Dorper*. Dado lo anterior se encuentran dos grandes tipos de animales, que se pueden denominar los *tradicionales* y los *nuevos*, que difieren en algunos parámetros y tallas aunque no en el dibujo característico de la raza (De Lucas y Arbiza, 1996).

Características. Los *tradicionales* (Figura 27 a) en general son animales de talla pequeña de formas angulosas y patas largas, la altura media a la cruz está alrededor de los 60 cm en las ovejas y 75 cm en los carneros, el cuerpo es estrecho y anguloso. Los machos pesan de 48 a 70 kg y las ovejas entre los 32 a 45 kg. El pelo es de color rojizo oscuro o claro, el vientre es negro al igual que unas franjas que se proyectan sobre la parte interior de las patas y otra que va del encuentro sobre el cuello hasta la quijada, en la cabeza se encuentran dos franjas negras que corren casi paralelas a cada ojo. Son acornes tanto machos como hembras, aunque en algunas ocasiones se pueden manifestar unos cuernos pequeños (tocones) negros, las orejas son de tamaño intermedio, no pendulosas, pero si proyectadas horizontalmente al eje de la cabeza. La diferencia externa más importante del tipo *nuevo Blackbelly*, es su mayor talla, y sus cuerpos más grandes y redondeados como se muestra en la Figura 27 b (De Lucas y Arbiza, 1996; De Vendra y McLeroy 1982; De Lucas, 2013).

Son fácilmente reconocidos debido a su dibujo tan característico en la cabeza, panza y patas que ha permitido que por ello sean de los ovinos de pelo más identificados, pero también lo son en buena medida a su fama de ser una raza precoz, de estación de apareamiento larga o continua, con muy buena prolificidad (en particular el tipo tradicional) que puede rondar los 2,1 a 2,8 corderos por parto en ovejas adultas (Lizárraga et al., 1990a; Pérez, 1987; Rastogi, 1980) (Figura 28), aspecto este cada vez más buscado por los productores sobre todo de sistemas intensivos. Los machos presentan a lo largo del cuello un pelo largo característico de 10 a 15 cm conocido como pechera (Figura 29).

(a)



(b)



Figura 26: (a) Ovejas *Blackbelly* tradicional y (b) ovejas *BB* nueva.

Nota: Obsérvese la diferencia en los cuerpos de las primeras más angulosos respecto a las segundas.

Fuente: José de Lucas Tron.

Se les reconoce como animales mansos y dóciles, además se les considera inteligentes por sus instintos de protección a ambientes adversos. Se ha sugerido que poseen resistencia a cierto tipo de parásitos gastroentéricos. Otra característica de su comportamiento reproductivo es que destaca por su amplia estación reproductiva que le permite aparearse prácticamente todo el año y por lo tanto la posibilidad de tener apareamientos frecuentes, siendo lo más común tres en dos años e intervalos interpartos cortos de alrededor de 250 días (con rangos de 200 a 300). Se les reconoce por su buen comportamiento materno, lo que las hace excelentes madres que les posibilita criar hasta tres corderos. El peso al nacimiento oscila alrededor de los 2,5 kg y las ganancias de peso antes del destete pueden estar en los 100 g/día, aunque las cifras reportadas son muy variables, de la misma manera que para después del destete donde se mencionan cifras de entre 30 a 250 g/día. De acuerdo a las evaluaciones genéticas de la UNO (Unidad Nacional de Ovinocultores) de México realizadas a partir de registros de más de 2000 animales en el 2010, reportan para peso al nacer promedio de 2,9 kg (rango de 1 a 4,9 kg), peso ajustado al destete a 75 días de 17,1 kg (rango de 7,7 a 30 kg) y peso ajustado a 120 días de 24,7 kg (rango de 12 a 43 kg). Se menciona que es una raza que muestra resistencia a parásitos (Amador et al., 2009; De Lucas y Arbiza, 1996; De Lucas, 2013).



Figura 27: Oveja *Blackbelly* con tres corderos.

Fuente: José de Lucas Tron.



Figura 28: Carneros *Blackbelly*.

Fuente: José de Lucas Tron

El objetivo fundamental de esta raza es producir corderos para abasto, en especial en condiciones tropicales donde a otras razas les es difícil como son las lanadas para carne. Dadas sus buenas características reproductivas se emplea como raza materna.

3.2.3 La *Katahdin* Estadounidense

Origen y distribución. Esta raza pertenece al grupo de las sintéticas por ser formada a partir de otras. Es de relativa reciente creación en los Estados Unidos al formarse al final de los años 50 del siglo pasado por Michael Piel, quién la bautizó como *Katahdin* en honor a una pequeña montaña que tiene ese nombre del estado de Maine, de donde era originario. Se menciona que Piel se hizo de un rebaño de ovinos de pelo importados de las Islas Vírgenes (*Blanca de las Islas Vírgenes*), que se distinguían además de su ausencia de lana por su prolificidad y resistencia, estos animales los cruzó en una primera fase con *Suffolk* buscando la velocidad de crecimiento y carne de esta raza, pero manteniendo la ausencia de lana. Posteriormente a mediados de los años 70's sobre esta base se hacen cruzamientos con la *Wiltshire horn* inglesa, tratando de incorporar talla y mejoramiento de la canal. A partir de ahí se hizo una rigurosa e interesante selección por pelo, alta velocidad de crecimiento y buena tasa reproductiva, priorizando la prolificidad y contra cualquier indicio de cuernos o lana, lo cual ha derivado en el animal que actualmente es. Su distribución se centra principalmente en los Estados Unidos, Canadá y México, pero se está difundiendo rápidamente a otros países de Centro y Sudamérica como Colombia y Ecuador. En buena medida por que ha demostrado una gran adaptabilidad a diversos ambientes sean fríos como los de Canadá y Estados Unidos, a cálidos como lo son muchos lugares de México u otros de América tropical (De Lucas y Arbiza, 1996; De Lucas, 2010).



Características. Son animales de talla grande, llegando las hembras a pesar entre 50 a 80 kg y los machos de 90 a 140 kg o más. Se caracteriza por tener el pelo de diferentes colores y patrones, predomina el blanco y los canelas (café claro) y pintos en estos colores (Figuras 30 a, b y c), algunos pueden presentar fibras o una capa de lana que corre sobre el lomo y parte de los costillares, hasta la base de la cola, esto se presenta sobre todo en los criados en climas templados o templados fríos, desarrollando una lanilla muy fina debajo del pelo más largo y grueso. Esta capa interior pelecha en primavera, la ausencia de la misma es deseable y se selecciona en su contra. Son dóciles y por lo tanto fáciles de manejar y aparentemente son longevos (De Lucas y Arbiza, 1996; De Lucas, 2013).

Los machos presentan en el cuello un pelo largo que va de la base de la mandíbula hasta el encuentro (pecho) como se muestra en la Figura 30 a. Se prefieren acornes, aunque se pueden presentar con tocones (pequeños cuernos). La cola es de talla variable y usualmente no se le corta como a los ovinos de lana. Hay evidencias de ser precoces sexualmente y presentar una pubertad temprana, de tal forma que cuando son bien criados pueden empezar a ciclar a los 6 ó 7 meses de edad y obtenerse el primer parto entre los 12 y 18 meses. Algunos estudios muestran que las hembras tienen una actividad reproductiva amplia, ovulando todo el año y pudiendo aparearse prácticamente en cualquier estación. Sin embargo, estudios en México muestran que en apareamientos de marzo – abril, la tasa reproductiva es baja, no pariendo más allá del 50% de las hembras expuestas al semental. Las ovejas adultas frecuentemente tienen partos múltiples entre 1,6 y 1,9 corderos por oveja parida y destetes de 1,4 a 1,7 corderos destetados por veja expuesta y entre 35 y 40 kg de corderos destetado por oveja de cría. Son de fácil parición y no requieren de mucha asistencia. Otra característica que se menciona es su buena aptitud lechera que le permite criar mellizos sin mayor dificultad y lograr buenos pesos al destete (Gutiérrez et al., 2006; Hernández et al., 2008; De Lucas et al., 2006).

El peso al nacer se ubica entre los 3,5 y 5 kg, con pesos a los 50 días de entre 17 y 22 kg y a 150 días de 33 a 38 kg. También se menciona que en estabulación y en pruebas de comportamiento con dietas balanceadas superan los 300 g diarios de crecimiento y conversiones de 5 a 1. La canal es muy apreciada, con buenos rendimientos en los corderos, superiores al 50%, con áreas del ojo del músculo del lomo de 13 a 15 cm² y una grasa subcutánea de 3 mm de espesor, sin embargo, algunos estudios de la canal muestran acumulación importante de grasa cavitaria en especial en la región de los riñones. De acuerdo a las evaluaciones genéticas de la UNO (Unidad Nacional de Ovinocultores de México; criKmex, 2010), el peso al nacer 3,7 kg (1 a 6,9 kg), ajustado a 75 días (destete) 24,5 kg (10 a 42 kg) y 120 días 27,2 kg (15 a 48 kg) y prolificidad 1,6 corderos por oveja parida (Vergara et al., 2006 a y b; Zermeño et al., 2011; Gómez et al., 2014).

(a)



(b)



(c)



Figura 29: (a) Carneros, (b) ovejas y (c) corderas Katahdin. Fuente: José de Lucas Tron.

3.2.4 La Dorper Sudafricana

Origen y distribución. Esta raza fue formada en Sudáfrica, aunque en la literatura promocional de la raza se menciona en forma simplificada que es producto del cruzamiento de la raza Dorset de donde obtiene la primera parte de su nombre **Dor** y del Cabeza Negra Persa o *Persian Black Head*, de donde toma la segunda parte, el **per**, formando así el nombre actual de **Dorper**. En realidad, en la búsqueda de su conformación intervinieron allá por los años 30 a 40 del siglo pasado distintos cruzamientos entre razas que fueron usadas

como machos la *Ryeland*, la *Suffolk*, la *South Down* y la *Dorset Horn* y como hembras las razas indígenas *Afrikander*, la *Van Rooy Persian* y la *Blackhead Persian*, mejor conocida como *Somali*. Al final se encontró que el mejor cruzamiento era el de *Dorset* con *Blackhead Persian* (o *Somali*). La idea original de formación de esta raza era generar un animal resistente a condiciones difíciles como son las de zonas áridas o semiáridas, debido a que éstas son las de prácticamente la mitad del territorio de Sudáfrica. La distribución de esta raza fuera de Sudáfrica actualmente es amplia en América, sobre todo la tropical de Sudamérica y cada vez más en Centroamérica y en el norte, además de México, en Estados Unidos y Canadá. Esta raza fue desarrollada para producir, sobrevivir y desarrollarse bajo condiciones climáticas subóptimas, por ello debería aprovecharse su característica de haber sido formada para producir y sobrevivir en condiciones adversas como son las del árido o semiárido del que México, Chile o Brasil y otros países latinoamericanos tienen extensiones muy importantes (De Lucas y Arbiza, 1996; De Lucas, 2012a).

Características. Como resultado de la combinación de la *Dorset* con el *Cabeza Negra Persa* las características que se conocen del *Dorper* en la actualidad son: su cuerpo está cubierto de pelo color blanco, aunque también pueden estar totalmente cubiertos de lana o pelos entreverados con lana sobre todo en el lomo y los costillares. En algunos la cabeza es negra y en otros blanca (denominado *Dorper blanco*), la forma es ligeramente convexa, sus orejas son pequeñas, y pueden mostrar su cuello con papada (Figuras 31 a, b y c). El cuerpo en animales bien alimentados es compacto, redondeado y musculoso, sus patas son cortas, en la grupa y porción de la cola que a veces se les deja se acumula grasa, aunque nunca tanto como en su ancestro *Cabeza Negra Persa* (o *Somali*). Alguna información en que han comparado animales con pelo contra lanados o mixtos, han mostrado que los lanados presentan una mejor conformados en cuanto pecho, cuello, hombros y piernas. Esta raza puede presentar cuernos pequeños o carecer de ellos, aunque predominan los acornes. Su talla es mediana con pesos en las hembras de unos 50 a 60 kg y en los machos de 80 a 100 kg (De Lucas, 2012a).

(a)



(b)



(c)



Figura 30: (a) Carnero *Dorper* cabeza negra y (b) oveja y (c) corderas cabeza blanca.

Fuente: José de Lucas Tron.

Algunos criadores consideran la variedad blanca como otra raza (incluso en los registros de la UNO de México están separados), no siendo así, ya que la razón del color se debió a que en su origen la elección por el blanco fue debido a la preferencia de algunos productores por ese color. De sus parámetros reproductivos y productivos, según los reportes de la raza aparecen como buenos, son animales con fertilidad aceptable entre 82 a 86%; se sabe que tienen tendencias a un comportamiento reproductivo estacional, en México no se conocen estudios concretos, pero por reportes sobre épocas de parición se menciona una baja actividad de febrero a mayo. Con relación a la prolificidad es intermedia de 1,3 a 1,6 corderos por parto (aunque hay datos que van de 1,1 a 1,5, dependiendo de la calidad de las pasturas y del peso de los animales) y kg de cordero destetado por oveja por año de 34 a 35 kg, estos parámetros son más bajos en ovejas primíparas. Los resultados que se dan sobre cientos de animales (en México por la UNO) para tres pesos promedio en diferentes momentos fueron los siguientes: peso al nacimiento 3,7 vs 3,6 kg, a 75 días 24,4 vs 23,7 kg y a 120 días 33,1 vs 33 kg para el clásico y el de cabeza blanca respectivamente, de acuerdo a esto, todo parece indicar que más allá del gusto particular de cada productor no tiene ningún otro efecto ni sentido perder esfuerzos de posibles mejoras genéticas dándole valor a otros aspectos productivos (De Lucas, 2012a).



3.2.5 La Santa Inés brasileña

Origen y distribución. Esta raza originada en Brasil se ha ido distribuyendo en Sudamérica a países con climas tropicales como Colombia. Se cree que se deriva del mestizaje entre la *Morada Nova* y la raza italiana *Bergamasca*, de la que ha heredado la nariz romana, las orejas caídas, largas y pendulosas y los vestigios de lana. Los pelajes incluyen al blanco, rojo y negro en colores sólidos o en pintos con blanco (Figuras 32 a, b, c). Son de cuerpos y piernas largas, así como sus orejas que son largas y pendulosas. Los tamaños de la camada son chicas de 1,25. Los pesos adultos en las ovejas son de 40 a 50 kg y en machos de 60 a 80 kg, aunque se alcanza hasta los 100 kg (Fitzhug y Bradford, 1983).

(a)



(b)



(c)



Figura 31: (a), (b) y (c) Carnero Santa Inés.

Fuente: (a) Cortesía de Javier Lara y (b) y (c) Cortesía de Gianni Bianchi.

Características. El carnero adulto puede llegar rápidamente a los 85 kilos y en algunos casos llegan a los 100 kg. Presenta bajo contenido en grasa y piel de altísima calidad. **Es resistente y precoz, adaptable a diversos sistemas de cría y pasto.** Se le considera de excelente desempeño en la parte cárnica, y con excelentes cualidades maternas que permite producir corderos de buen desempeño tanto en confinamiento como en pastoreo, se señala buena resistencia a los parásitos gastrointestinales. En pastos nativos, **las medias de los corderos llegan a 3,5 kilos en el nacimiento, 19 kilos a los 112 días (destete), y 25 kilos a los 196 días de edad.** La tasa de mortalidad en la fase del destete es mínima.

Permite obtener animales para sacrificio de terneza extraordinaria, carne magra con porcentaje de grasa y colesterol inferior a las razas lanares usadas en producción de carne.

4. Razas Prolíficas

4.1 Romanov

Esta raza caracterizada por su alta prolificidad está presente en varios países, se está usando para mejorar éste parámetro en cruzamientos para carne. En América han hecho su aparición otras como la *Finish Landrace* (*Finish* o *Finesa*) pero no han tenido éxito, al igual que algunas sintéticas como la *Polipay* estadounidense.

Origen y distribución. Originaria de la región del Volga en Rusia (Fahmy, 1986). También pertenece al grupo de animales de cola corta. Debido a su alta tasa reproductiva se está difundiendo rápidamente en Canadá, USA y México, donde se ha estado cruzando principalmente con razas de pelo y de carne buscando su característica de alta prolificidad. También se le reporta en Brasil, Uruguay y Argentina.

Características generales. Son animales de talla media las hembras alrededor de 40 a 50 kg y los machos de 60 a 80 kg, de cabeza negra o con pintas blancas en el testuz o el morro o como una línea, son acornes o astadas, de orejas ligeramente anchas y en posición horizontal, las patas están cubiertas de pelos de color negro. La cubierta de lana de unas 21 μ se combina con pelos más gruesos de 70 μ que pueden ser bancos o con negro le puede dar una tonalidad gris o ser gris o de zonas blancas, su producción de unos 4,5 kg

se usa en la confección de tapetes. Los corderos al nacer son negros. Los machos muestran una pechera larga. En las Figuras 22 a, b y c, se aprecian estas características en la b machos y en la c, se muestra un macho junto con un *East Friesian* de color negro y dos *Texel*, que sirve para mostrar las diferencias. Se caracterizan por su alta fertilidad (80-90%) y prolificidad, capaz de producir en promedio 2,5 a 3 corderos por parto, con rangos de 1,8 a 4, aunque existe un reporte con 8 corderos. Su estación reproductiva es amplia y muestran una gran precocidad sexual a edades muy tempranas, se menciona después de los 3 meses, aunque en general las hembras en buenas condiciones de alimentación pueden llegar a los 40 kg entre los 6 y 8 meses de edad, permitiendo con ello la posibilidad de aparearse. Son buenas madres y animales longevos. El peso al nacer promedio es de 2,5 kg y se menciona que pueden alcanzar los 200 a 300g de ganancia diaria. Sus canales son magras (De Lucas y Arbiza, 1996).

(a)



(b)



(c)



Figura 32: (a) Ovejas, (b) macho y (c) carnero *Romanov* al lado de un *East Friesian* y dos *Texel*.

Fuente: José de Lucas Tron.

Como ya se dijo esta raza se emplea en cruzamientos, en especial para producir hembras F1 con objeto de mejorar la prolificidad, sobre todo cuando se realizan con razas para carne, múltiples estudios en diferentes partes del mundo y con diferentes razas así lo demuestran.

5. Razas Lecheras

Las razas de ovejas lecheras son poco conocidas en América, no obstante que en países como México y otros de la América indígena, los rebaños fundadores de la ovinocultura corresponden en buena medida a este grupo, tales son los casos de la *Churra*, la *Lacha (Latxa)* o la *Manchega*, españolas. Los ovinos lecheros han sido por siglos una muy importante alternativa de crianza y producción principalmente en la zona del Mediterráneo, como una posibilidad de generar una industria apreciada en todo el mundo, la de los quesos de oveja, que son reconocidos como los más famosos y requeridos en la cocina *gourmet*.

Son múltiples las razas lecheras que existen en el mundo, la mayoría distribuidas en Europa, Asia y África y muy poco en América. Se menciona que se produce algo de leche ovina en Canadá, Colombia y Bolivia y ahora en México. De las que se sabe su presencia en América destacan la *East Friesian* alemana, la *Lacaune* francesa, la *Awassi* y la *Assaff*, los autores especializados consideran que estas son las de más alto potencial de producción de leche por eso son descritas aquí, de otras que se reporta su presencia en América son la *Manchega* y *Lacha (Latxa)*. Todas estas razas difieren mucho en sus tamaños, formas y potencial de producción de leche, ya que están adaptadas a hábitats especiales y a distintos sistemas de manejo. El Cuadro 1, resume algunas de las principales características de las razas lecheras más importantes



Cuadro 1: Características productivas de algunas razas lecheras

Raza	Origen	Peso hembra	Producción promedio por día	Duración de la lactancia	Producción	Promedio de crías al año
East Friesian	Alemania	70 - 90	2.5	225 - 260	500 a 600	2.2
Lacaune	Francia	70 - 80	1.7 a 2.3	172 (100-210)	135 a 400	1.6 a 1.9
Assaf	Israel	70 - 80	2.5	160	170 a 550	1.6 a 1.7
Awassi	Israel	70-80	1.5 a 3	210 (260)	130 a 550	
Latxa	España	35 - 50	1.1 a 1.6	182	200 a 400	1.1 a 1.3
Manchega	España	55 a 75	1.2 a 1.7	150	150 a 250	2

Nota: Las características varían en función de muchos factores como: regiones, países, sistemas de producción, programas de selección, etc.

Fuente: Modificado de Gall (1975) y otros.

5.1 East Friesian (Milchschaaf o Frisona)

Origen y distribución. De las diversas razas que han hecho su aparición recientemente en América ésta merece una mención especial por ser de las que más difusión ha tenido. Es una raza muy antigua, originaria de Frisia Oriental, Alemania, donde se la conoce con el nombre de *Ostfriesisches Milchschaaf* de hecho en varios países se le identifica por el último nombre (*Milchschaaf*) que significa oveja de leche. Reconocida como la mejor productora de leche del mundo (algunos le llaman la *Holstein* de las ovejas), de ahí que se ha difundido en muchos países como mejoradora con buen éxito o para la formación de nuevas razas como la *Assaf* en Israel (De Lucas, 2012c).

Esta raza ha tenido una rápida difusión en diversos países latinoamericanos como, Brasil, Argentina, México o Uruguay, su atractivo inicial ha sido como lechera, pero cada vez es más apreciada por su buena tasa reproductiva, en especial su prolificidad y en la producción de ovejas F1 para posteriores cruzamientos o en cruzamientos directos terminales para carne, tanto usándolos como raza paterna o materna debido a sus buenas cualidades lecheras y reproductivas.

Características. Son ovinos de talla grande, alcanzando los machos alzas de 80-90 cm y pesos de 110 a 130 kg, mientras que las hembras están en 70-80 cm y 70 a 80 kg aunque se menciona hasta 100 kg, los corderos pueden ganar hasta 330 g/día. Son animales esbeltos con lana de color blanca, aunque se encuentran animales oscuros (Figuras 33 a y b), su cabeza es delgada y sin cuernos en ambos sexos; la cara y las patas están totalmente libres de lana, pero cubiertas con pelos blancos (brillantes), su morro es rosado y sus orejas semi-largas y perpendiculares a la cabeza (De Lucas, 2012c).

En el aspecto reproductivo muestran altas tasas en fertilidad y prolificidad alrededor de 2 corderos por parto, alcanzando hasta 2,3 corderos destetados/oveja. Son muy precoces logrando la pubertad a los 7 meses y pudiendo parir a edades tan tempranas como catorce a dieciséis meses. Los corderos logran buenas tasas de crecimiento, pero por razones no muy claras, su canal se considera de baja calidad. Es reconocida como la raza más lechera de Europa, alcanzando producciones de hasta 2,5 kg de leche al día y puede sostener lactancias de 250 o más días. Las producciones se ubican entre 500 a 600 kg (Gall, 1975) con 5,5 a 7% de grasa por oveja/año aunque se han llegado a reportar hasta 1,400 kg con 6% de grasa. La producción de lana está entre los 3,5 a 6 kg en los machos y 4,5 a 5 kg en las hembras. En México ya hay algunos rebaños que se están ordeñando y produciendo quesos, pero la información de producciones es escasa o parciales. La ubre es bulbosa como se muestra en la Figura 33 c, generalmente con pezones grandes y suelen ser fáciles de ordeñar manual y mecánicamente. Aunque nuevamente es importante en ésta como en otras razas lecheras el trabajo que se hace de selección en las ubres y sus pezones, lo que va marcando diferencias dentro de las razas (De Lucas, 2012c).

(a)



(b)



(c)



Figura 33: Ovejas *East Friesian* (Milchscharf) (a) típica, (b) una en color oscuro y (c) ubre bulbosa.
Fuente: José de Lucas Tron.

5.2 Lacaune

Origen y distribución. Esta raza es de reciente introducción en México, pero dada la enorme fama que la precede colocándola en ocasiones por encima de la *East Friesian*, se prevé que tenga una rápida expansión, en aquellos países que le están apostando a la producción de leche como sucede en Brasil o México. Su origen es francés y toma su nombre de un Cantón situado en los montes de Lacaune, sus características fueron fijadas en 1902 y en 1947 se establece el primer libro genealógico de la raza (Lacaune viande, sin año).

Características. Son animales de talla media a alta (70 a 80 cm a la cruz), cuerpos largos y amplios, donde las hembras pesan alrededor de 70 kg y los

machos de 100 a 140 kg. Su color es blanco, con una capa de lana que no alcanza a cubrir todo el cuerpo, sobre todo la región ventral y parte de las patas. Su cabeza es fina, recta, larga y desprovista de lana (a veces ligeramente combada) con pelo blanco lustroso, las orejas son medianas, ligeramente perpendiculares y dirigidas hacia adelante como se muestra en la Figura 34 a, mientras que en la 34 b se aprecia una ubre bulbosa. Es una raza de fácil ordeño (De Lucas, 2012c).

(a)



(b)



Figura 34: (a) Ovejas de raza *Lacaune* y (b) ubre de una oveja.

Fuente: (a) José de Lucas Tron y (b) cortesía del Dr. Gerardo Caja.

Esta raza, se considera cada vez más como una opción de sustitución de la *East Friesian*, dado que a esta última le atribuyen ser muy sensible a problemas de salud. Los datos de producción son variados dependiendo entre otros por ejemplo si se ordeña



después del destete, del sistema de producción y del grado de selección. En el pico de la lactancia pueden rondar los 3 lt y en producción total los 180 a 210 kg en lactancias de 180 a 210 días. En España se habla de lactaciones medias de 405 lt en 175 días, y en lactaciones estandarizadas de 150 días se obtienen producciones de 350 lt; contenido de grasa sobre 7% y proteína de 5,5%. Además de la leche, también es apreciada por algunas características de crecimiento, precocidad y reproductivas como la fertilidad donde se pueden alcanzar tasas de 90%, en prolificidad de 1,6 a 1,9, ambas asociadas a la producción de carne. Por ejemplo, se ha encontrado la manifestación de la pubertad sobre los 220 a 240 días y que el 76% de las primíparas puede parir a los 18 meses de edad, así mismo, se menciona la posibilidad de tres partos en dos años, aunque se reportan cifras superiores; el peso al nacer es variado (2,5 a 3 kg) aunque puede rondar los 4 kg; cuando se comercializa como lechal es sobre los 11 kg con poco menos de un mes; el crecimiento se ubica entre 225 y 290 g/día en las primeras etapas y puede alcanzar entre 298 y 365 g/día en cruzamientos, lo que permite a los 100 días pesos al sacrificio de 34 a 38 kg. Con su leche se elaboran diversos quesos entre ellos el famoso Roquefort (De Lucas, 2012c).

5.3 Awassi

Origen y distribución. La presencia de esta raza se reporta en Argentina, Chile y recientemente en México, si bien su número es reducido, las perspectivas de crecimiento son importantes. Se le considera una de las razas más antiguas y actualmente de las más productoras de leche, originaria del suroeste asiático (Irak, Líbano, Siria, Jordania e Israel), muy probablemente de Siria y distribuida por todo el Medio Oriente. Su nombre se atribuye a una tribu la “Awass” o al término que se da para el atuendo camello rojo y negro o para una oveja blanca (Epstein, 1980). Es muy popular en Israel y en prácticamente todo el medio oriente y en las islas del Mediterráneo, además en algunos países europeos como España fue introducida hace ya varios años, así como en el norte de África. En Israel, se le ha dado gran importancia y ha sido objeto de una selección esmerada conociéndose esta variedad como *Awassi* mejorada. Además, en ese país, ha sido cruzada con la *Friesian*, para dar lugar a la popular raza lechera *Assaf* y en Pakistán la *Park Awassi* cruzada con la local *Kacchi* (De Lucas y Arbiza, 1996; De Lucas, 2012c).

Características. Esta raza se le incluye también en la clasificación del grupo de cola o grupa grasa, ya que presenta una cola gruesa muy ancha en su base, que llega hasta los corvejones y con pesos de 6 a 12 kg según el sexo y otros (a veces se le quita para facilitar la reproducción), como animal de desierto que es, son

resistentes a condiciones difíciles de alimentación y temperatura de ahí en buena medida la grasa de su cola y su lana basta. Son de talla media – alta con alturas a la cruz de 70 a 80 cm en los machos y de 58 a 70 cm en las hembras, su peso adulto se encuentra entre 60 a 90 kg los machos y 30 a 50 kg las hembras. Los machos presentan cuernos y las hembras son acornes, las orejas son largas y pendulosas de unos 15 cm, la forma de la cabeza es roma (convexa), está cubierta de pelo de color rojo con una mancha blanca en el morro o testuz, como se aprecia en las Figuras 35 a y b. La lana es blanca, larga de 10 a 15 cm y gruesa, con diámetros de 30 a 35 μ , los vellones dependiendo de los animales pesan entre 2 y 2,5 kg hasta 4 kg (De Lucas y Arbiza, 1996; De Lucas, 2012c).

La fertilidad reportada es baja (80%), aparentemente por las pobres condiciones en que son criadas, aunque también se atribuye al tamaño de su cola que le dificulta la reproducción, y con relación a su prolificidad también se considera baja. El peso al nacer está sobre los 4 kg.

(a)



(b)



Figura 35: (a) Ovejas. y (b) carneritosos de raza Awassi.

Fuente: José de Lucas Tron.

La forma de la ubre es diversa, pero en general pendular, en ovejas mejoradas es de forma globular. La producción de leche se encuentra entre los 130 a 550 kg en lactaciones de 120 a 260 días, las diferencias obedecen a las mejoras que se han hecho de la raza y a los cruzamientos, el contenido de grasa en la leche esta entre 5 y 7%.

5.4 Assaf

Origen y distribución. Esta raza que se ha hecho presente recientemente en México pertenece al grupo de las sintéticas formada en Israel a través de la cruce de *Awassi* con *East Friesian* (cruce de *Friesian* 33%, con *Awassi* 66%) en 1955, si bien su origen es israelí, se ha asentado con éxito en España y Portugal, donde tras cruzarse con razas locales y hacerse selección se ha configurado una *Assaf* que ya se considera española como las que se muestran en las Figuras 36 a y b. Esta raza se distingue tanto por su cabeza ligeramente convexa libre de lana de color blanco o café, con orejas grandes y ligeramente pendulosas, así como su cola grasa, ambas influencias de su precursora *Awassi*. De cuerpo largo cubierto de lana (De Lucas y Arbiza, 1996; De Lucas, 2012c).

(a)



(b)



Figura 36: (a) Ovejas de la raza *Assaf* en España y obsérvese en (b) el grosor de la cola reminiscencia de la *Awassi*.

Fuente: José de Lucas Tron.

Características. Por ser reciente su introducción no hay información en Latinoamérica de aspectos productivos, en España la talla es media – alta, pesan entre 60 y 80 kg las hembras y 80 a 100 los machos. Con relación a la producción de leche se reportan cifras oficiales de 330 lt (2,2 lt/día) en 150 días, aunque los

rangos tanto para cantidad de leche como de días son amplios, yendo de 170 a 550 lt y 120 a 300 días, con 6,5% de grasa (5 a 8%). Son precoces sexualmente, pudiendo parir entre los 14 y 16 meses, tienen buena fertilidad y su prolificidad ronda 1,6 a 1,7 corderos por parto (De Lucas y Arbiza, 1996; De Lucas, 2012c).

6. Las Razas Criollas

6.1 Las Razas Criollas Españolas en la América Indígena

Origen y distribución. Las razas lecheras españolas son de singular importancia para México y otros países de la América Indígena, no tanto por su característica de ser lecheras, sino, porque curiosamente aunque no se sabe que se hayan ordeñado alguna vez, se consideran importantes dentro de las fundadoras de los rebaños ovinos durante la época de la Colonia (De Lucas y Arbiza, 2010). Hoy día tienen una presencia importante de comunidades indígenas de México, Guatemala, Perú, Ecuador, Bolivia, Brasil o Argentina, se les encuentra a veces muy degeneradas o cruzadas con razas de reciente introducción como la *Suffolk* y otras más, para apoyar esto en las Figuras 37 a, b y c, se muestran rebaños criollos de distintas regiones de México, donde se aprecian desde animales con el dibujo de la cara característico de las *Churras* a otros tipos como la *Lacha (Latxa)* o la *Manchega* y otros españoles (Esteban y Tejón, 1980). Algunos estudios en que las han ordeñado para ver sus producciones muestran en términos generales que han perdido tras más de 400 años su característica lechera (Pérezgrovas, 1999).

(a)





(b)



(c)



Figura 37: Rebaños criollos de distintas regiones del México indígena donde se aprecian animales con el dibujo (o vestigios del mismo) de la cara característico de las razas (a) *Churra* o tipos (b) *Latxa* y (c) *Manchega*.
Fuente: José de Lucas Tron.

Los parámetros productivos y reproductivos son muy variados, pero en términos generales muy pobres, por ejemplo, datos de México señalan 0,6 corderos por oveja por año, pesos al nacer de 2 o menos kg, la producción de lana no rebasa los 2 kg y otros parámetros son por el estilo. Sin embargo, estos rebaños tienen una enorme importancia social y económica para estos productores, por ejemplo, en Chiapas México su lana es usada para sus vestimentas típicas o artesanías muy apreciadas o para abonar los terrenos en que sembrarán al año siguiente. Hay intentos de rescatar estas razas, dado que entre otras cosas han mostrado su supervivencia en condiciones muy pobres la mayoría de las veces y porque son un recurso genético importante para los años por venir; en las Figuras 38 a y b se presenta un rebaño criollo de Perú y otro de Argentina.

(a)



(b)



Figura 38: Rebaños criollos en (a) Perú y en (b) Argentina.
Fuente: (a) José de Lucas Tron y (b) cortesía del Dr. Joaquín Mueller.

6.2 Otras Razas Reportadas en Latinoamérica

Finalmente, como se dijo al inicio, se eligieron las razas más importantes, por su distribución, contribución y perspectivas para América Latina, sin embargo nos queda claro que, ni por lejos, son todas las presentes y por ello se termina con un listado de algunas razas presentes en los países y que para algunos son de importancia local. Las fuentes de este cuadro son diversas por ejemplo: Cardellino (2000), De la Barra et al. (2010), Asociación Brasileña de Ile de France, Abella et al. (2010) y Pérez Patricio (sin año).

Cuadro 2: Otras razas reportadas en Latinoamérica conforme distribución, contribución y perspectivas.

Argentina	Chile	México
Pampinta (lechera)	Marin Magellan Meat Merino (M4)	Columbia
Magrario (carne)	Chilota	Damara
Comarqueña	Latxa o Lacha	Merino Precoz
Valletana	Karakul	Beltex
Austral (Romney Marsh X Finnsheep)	Merino Australiano	Blanca de las Islas Vírgenes o St. Croix
Karakul	Merino Precoz Aleman	Romanov
Merino Precoz Aleman	Merino Precoz Francés	East Friesian
Finish Landrace	Hidango	Lacaune
Border Leicester	Finish Landrace	
Poll Merino	Glen Valley Border	
Manchega	Border Leicester	
Lincoln	Awassi	
	East Friesian	
	Suffolk	
	Hampshire	
	Romney	
	Texel	
Brasil	Colombia	Venezuela
Somalí	Santa Inés	Criollo
Morada Nova	Camura o pelona	West African
Rabo largo	Mora Colombiana	Blackhead Persian
Texel	Katahdin	
Dorper	Pelibuey	
Corriedale	Cheviot	
Hampshire down	Texel	
Suffolk	Charollais	
Ile de France	Dorset	
Merino Australiano	Hampshire Down	
Ideal (Polwarth)	Black Belly	
Romney	Suffolk Down	
Poll Dorset	Romney Marsh	
Lacaune	Frisona	
Creole (ovelha Crioula)	Corriedale	
Ovelha Moura	Lincoln	
	Scottish Blackface	
	Merino	
	Romanov	
Uruguay		
East Friesian		
Texel		
Dorset		
Merino Australiano		
Hampshire		
Corriedale		
Merino precoz		
Romney		

Fuente: Elaborado por José de Lucas Tron.

7. Agradecimientos

A todos los amigos técnicos de México y otros países que nos apoyaron con información como: Patricio Pérez de Chile, Gianni Bianchi y Santos Arbiza de Uruguay, Ana Mabel Petrina y Joaquín

Mueller de Argentina, Pedro Bulla de Colombia, Gerardo Caja de España. Y a los técnicos y profesores nacionales que nos han facilitado sus imágenes para esta revisión y aportado sus comentarios como Omar Salvador Flores y Miguel Ángel Pérez Razo.



Referencias²

- Abella I, Cardellino RC, Mueller J, Cardellino RA, Benítez D, Lira R. South American Sheep and Wool Industries. In: Cottle DJ, editor. International Sheep and Wool Handbook. Nottingham: Nottingham University Press; 2010. p. 85-94.
- Amador ZH, Cortés MX, Pérez RM, De Lucas TJ. Parámetros productivos y reproductivos en ovinos de la raza Blackbelly. En: Memorias de las XXXIV Jornadas Científicas y XIII Jornadas Internacionales de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Realizado en Barbastro, España, 16 al 19 de septiembre; 2009.
- Becerra MC, Pérez RM, De Lucas TJ. Evaluación productiva y reproductiva de la raza ovina *Hampshire* en el altiplano central de México. En: Memorias del XIV Congreso Nacional de Ovinocultura organizado por AMTEO (Asociación Mexicana de Técnicos especialistas en Ovinocultura) y la Universidad Autónoma de Chiapas. Realizado en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 11 y 12 de septiembre; 2008.
- Belschner HG. Sheep Management and Disease. Agricultural and Livestock Series. Sydney: Angus and Robertson; 1971.
- Botkin MP, Field RA, Leroy JC. Sheep and wool: science, production and management. New Jersey: Prentice Hall; 1968.
- Brougham FRS (chairman). Sheep: their breeds, management and diseases, to which is added the Mountain Shepherd's Manual. Library of Useful Knowledge. Published under the superintendence of The Society for the Diffusion of Useful Knowledge. London: Baldwin and Cradock; 1837.
- Cardellino RA. Animal genetic resources in Southern Brazil. Archivos de Zootecnia. 2000; 49(187):327-331.
- Castillo HL, Salvador FO, Pérez RM, De Lucas TJ. Evaluación reproductiva y productiva de la raza Suffolk en el Altiplano Central de México. En: Memorias del XXVII Congreso de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia (SEOC). Realizado en Ciudad Real, España, 20 y 21 de septiembre; 2012.
- De la Barra R, Uribe H, Latorre E, Primitivo FS, Arranz J. Genetic structure and diversity of four Chilean sheep breeds. Chilean Journal of Agricultural Research. 2010; 70(4):646-651.
- De la Cruz Colín L. Evaluación de características productivas en corderos de las razas Hampshire, Dorset y Suffolk en pruebas de comportamiento. Tesis Maestría del Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México; 2004.
- De Lucas TJ, García AA, Abraham JG. Factores que influyen en el peso de corderos raza Suffolk del nacimiento al destete. En: Memorias Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Chihuahua, México; 1992.
- De Lucas TJ. El Suffolk en México. Revista del Borrego. 2006; 7(43).
- De Lucas TJ, Arbiza AS. La raza Merino y la *Rambouillet* en México I. Revista del Borrego. 2007a; 8(47).
- De Lucas TJ, Arbiza AS. La raza Merino *Rambouillet* en México II. Revista del Borrego. 2007b; 9(49).
- De Lucas TJ. La raza Hampshire en México. Revista del Borrego. 2009; 10(61):18-30.
- De Lucas TJ. Características y usos de la *Katahdin* en México. Revista del Borrego. 2010; 11(65):32-36.
- De Lucas TJ. Origen distribución y futuro de la raza Dorper en México. Revista del Borrego. 2012a; 12(74).
- De Lucas TJ. La raza Dorset en México, apreciada por sus características. Revista del Borrego. 2012b; 12(78).
- De Lucas TJ. Razas ovinas lecheras (opciones para México). En: Memorias del "II curso taller internacional de leche de oveja y productos derivados de la leche de oveja y cabra". Organizado por la FMVZ de la UAEM y la AMTEO. Realizado en el Cerrillo Piedras Blancas, municipio de Toluca y la Ciudad de Toluca, 12 y 13 de noviembre; 2012c.
- De Lucas TJ. La raza *Blackbelly* en México. Revista del Borrego. 2013; 14(79).
- De Lucas TJ. La raza *Texel* en México. Revista del Borrego. 2013-2014; 15(85).
- De Lucas TJ, Arbiza AS. Razas Ovinas. México: Editores Mexicanos Unidos; 1996.
- De Lucas TJ, Arbiza AS. Contribución de los ovinos y los caprinos a la ganadería mexicana y sus perspectivas. En: Memorias del Simposio "La contribución de los ovinos y caprinos en la producción de alimentos". Realizado como parte de los festejos XXXI aniversario del Colegio de Posgraduados. Texcoco, México, 10 de septiembre; 2010.

² Con objeto de hacer más fluida la lectura de éste capítulo, se ha tratado de colocar al final de los párrafos la mayoría de las citas bibliográficas que fueron consultadas.

- De Lucas TJ, Martínez RL, González PE. Estacionalidad reproductiva en ovejas de cinco razas en el Altiplano Central Mexicano. *Tec. Pec.* 1997; 35(1):25-31.
- De Lucas TJ, Salvador FO, González LS. La Raza Pelibuey en México. *Revista del Borrego.* 2016; 17(97).
- De Lucas TJ, Pérez RMA, Salvador FO, De Lucas TJ. Efecto del sexo y tipo de nacimiento sobre el peso de corderos *Pelibuey*. En: Memorias del IX Congreso de ALEPRyCS, II Congreso Argentino de Producción Caprina y Foro Nacional de Productores Caprinos. Realizado en la ciudad de La Rioja, 6, 7 y 8 de mayo; 2015.
- Devendra C, McLeroy GB. Goat and sheep production in the tropics. Intermediate Tropical Agricultural Series. London and New York: Longman Scientific and Technical Publishers; 1982. p. 218-219.
- Esteban MC, Tejón TD. Catálogo de razas autóctonas españolas. I. Especies ovina y caprina. Madrid, España: Dirección General de la Producción Agraria; 1980.
- Fahmy MH. The Romanov a new breed in North American Scene. *Shepherd.* 1986; 31(10).
- Figueiredo EAP, Oliveira ER, Bellaver C, Simplício AA. Hair sheep performance in Brazil. In: Fitzhugh HA, Bradford GE. Hair Sheep of Western Africa and the Americas. A Genetic Resource for the Tropics. A Winrock International Study. Boulder, Colorado: Westview Press; 1983.
- Gall C. Producción lechera de ovejas y cabras. *Revista Mundial de Zootecnia.* 1975; 13:1-8.
- García Martín P. Historia del Merino. II Conferencia Mundial del Merino. Madrid, España; 1986.
- Gómez MR, Salvador FO, De Lucas TJ, Pérez RMA. Evaluación de la ganancia de peso en las razas *Charollais*, *Dorset*, *Katahdin* y *Suffolk*. En: Memorias del XXXIX Congreso de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia (SEOC). Ourense, España, 17 a 19 de septiembre; 2014.
- Gutiérrez YA, Lara PJ, De Lucas TJ, Pérez RMA. Comportamiento reproductivo de una cabaña *Katahdin* en México. En: Memorias de XIII Congreso Nacional de Producción Ovina de la AMTEO. Realizado en la Biblioteca de la FMVZ de la UAEM, 6 al 8 de septiembre; 2006.
- CRIMEX. *Revista del Borrego.* 2010; 11(63).
- Heredia AM. Determinación de la época de menor actividad estral de la oveja *Pelibuey* en el trópico. Tesis maestría. FESC-UNAM; 1994.
- Hernández MI, Luna SBG, Gutiérrez YA, Pérez RM, De Lucas TJ. Comportamiento productivo y reproductivo en ovejas primíparas de la raza *Katahdin*. En: Memorias del XIV Congreso Nacional de Ovinocultura organizado por AMTEO (Asociación Mexicana de Técnicos especialistas en Ovinocultura) y la Universidad Autónoma de Chiapas. Realizado en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 11 y 12 de septiembre; 2008.
- Hulet CV, Shelton M, Gallagher JR, Price DA. Effect of origin and environment on reproductive phenomena in *Rambouillet* ewes. I. Breeding season and ovulation. *Journal of Animal Science.* 1974; 38(6):1210-1217.
- Jiménez BR. Productividad de la oveja *Suffolk* en México. Tesis de maestría. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México; 1996.
- Lacaune Viande. Une race performante, des programmes de sélection efficaces et adaptés. U.P.R.A. LAUCANNE. Sin año.
- Lara PJ, Gutiérrez YA, De Lucas TJ. Parámetros productivos y reproductivos de una explotación comercial *Suffolk*. En: Memorias del III Congreso Nacional de Producción Ovina. Tlaxcala, México; 1990.
- Lizarraga CO, Rodríguez RO, De Lucas TJ. Comportamiento reproductivo en corderas *Black Belly* servidas al presentar la pubertad y al alcanzar un peso mínimo. En: Memorias de la XII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Brasil; 1990a.
- Lizarraga CO, Rodríguez RO, De Lucas TJ. Comportamiento reproductivo en corderas *Pelibuey* servidas al presentar la pubertad y al alcanzar un peso mínimo. En: Memorias de la XII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Brasil; 1990b.
- Mason IL. Classification and distribution of sheep breeds. Chapter 10. In: Majjala K, editor. Genetic resources of pig, sheep and goat. Amsterdam: Elsevier Science Publishers; 1991.
- Morales D, Gutiérrez YA, De Lucas TJ. Análisis de producción ovina para producción de pie de cría de la raza *Suffolk* I. Comportamiento reproductivo. En: Memorias I Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Montevideo, Uruguay; 1999a.
- Morales D, Gutiérrez YA, De Lucas TJ. Análisis de producción ovina para producción de pie de cría de la raza *Suffolk* II. Comportamiento productivo. En: Memorias I Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Montevideo, Uruguay; 1999a.



- Parker CF. Sheep breed dynamics in the United States. En: National Sheep Genetics Symposium. Columbus, Ohio, september 5-7; 1996. p. 1.
- Pérez CP. Factores que influyen la prolificidad en ovinos de razas tropicales. Tesis de Maestría. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México; 1987.
- Pérez MP. Razas existentes en Chile. Departamento de Fomento de la Producción Animal. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile; Sin año.
- Pérezgrovas GR. Los Carneros de San Juan. En: Ovinocultura Indígena en los Altos de Chiapas. Instituto de Estudios Indígenas. Universidad Autónoma de Chiapas; 1999.
- Ponting K. Sheep of the World. Poole, Dorset: Blandford Press; 1980.
- Rastogi RK, Williams HE, Youssef FG. Los ovinos Blackbelly de Barbados. In: Mason IL, editor. Ovinos prolíficos tropicales. Roma, Italia: FAO; 1980. p. 7-36.
- Ryder ML. Merino history in Old Wool. Textile history. 1987; 18(2):117-132.
- Ryder ML, Stephenson SK. Wool Growth. London, New York: Academic Press; 1968.
- Simmons P. Raising Sheep the Modern Way. Charlotte, Vermont: Garden Way Publishing; 1976.
- Spinelli GA. Associacao Brasileira de Criadores de Ile de France ABCIF. Available from: <www.iledefrance.org.br>.
- Santos BFS, Green RE. Ile de France – mais de 30 anos de História no Brasil. Associacao Brasileira de Criadores de Ile de France ABCIF. Available from: <www.iledefrance.org.br>.
- Terril CL. Sheep Breeds - Sheep Raising. Chapter 2. In: Von Bergen W, editor. Wool Handbook. New York: Interscience Publishers; 1963.
- Trejo GA, De Lucas TJ. Comportamiento reproductivo de rebaños Suffolk en el Altiplano Mexicano. En: Memorias I Congreso Nacional de Producción Ovina. Zacatecas, México; 1988.
- Urrutia MJ, Martínez RL, Sánchez GF, Pijoan AP. Parámetros reproductivos de la raza Rambouillet en el Altiplano de México. In: Memorias del I Congreso Nacional de Producción Ovina. Zacatecas, México: AMTEO; 1988a.
- Urrutia MJ, Martínez RL, Sánchez GF, Pijoan AP. Programa acelerado de empadres con borregas Rambouillet en el Altiplano de México. In: Memorias del I Congreso Nacional de Producción Ovina. Zacatecas, México: AMTEO; 1988b.
- UNO (antes AMCO). Evaluaciones genéticas en ovinos. Catálogo de sementales de alto valor genético; 2010 a 2015.
- Valencia ZM, González PE. Pelibuey sheep in México. In: Fitzhug HA, Bradford GE. Hair Sheep of Western Africa and the Americas. A Genetic Resource for the Tropics. A Winrock International Study. Boulder, Colorado: Westview Press; 1983.
- Valencia MJ, González-Reyna A, López-Barbella SF. Hair sheep in Mexico and Venezuela: reproduction in Pelibuey and West African Sheep. In: Livestock Reproduction in Latin America. Vienna: International Atomic Energy Agency; 1990. p. 299-320.
- Vergara VI, De Lucas TJ, Pérez RM-A. Evaluación productiva de ovinos Katahdin, Dorper y Romanov en una explotación intensiva de México. En: Memorias de las XXXI Jornadas Científicas y X Jornadas Internacionales de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Zamora, España: SEOC. 20 al 22 de septiembre; 2006a. p. 243.
- Vergara VI, De Lucas TJ, Pérez RMA. Evaluación productiva de ovejas Pelibuey, Blackbelly, Katahdin, y Dorper cruzadas con sementales Katahdin y Dorper en una explotación intensiva de México. En: Memorias de las XXXI Jornadas Científicas y X Jornadas Internacionales de Ovinotecnia y caprinotecnia. Zamora, España: SEOC. 20 al 22 de septiembre; 2006b. p. 247.
- Zermeño Cruz R, Pavón Meza E, Salvador Flores O, De Lucas TJ, Pérez Razo M. Edad al primer parto e intervalo entre partos en las razas *Charollais*, *Dorset*, *Katahdin*, *Pelibuey*, *Suffolk* y *Romanov*. En: Memorias de XVI Congreso Nacional AMTEO (Asociación Mexicana de Técnicos especialistas en Ovinocultura). Villa Hermosa, Tabasco, 7 al 9 de septiembre; 2011.

Reproducción ovina

*Víctor Hugo Parraguez Gamboa*¹

*Óscar Alejandro Peralta Troncoso*²

*Francisco Andrés Sales Zlatar*³

1. Características Generales de la Reproducción en Ovinos

La reproducción es una de las funciones biológicas más importantes para cualquier especie animal, ya que de ella depende la mantención o incremento de la cantidad de individuos en una población o rebaño.

La reproducción en ovinos es significativamente afectada por factores ambientales y cuando estas son favorables, la actividad reproductiva expresa su pleno potencial. Los principales factores ambientales que permiten la reproducción incluyen fotoperiodo adecuado, condiciones térmicas favorables, buena disponibilidad de alimentos en cantidad y calidad, y un ambiente de bajo estrés. Condiciones inadecuadas pueden conducir a una disminución de la capacidad reproductiva, que puede ir desde sub-fertilidad a la infertilidad. Por lo tanto, la expresión del potencial reproductivo sólo es posible cuando los animales desarrollan y establecen un equilibrio homeostático con su entorno.

La oveja es considerada una hembra poliéstrica estacional de días cortos, esto es que presenta actividad reproductiva (estación reproductiva) cuando la duración del día-luz se está acortando y que, en este periodo puede presentar varios ciclos reproductivos consecutivos. Asimismo, esta

definición considera que existe un periodo anual donde la hembra no expresa actividad reproductiva, conocido como anestro estacional o estación de anestro. La duración de la estación reproductiva es variable y depende directamente de los cambios en la proporción de horas de luz vs horas de oscuridad (fotoperiodo) en un territorio en particular. Este cambio, ciertamente, depende de la distancia del territorio considerado hasta la línea del Ecuador. En otras palabras, mientras más alejado del Ecuador es un territorio, mayor es el cambio de fotoperiodo a lo largo del año, lo que favorece una marcada estacionalidad en la expresión de la actividad reproductiva de la oveja y, consecuentemente, una marcada estación de anestro estacional. Por el contrario, mientras más cerca del Ecuador esté el territorio, menor es el cambio de fotoperiodo a lo largo del año, por lo que la estación reproductiva es menos marcada y acotada, con una breve estación de anestro, la que a veces ni siquiera se evidencia con claridad. Adicionalmente, el fenómeno de estacionalidad reproductiva tiene también un componente genético, pues las razas ovinas que se han desarrollado en regiones septentrionales o meridionales tienden a expresar con mayor intensidad la estacionalidad reproductiva en comparación a las razas desarrolladas en regiones ecuatoriales. Los machos ovinos, por su parte, aun cuando también son estacionales de acuerdo a los criterios establecidos precedentemente, presentan variaciones reproductivas estacionales de menor magnitud, conservando la libido y la capacidad de eyacular y fertilizar a las hembras a lo largo de todo el año. Los cambios que mayormente se expresan en los

¹ MV, MSc, PhD. Facultad de Ciencias Veterinarias y Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. E-mail: vparragu@uchile.cl

² MV, MSc, PhD. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Chile. E-mail: operalta@uchile.cl

³ MV, PhD. Centro Regional de Investigación Kampenaike, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura, Chile. E-mail: fsales@inia.cl



carneros son el tamaño testicular y de las glándulas accesorias, el volumen y la concentración espermática del eyaculado y la motilidad y parámetros cinéticos de los espermatozoides, encontrándose los mayores valores para estas características durante la estación reproductiva (ver Parraguez et al., 2012).

El patrón de reproducción en esta especie (y en los animales en general) está evolutivamente adaptado para que los partos ocurran cuando las condiciones ambientales sean favorables para la sobrevivencia y mejor desarrollo posnatal de las crías. Si consideramos que los apareamientos deben ocurrir mayormente durante fotoperiodo decreciente, entonces luego de una gestación de aproximadamente 5 meses, los partos ocurren durante fotoperiodo creciente, lo que implica, además, incremento de la temperatura ambiental y reinicio o incremento del crecimiento vegetativo de las praderas, asegurando mayor disponibilidad de forraje, lo que a su vez favorece una buena producción de leche para la adecuada crianza de los corderos. Resumiendo lo anterior, se puede decir que en la mayoría de los sistemas ovinos en zonas no ecuatoriales, el patrón poliéstrico estacional establece actividad reproductiva durante verano y otoño, mientras que en regiones ecuatoriales esto ocurre casi durante todo el año. Asimismo, se puede concluir que la actividad reproductiva en ovejas está controlada principalmente por el fotoperiodo y otros factores como la latitud, el clima, la disponibilidad de alimento y la raza.

2. Ciclo Estral y Control de la Gametogénesis

La duración del ciclo estral corresponde al intervalo entre dos estros o dos ovulaciones sucesivas. De acuerdo a esta definición, el ciclo reproductivo de la oveja tiene una duración promedio de 17 días, con un rango de variación de entre 14 y 19 días. La duración del ciclo estral en la oveja es altamente conservada, solo con pequeñas diferencias entre razas y una tendencia a ser levemente más breve en hembras púberes. La presencia de ciclos largos se asocia a baja expresión de comportamiento de celo y/o falla en la ovulación. Adicionalmente, anomalías en la duración del ciclo estral pueden ser consecuencia de anormalidades del cuerpo lúteo, ya sea luteinización insuficiente o luteólisis anormal, que lleven a modificar la vida media de esta estructura ovárica (ver Parraguez et al., 2012).

Los ovocitos ovulados en cada ciclo estral proceden de una población folicular inicial de 40.000 a 300.000 folículos primordiales (tipo 1 ó 1a) que se pueden encontrar en los ovarios de una cordera al nacimiento. Sin embargo, gran parte de ellos sufren atresia durante la foliculogénesis que ocurre en la vida postnatal. Por mucho tiempo se pensó que los folículos primordiales se mantenían en estado de quiescencia hasta la etapa prepuberal. Sin embargo, hoy se sabe que constantemente hay grupos de folículos primordiales que abandonan el pool de folículos quiescentes, prosiguiendo su desarrollo a folículos comprometidos (“*committed follicles*”) primarios (tipo 2) y preantrales pequeños (tipo 3). Esta etapa temprana del crecimiento folicular es independiente de gonadotrofinas (por ello a estos folículos también se les llama “folículos independientes de gonadotrofinas”) y cursa bajo el control del ovocito mediante la acción paracrina de factores de crecimiento, principalmente miembros de la superfamilia del Factor de Crecimiento Transformante-Beta (*Transforming Growth Factor-Beta*: TGF- β) donde el Factor de Diferenciación del Crecimiento-9 (*Growth Differentiation Factor-9*: GDF-9) parece tener un papel protagónico. El crecimiento de los folículos tipo 2 y 3 sigue bajo la misma modalidad de control paracrina dado por miembros de la superfamilia TGF- β , siendo también relevante el rol de GDF-9 y de la Proteína Morfogénica Ósea-15 (*Bone Morphogenetic Protein-15*: BMP-15). En esta etapa del crecimiento folicular las gonadotrofinas pueden cumplir algún rol regulador, pero no son esenciales. El crecimiento de los folículos tipo 2 y 3 da origen a los folículos preantrales grandes (tipo 4) y antrales pequeños a medianos (tipo 5), que desde el punto de vista funcional se caracterizan por ser sensibles a gonadotrofinas, a Hormona Luteinizante (*Luteinizing Hormone*: LH) las células tecales y a la Hormona Foliculoestimulante (*Follicular Stimulating Hormone*: FSH) las foliculares. El antro folicular se forma debido a la influencia de FSH. La fase final de este desarrollo temprano de los folículos ováricos de la oveja culmina con la aparición de folículos antrales grandes (tipo 5+ o también llamados folículos de Graff). Estos folículos son dependientes de FSH y LH, y la ausencia de estas hormonas los conduce a la atresia. Estos últimos estados de desarrollo folicular, así como el incremento en la capacidad esteroidogénica del folículo, son altamente dependientes de Factores de Crecimiento Semejantes a la Insulina (*Insulin-Like Growth Factors*: IGFs), particularmente IGF-I y del balance con sus proteínas ligantes (IGFBPs), que modulan la actividad biológica del factor. Asimismo, la acción de IGF-I es potenciada por activina en su efecto sobre la actividad esteroidogénica de FSH en las células de la granulosa,

mientras que la acción de IGF-I sobre la actividad de LH en las células tecales es potenciada por inhibina. El Factor de Crecimiento Epidermal (*Epidermal Growth Factor*: EGF) también participa en esta regulación, pero con efectos antagónicos a los de las gonadotropinas. El crecimiento folicular, desde primordial hasta de Graff, se considera un proceso lineal y toma entre 145 a 175 días (ver Bartlewsky et al., 2011; Scaramuzzi et al., 2011).

Con el advenimiento de la pubertad, el crecimiento folicular deja de ser lineal continuo y se transforma en un crecimiento en ondas que se van sucediendo a través de los ciclos estrales, dentro de la estación reproductiva. Los folículos de Graff entran en la etapa final del desarrollo, pasando a constituirse en folículos potencialmente ovulatorios. Esta clase de folículo es también denominado “folículo seleccionado”, “folículo estrogénico” o “folículo dominante”. Este último término, sin embargo, es impreciso desde el punto de vista funcional, pues por definición corresponde al folículo de mayor tamaño presente en un ciclo estral, pero no necesariamente corresponderá al folículo ovulatorio, pues incluso podría tratarse de un folículo atresico. Como ya se mencionó, la última etapa del desarrollo folicular que conduce a la formación de folículos ovulatorios se verifica a partir de la etapa puberal y se lleva a cabo en forma de ondas de crecimiento folicular, que son gatilladas por el incremento de FSH. Durante un ciclo estral pueden ocurrir 3 a 4 ondas, con su correspondiente alza transitoria en las concentraciones plasmáticas de FSH. La emergencia de ondas ocurre cuando un pool de folículos antrales de 2-3 mm de diámetro, gonadotropinas dependientes, es reclutado para entrar a su crecimiento terminal. Solo 2 ó 3 de estos folículos alcanzan un diámetro de 4 mm y son seleccionados para llegar a la fase de dominancia. Incrementos en la secreción de LH induce a los folículos a madurar hasta la forma preovulatoria con 5-8 mm de diámetro, mientras que los folículos subordinados se atresian. El crecimiento de los folículos potencialmente ovulatorios oscila entre 1 a 1,5 mm/día. En genotipos prolíficos los folículos alcanzan la madurez con menor diámetro en comparación con los menos prolíficos. El promedio de duración de las ondas es de 4 a 5 días en la oveja. La dominancia folicular es débil en esta especie, lo que explica por qué más de un folículo alcanza la talla ovulatoria. Los folículos ovulatorios originados desde la penúltima onda parecen emerger más tardíamente (~ 48 hrs después) que los folículos no ovulatorios en la misma onda, lo que permite rescatarlos de la atresia y adherirlos a la siguiente onda, incrementando de la tasa ovulatoria (ver Scaramuzzi et al., 2011).

El crecimiento folicular, iniciado por efectos de la FSH, va acompañado por incrementos en la

producción y secreción folicular de 17-β estradiol, incremento que se puede verificar tanto a nivel del líquido folicular como de la sangre periférica. Sin embargo, no es sino hasta el desarrollo de la última onda folicular que las concentraciones de 17-β estradiol incrementan rápidamente a más del doble de la concentración basal observada durante las etapas previas del ciclo. Esto es coincidente con la maduración final del folículo ovulatorio y con la disminución de las concentraciones plasmáticas de progesterona, debido a la lisis del cuerpo lúteo originado en el ciclo previo. Este significativo incremento de 17-β estradiol, junto a la disminución de progesterona, son responsables de la presentación del estro o celo, cuya principal característica es la aceptación del macho por parte de la hembra, conducta que dura entre 18 y 40 hrs. Asimismo, el alza del 17-β estradiol y la disminución de progesterona forman el ambiente endocrino que induce el pico preovulatorio de LH, como consecuencia del significativo incremento de la frecuencia de los pulsos y el robusto incremento en la secreción de GnRH en el hipotálamo. El pico de LH se inicia unas pocas horas después del comienzo del estro (~ 2-4 hrs.) y corresponde a la señal endocrina que induce la ovulación 20 a 30 hrs después. El proceso que lleva a la ovulación consta fundamentalmente de cambios funcionales de las células foliculares y del incremento en el flujo sanguíneo perifolicular. Las células de la granulosa pierden paulatinamente su capacidad de sintetizar estrógenos, en tanto que comienzan a expresar enzimas proteolíticas que participarán en la ruptura folicular. Por su parte, las células de la teca comienzan a sintetizar progesterona en cuanto se inicia el pico de LH, lo que favorece la síntesis de colagenasa en las mismas células. La cascada de la ovulación considera, además, una respuesta local tipo inflamatoria, iniciada por el incremento en la síntesis y secreción de Prostaglandina $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$) en las células de la granulosa, tecales y fibroblastos, efecto estimulado por la LH. Tal es la relevancia de la participación de la $PGF_{2\alpha}$ en el proceso ovulatorio, que la administración de inhibidores de la ciclooxigenasa (drogas semejantes a la aspirina), que correspondientemente inhiben la síntesis de prostaglandinas, bloquea la ovulación (ver Bartlewsky et al., 2011; Abecia y Forcada, 2010).

Una vez producida la ovulación, las células de la granulosa y de la teca se comienzan a luteinizar, por acción de la LH, constituyendo las células foliculares grandes y pequeñas, respectivamente. El cuerpo lúteo (CL) es el encargado de la síntesis y secreción de progesterona, función que se hace evidente rápidamente después de la ovulación. El CL crece hasta el día 12-14 posovulación, debido al crecimiento e incremento en número de las células lúteas, el incremento en los fibroblastos y al intenso



proceso de angiogénesis gobernado por factores de crecimiento, donde el Factor de Crecimiento Endotelial Vascular (*Vascular Endothelial Growth Factor*: VEGF) y angiopoyetinas juegan un rol protagónico. El incremento de la vasculatura del CL es elemental para llevar a la circulación la gran cantidad de progesterona producida, así como también para surtir de elementos nutritivos a las células lúteas, que permitan sostener su gran actividad sintética. De esta forma, la concentración plasmática de progesterona en la oveja comienza a incrementar sostenidamente a partir del día posterior a la ovulación, hasta llegar a un máximo alrededor de los días 8-10, para mantenerse hasta aproximadamente hasta el día 12-14, donde comienza un abrupto descenso por inicio de la luteólisis, llegando a valores mínimos basales el día 16-18. El fenómeno de la luteólisis se inicia por la acción de la $PGF_{2\alpha}$ producida en el endometrio, fenómeno que se verifica solo en ausencia de un ovocito fecundado en el útero. La pérdida de la función sintetizadora de progesterona en las células luteales se inicia rápidamente luego del incremento de $PGF_{2\alpha}$, mientras que la regresión morfológica, debida a la apoptosis de estas mismas células, es un poco más tardía (ver Scaramuzzi et al., 2011; Abecia y Forcada, 2010).

De acuerdo a la estructura ovárica que predomine, el ciclo de la oveja se puede dividir en una fase folicular, que se inicia luego de la luteólisis y de la caída de progesterona, hasta la ovulación, con una duración de 2 a 3 días, donde el folículo potencialmente ovulatorio que se desarrolla es el protagonista, y una fase lútea, que se inicia posterior a la ovulación con la formación y predominio funcional del CL, con una duración aproximada de 14 a 15 días.

Otra forma de dividir el ciclo, que considera tanto los aspectos funcionales como conductuales y endocrinos, define 4 etapas, a saber: proestro, que se caracteriza por la presencia de un folículo en crecimiento, que se inicia con la luteólisis y finaliza con la aparición del estro. Esta fase tiene una duración de entre 2 y 3 días. Le continúa la fase de estro, caracterizada por la aceptación de la monta por parte del macho, con una duración de 1 a 2 días. Luego se inicia la fase de metaestro, caracterizada por la formación inicial del CL, donde se observa un sostenido incremento de las concentraciones de progesterona y que dura de 3 a 5 días. La última fase del ciclo corresponde al diestro, que se caracteriza por el predominio de la actividad luteal, por ello con altas concentraciones de progesterona en circulación, finalizando con la regresión luteal. Esta fase tiene una duración aproximada de 8 a 10 días (ver Parraguez et al., 2012).

En los carneros, la actividad reproductiva incluyendo el comportamiento sexual, el tamaño

testicular, producción cuantitativa y cualitativa de espermatozoides dependen también de las apropiadas características ambientales y estacionales. Sin embargo, la actividad reproductiva fuera de estación se suprime en menor grado que en las hembras. La espermatogénesis es un fenómeno continuo que va desde la azoospermia a la oligospermia, hasta la expresión plena de la fertilidad (normospermia). Este proceso dura alrededor de 48 días e involucra la suma de las transformaciones que resultan en la formación de espermatozoides a partir de espermatogonias, manteniendo el número basal de éstas. El número de células germinales se mantiene gracias a que las espermatogonias tipo-A se dividen por mitosis, generando espermatogonias que no entran en el ciclo productivo de espermatozoides, manteniendo así la población de células indiferenciadas. Las espermatogonias que sí entran en el ciclo espermatogénico se dividen por mitosis dando origen a los espermatocitos primarios. Estos espermatocitos primarios posteriormente entran en meiosis originando espermatocitos secundarios, los que gracias a una segunda división meiótica inmediata originan a las espermátidas, que finalmente se diferencian en espermatozoides, proceso que ocurre de manera cíclica durante toda la vida del individuo. La producción continua de espermatozoides se logra gracias a que no todas las células germinales inician el ciclo espermático al mismo tiempo. La espermatogénesis, igual a la ovogénesis, es regulada por el eje hipotálamo-hipófisis-gónada. En este eje funcional, la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) producida por el hipotálamo estimula la producción de FSH y LH en la adenohipófisis. La FSH regula la función de las células de Sertoli, las cuales sostienen el desarrollo de células germinales en el epitelio de los túbulos seminíferos, mientras que la LH regula la actividad esteroidogénica de las células de Leydig, que producen y secretan testosterona y estradiol-17 β en el intersticio. La testosterona es crucial para la realización de la meiosis y el desarrollo de la espermátida, siendo ambos procesos muy importantes para la fertilidad del carnero. Los espermatozoides adquieren la capacidad fecundante durante el proceso de maduración cuando durante su tránsito por los segmentos iniciales del epidídimo. La etapa de maduración de los espermatozoides está fuera del control del epitelio germinal y, por lo tanto, es la consecuencia de sus interacciones con el fluido del epidídimo, sobre todo con las proteínas específicas presentes en el lumen del túbulo epididimario. La maduración del espermatozoide es un proceso que implica cambios morfológicos y de su membrana plasmática, la adquisición de la motilidad y capacidad fecundante, la capacidad de reconocer, unirse a la zona pelúcida y fusionarse con el ovocito, junto con cambios en su metabolismo. Este tránsito

epididimario en carneros dura alrededor de 13 días. El segmento terminal, esencialmente la cola del epidídimo, junto con el conducto deferente proximal, están implicados en el almacenamiento de espermatozoides maduros (ver Hafez y Hafez, 2000).

La baja frecuencia de pulsos LH durante la estación no reproductiva deterioran, pero no impiden, la espermatogénesis, la fertilidad y la libido de los carneros. Sin embargo, existen marcadas diferencias entre las razas, tal como ocurre con las ovejas. Asimismo, la entrada a la estación reproductiva se acompaña por el aumento de la secreción pulsátil de LH, como consecuencia a la reducción de respuesta hipotalámica a la retroalimentación inhibitoria de los esteroides testiculares (testosterona y estradiol). Los cambios estacionales en la liberación de FSH en carneros muestran un ritmo circanual. La inhibina, producida por las células de Sertoli, actúa en conjunto con la testosterona en el control de la liberación de FSH en la hipófisis. En el carnero, las concentraciones plasmáticas de inhibina varían de acuerdo con la actividad reproductiva estacional y se correlacionan positivamente con el tamaño testicular y la secreción de testosterona. Junto a lo anterior, la producción de espermatozoides está directamente relacionada con el peso y el tamaño de los testículos (ver Rosa y Bryant, 2003).

3. Regulación Neuroendocrina de la Pubertad y Reproducción Estacional

Como se mencionó en el capítulo previo, los ovinos son una especie estacional, donde el fotoperíodo corto corresponde a la época que facilita y permite la expresión de la actividad reproductiva. Sin embargo, para que la actividad reproductiva se manifieste plenamente, también es necesario que el animal disponga de buena alimentación y, en general, un ambiente favorable. Esto significa que deben existir condiciones externas e internas que en conjunto permiten la expresión de la actividad reproductiva.

Las condiciones externas e internas son percibidas por medio de funciones neurales especializadas que influyen en la reproducción a través del eje hipotálamo-hipofisario-gonadal (HHG). La función reproductiva está finamente controlada por este eje a través de varios mecanismos de retroalimentación, utilizando diferentes mensajeros

químicos como neurotransmisores, hormonas y factores de crecimiento (ver Parraguez et al., 2012).

El control hipotalámico de la reproducción está dado por neuronas dispersas que producen la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), que se sitúan en diversas regiones hipotalámicas: cerebro anterior, principalmente en el área preóptica; áreas anteriores, mediobasal y ventromedial del hipotálamo, núcleos supraóptico y arcuato, y eminencia media. A las neuronas GnRH dispersas, colectivamente se les llama “generador de pulsos de GnRH” y reciben e integran la información clave, que se originan en diferentes tipos de células sensibles a señales internas (crecimiento, estado nutricional) o estímulos externos (fotoperíodo, temperatura, sociales, estrés). La acción de estos estímulos se traduce en cambios en los patrones de síntesis y secreción de GnRH, que controla la actividad gonadal mediante la regulación de la producción y liberación hipofisaria de LH y FSH. Es bien conocido que la secreción pulsátil de GnRH induce un patrón idéntico de la secreción de LH y aumenta la síntesis de FSH en la hipófisis. Estas gonadotropinas luego estimulan la gametogénesis, esteroidogénesis y características sexuales secundarias. A su vez, hormonas gonadales (esteroides o péptidos) regulan la función del hipotálamo/hipófisis por mecanismos de retroalimentación, completando el mecanismo de control endógeno de la actividad reproductiva (ver Parraguez et al., 2012).

La producción de GnRH hipotalámica comienza durante la vida fetal y su regulación depende del estado fisiológico del animal individual. Sin embargo, la secreción de GnRH se encuentra parcialmente inhibida hasta el comienzo del proceso puberal. La maduración de las neuronas GnRH y la reanudación de la producción y liberación de GnRH son factores clave para el inicio de la pubertad. El patrón de secreción de GnRH incluye dos tipos que están regulados de forma independiente. La secreción *tipo pulsátil* de GnRH controla el desarrollo y la función gonadal, incluyendo la esteroidogénesis, tanto en hembras como en machos, mientras que la secreción de GnRH *tipo oleada* gobierna la ovulación en las hembras. El centro hipotalámico la secreción de GnRH tipo oleada en el macho desaparece durante la etapa fetal. El generador de pulsos de GnRH recibe y genera señales endocrinas que permiten el inicio de la actividad reproductiva, ya sea por la transición de un estado pre-puberal a la pubertad, o por la transición de anestro estacional a una de plena actividad reproductiva, durante la edad adulta (ver Parraguez et al., 2012).

Es bien aceptado que los cambios en la frecuencia de los pulsos de GnRH, que se producen en la transición del período pre-puberal a la pubertad o durante la transición del anestro estacional a la estación de actividad reproductiva, dependen en última instancia de la retroalimentación de



esteroides gonadales sobre la secreción de GnRH. En la etapa pre-puberal o durante la estación de anestro en los adultos, se observan pulsos de GnRH de baja frecuencia, como resultado de una mayor sensibilidad al efecto de retroalimentación negativa de los estrógenos en el generador de pulsos de GnRH. En el inicio de la pubertad o la estación reproductiva, el *feed-back* negativo a los estrógenos desaparece, lo que resulta en un aumento de la frecuencia de pulsos de secreción y de la cantidad total liberada de GnRH, que induce la actividad reproductiva. Sin embargo, este fenómeno no está mediado por una respuesta directa de las neuronas de GnRH, ya que estas células no expresan receptores de estrógenos. Por lo tanto, la secreción de GnRH debe responder a esteroides sexuales a través de interneuronas y sus neurotransmisores. Varios sistemas de neurotransmisores están implicados en la modulación de la amplitud y la frecuencia del patrón de GnRH. En este sentido, se ha descrito neurotransmisores excitatorios e inhibitorios sobre la síntesis y secreción de GnRH. Por ejemplo, los aminoácidos glutamato y aspartato aumentan la secreción de GnRH/LH, mientras que esta puede ser disminuida por el ácido gamma aminobutírico (GABA) y el neuropéptido “Y” (NPY). Los péptidos opioides endógenos también tienen un efecto inhibitorio sobre la secreción de GnRH durante el desarrollo sexual hasta el momento de la pubertad. Además, las catecolaminas (dopamina y noradrenalina), junto a serotonina pueden modular la respuesta de GnRH a los esteroides ováricos a través de mecanismos donde los opioides y GABA desempeñan importantes funciones reguladoras (ver Parraguez et al., 2012).

Con el descubrimiento de kisspeptina, una familia de neuropéptidos codificadas por el gen *Kiss1*, se han producido avances significativos en la comprensión de los mecanismos responsables de la regulación neurohormonal de la secreción de GnRH relacionada con la pubertad o la reproducción estacional. Este neuropéptido se expresa en áreas discretas del hipotálamo, junto con su receptor GPR54 acoplado a proteína G, también llamado Kiss1R. Kisspeptina se expresa principalmente en el núcleo arcuato (ARC), los núcleos periventriculares (PVN) y en el área preóptica (POA) del hipotálamo, pero la población de células kisspeptina en el núcleo ARC parece ser responsable de la traducción de ambos estímulos, internos y externos, lo que lleva a la pubertad o la reproducción estacional. Sin embargo, las células kisspeptina localizadas en ARC no se proyectan directamente a las células de la GnRH, por lo tanto, las células kisspeptina del PVN pueden actuar como una interfaz entre el generador de impulsos de GnRH y ARC. El desarrollo del proceso puberal se asocia con aumento del tono de kisspeptina y una mayor eficiencia en la señalización de kisspeptina en las células GnRH (ver Parraguez et al., 2012).

Se han estudiado e identificado diferentes compuestos que pueden proporcionar información de retroalimentación de estado metabólico y actuar como mediadores endógenos entre el crecimiento corporal y/o el estado nutricional y la actividad de las células GnRH, que desencadena la pubertad o la reanudación de la actividad reproductiva estacional. Estos incluyen leptina, ghrelina, glucosa, insulina y algunos ácidos grasos (ver Parraguez et al., 2012).

Se ha demostrado que la hormona leptina, sintetizada por el tejido adiposo, es una señal metabólica primaria para regular la actividad secretora del generador de pulsos GnRH. Esto es consistente con la hipótesis de que la reproducción de los animales es posible si se cumplen las demandas de energía para el crecimiento y mantenimiento de las funciones corporales, y de tener un excedente de energía capaz de ser almacenado como grasa corporal. Existe una correlación positiva entre el balance de energía y las concentraciones de leptina en plasma, así como entre los niveles de leptina y concentraciones y pulsatilidad de GnRH/LH en el plasma sanguíneo. Además, está bien establecido que, en animales prepúberes desnutridos o animales adultos en ayunas, la administración de la leptina exógena restaura un patrón de GnRH/LH compatible con la pubertad o la actividad reproductiva, respectivamente. Dado que no se han descrito receptores de la leptina sobre las células de la GnRH, la acción de la leptina sobre la secreción de GnRH debe ser mediada a través de mecanismos de señalización interneuronales. En los ovinos, la leptina podría actuar sobre las células de la GnRH mediante células kisspeptina. Sin embargo, la información proveniente de los experimentos en animales delgados muestra que el tratamiento con leptina restablece solo parcialmente la expresión de *Kiss1* y la secreción de gonadotropinas, lo que sugiere vías interneuronales adicionales en la regulación de la GnRH. Se sabe que los efectos de la leptina, como una hormona que regulan el balance de energía, están mediadas por al menos un péptido orexigénico (neuropéptido Y, NPY) y otro anorexígeno (proopiomelanocortina, POMC), que también pueden modular la secreción de GnRH (ver Parraguez et al., 2012).

La ghrelina, otro péptido implicado en el acoplamiento fisiológico del metabolismo energético y la reproducción, se ha descrito como una señal endocrina que actúa sobre el hipotálamo para la regulación de la reproducción y la pubertad. La ghrelina, así como la leptina, es altamente conservadas a través de varias especies y, a pesar de que es secretada principalmente por células de la mucosa gástrica/abomaso, es ampliamente expresado en diferentes tejidos. Funcionalmente, la ghrelina antagoniza los efectos de la leptina sobre el metabolismo energético. En los ovinos no se conocen plenamente los efectos de ghrelina, pero se ha observado que altos niveles de aminoácidos en el

plasma pueden estimular la secreción de ghrelina, pero no hay efectos de la glucosa o insulina en plasma sobre ghrelina. En ratas, la ghrelina y sus receptores GSHR-1a se expresan en ARC, en particular en células que expresan NPY, que favorecen la ingesta de alimento y la ganancia de peso. En cuanto a los efectos de la ghrelina sobre la reproducción, se ha demostrado que la administración intracerebroventricular de ghrelina inhibe la secreción de LH en ratas. También se ha demostrado que la ghrelina disminuye la liberación de GnRH en explantes hipotalámicos, favoreciendo conceptualmente la idea de que el sitio primario de acción para el efecto inhibitorio sobre el eje HPG es el hipotálamo. Aunque no se han aclarado los efectos de la ghrelina en el hipotálamo, las observaciones anteriores sugieren que la hormona podría mediar, al menos en parte, el efecto restrictivo del déficit de energía en el inicio de la pubertad y la reproducción estacional (ver Parraguez et al., 2012).

En los últimos años se ha descrito la participación de una gonadotropina inhibitoria (GnIH), como un nuevo elemento regulador de la estacionalidad reproductiva. Las neuronas que expresan GnIH se han localizado en las regiones hipotalámicas que rodean el PVN y DMH y se proyectan a las células de la GnRH. Se han descrito receptores para GnIH distribuidos en diferentes regiones del hipotálamo (supraquiasmático, PVN y supraóptico) y en la *pars tuberalis* de la hipófisis. En los pequeños rumiantes, la expresión GnIH disminuye durante los días cortos de la estación reproductiva. Además, la administración GnIH disminuye la amplitud de los pulsos de LH *in vivo* y la secreción de LH de células hipofisarias en cultivo (ver Parraguez et al., 2012).

Otros compuestos que durante mucho tiempo se han considerado como mediadores entre el crecimiento corporal, las señales del metabolismo energético y el inicio de la actividad reproductiva son: las concentraciones plasmáticas de glucosa, insulina, aminoácidos, ácidos grasos, IGF-I, la Hormona del Crecimiento (GH) y las Hormonas Tiroideas (T3/T4). Sin embargo, la información más reciente ha establecido que estos compuestos en realidad juegan más bien un papel permisivo, al actuar a nivel hipotalámico principalmente a través de la leptina y la ghrelina (ver Parraguez et al., 2012).

Por otra parte, el proceso puberal o el reinicio de la actividad reproductiva estacional se activan no sólo en presencia de señales endógenas adecuadas de estado nutricional/crecimiento corporal, como se describió anteriormente, sino que también en presencia de señales endógenas que informan al hipotálamo de un medioambiente con fotoperiodo permisivo, que en su conjunto disminuyen la retroalimentación negativa de los estrógenos sobre la frecuencia y amplitud de los pulsos GnRH/LH. Este evento crítico se produce sólo cuando las señales internas y externas indican que tanto el crecimiento corporal y/o la nutrición, y la temporada

son favorables para una iniciar una preñez. Así, tanto la pubertad y actividad reproductiva de adultos se produce en la misma temporada. De acuerdo a ello, se considera que en los adultos, la reactivación del eje reproductivo después de anestro estacional, es un fenómeno fisiológico que responde esencialmente a las mismas señales que intervienen en el inicio de la pubertad (ver Parraguez et al., 2012).

Es ampliamente aceptado que las señales de fotoperiodo ambientales se traducen en señales endógenas, donde la hormona melatonina desempeña un papel central. La melatonina es sintetizada y secretada principalmente por la glándula pineal, bajo un sistema de control neuronal en el que la percepción de la luz en la retina bloquea la síntesis y secreción de la melatonina pineal, por lo tanto, la concentración de melatonina durante las horas de luz del día es muy baja, lo que aumenta drásticamente durante las horas de oscuridad. Debido a que la correlación entre las horas de oscuridad y la presencia de altas concentraciones de melatonina en la sangre es casi perfecta, el patrón diario de la hormona se convierte en un patrón anual, en el que las estaciones de fotoperiodo corto son consistentes con una mayor proporción de horas con unas altas concentraciones de melatonina plasmática, en comparación con la observada en las estaciones de fotoperiodo largo. Por lo tanto, los animales en los que la pubertad o el inicio de la actividad reproductiva estacional se producen bajo fotoperiodo corto, como los ovinos, deben experimentar un aumento en el número de horas de un día con altas concentraciones de melatonina circulante (ver Parraguez et al., 2012).

La información sobre el sitio en el que la melatonina actúa para regular la secreción de GnRH es incompleta. Evidencias en ovejas sugieren que la melatonina actuaría en el núcleo premamilar del hipotálamo basal para controlar los cambios estacionales en la reproducción. Sin embargo, no se sabe cómo se traduce esta señal endocrina en un cambio en la secreción de GnRH. Algunas pruebas muestran una asociación estrecha entre el fotoperíodo, la melatonina y el sistema Kiss1. Por ejemplo, las ovejas expuestas a fotoperiodos cortos muestran mayor expresión de Kiss1 en ARC comparadas con las expuestas a fotoperiodos largos. Además, durante la estación reproductiva aumenta el número de neuronas Kiss1 en contacto células GnRH. Además, el área premamilar, donde la melatonina puede ejercer su acción, se superpone a la región caudal de ARC, donde se localizan la mayoría de las neuronas Kiss1, lo que sugiere que estas neuronas podrían ser objetivos para la melatonina. No obstante, un estudio reciente en el hipotálamo de ovejas ha mostrado evidencia de la expresión de los receptores de prolactina, pero no de melatonina en células Kiss1, lo que sugiere un efecto indirecto de la melatonina sobre neuronas Kiss1. Consistente con lo anterior, se ha propuesto que la melatonina podría actuar



por varias vías incluyendo las catecolaminérgica, serotoninérgica, opioidérgica y GABA-érgicas. Melatonina se considera predominantemente sólo como un mediador endógeno de fotoperiodo. Sin embargo, los datos recientes muestran que los péptidos orexigénicos como orexina B y la ghrelina, así como anorexigénicos (leptina), tienen una influencia estacional en la secreción de melatonina en la glándula pineal, sugiriendo que melatonina no solo sería un mediador endógeno del fotoperiodo, sino que también puede ser parte del circuito de mediación de los efectos metabólicos del estado nutricional/crecimiento corporal sobre el eje reproductivo (ver Parraguez et al., 2012).

Un componente importante en el control estacional del generador de pulsos GnRH es el sistema dopaminérgico hipotálamo, que se considera como mediador de la retroalimentación estacional negativa de estrógenos sobre la pulsatilidad de GnRH. Las células dopaminérgicas se activan por el estradiol durante el anestro estacional, un efecto presumiblemente mediado por células glutaminérgicas del POA, puesto que no se han descrito receptores para estrógenos en las células dopaminérgicas. A pesar de que las células dopaminérgicas parecen no proyectarse directamente sobre las células GnRH, sí se proyectan predominantemente a la región caudal del ARC y eminencia media, donde probablemente se conectan con las células Kiss1. Además, una proporción importante de las células Kiss1 co-expresan los neuropéptidos dinorfina o neuroquinina B, que se cree están involucrados en la regulación estacional de la reproducción. Evidencias actuales muestran que tanto las células dinorfina como neuroquinina B pueden expresar receptores para estrógenos y para progesterona, lo que sugiere que estas células están implicadas en el control estacional de la secreción de GnRH dada por los esteroides sexuales (ver Parraguez et al., 2012).

Como se señaló anteriormente, tanto el proceso puberal como la reanudación de la actividad reproductiva estacional en los animales adultos, requieren la disminución de la retroalimentación negativa de estradiol sobre la secreción pulsátil de GnRH. La disminución de la retroalimentación negativa de estradiol en la actividad secretora de GnRH en el momento de la pubertad puede depender del aumento de la población de células que expresan Kiss1 que tiene una respuesta secretora positiva a estradiol. Lamentablemente los mecanismos que explican este cambio en la sensibilidad al estradiol siguen siendo en gran parte desconocidos. Una posibilidad que se desprende de la información actual es que las señales endógenas tanto de crecimiento corporal como del fotoperiodo pueden actuar a través de la maduración y la plasticidad de las neuronas que modulan las poblaciones de células GnRH. Los candidatos más adecuados para este, en ovejas al menos, son neuronas dopaminérgicas

de la región A 15 del hipotálamo, ya que durante la temporada no reproductiva estas células, activadas por los estrógenos, disminuyen la secreción de GnRH (ver Parraguez et al., 2012).

La mayor parte de la información sobre los mecanismos hipotalámicos que controlan la pubertad o la reproducción estacional ha sido obtenida de las hembras. Sin embargo, evidencias a partir de estudios en animales machos indican que, en general, el modelo descrito para las hembras podría aplicarse satisfactoriamente a los machos. Los estímulos internos y externos que modulan la actividad reproductiva de los machos son cualitativamente los mismos que en la hembra, pero cada sexo puede tener diferentes requisitos cuantitativos para iniciar los cambios fisiológicos que conducen a la pubertad o la reproducción estacional. Hay, sin embargo, diferencias notables entre machos y hembras. El inicio de la pubertad en los machos es un fenómeno más precoz y la estacionalidad reproductiva es notablemente menos marcada que en las hembras. Estas diferencias pueden explicarse por una reducida sensibilidad hipotalámica a la retroalimentación negativa del estradiol en los machos, que está presente durante el desarrollo postnatal temprano. Los experimentos en ovejas demuestran que esta desensibilización hipotalámica a los estrógenos es una parte de la programación fetal testosterona-dependiente. De hecho, cuando los fetos femeninos están expuestos a la testosterona entre 30 y 90 días de vida intrauterina, la sensibilidad postnatal a la retroalimentación negativa de estrógenos se reduce, siendo esto concomitante con un adelantamiento puberal del incremento en la pulsatilidad de GnRH. Las evidencias actuales favorecen la hipótesis de que la androgenización en el útero se asocia con cambios plásticos en el sistema Kiss1 durante la transición a la pubertad. Estas diferencias explicarían por qué la actividad reproductiva de los machos es un fenómeno más estable, menos cíclico y menos sensible a las variaciones ambientales (ver Parraguez et al., 2012).

4. Manejo Reproductivo de los Ovinos

El éxito reproductivo en una majada depende, entre otros factores, de que machos y hembras se encuentren aptos para la reproducción. En este sentido, el poder asegurar una buena salud reproductiva, requiere de la realización de labores específicas antes, durante y después del periodo reproductivo, donde el objetivo es poder producir el

mayor número o kilos de corderos destetados por oveja encastada.

Como se mencionará en puntos anteriores, existen una serie de factores que regulan la actividad reproductiva tanto de machos, como de hembras. Pero, desde el punto de vista de las oportunidades de manejo que pueda realizar el productor, con el fin de mejorar la eficiencia productiva, la condición tanto de machos como de hembras; la elección de la época de encaste; el uso estratégico de la alimentación; la sanidad y la incorporación de tecnologías reproductivas, aparecen como los principales factores a considerar.

4.1 Evaluación del Macho

La evaluación de los machos debe contemplar un examen físico, examen del tracto reproductivo y la evaluación del semen. Para definir el mejor momento para realizar dicha evaluación, se debe tener presente, como se mencionará anteriormente, que la gametogénesis demora alrededor de 48 días, por lo que, de existir cualquier factor limitante de una correcta funcionalidad testicular, esta debe ser subsanada antes del periodo de montas, de lo contrario, se corre el riesgo de trabajar con animales sub-fértiles o infértiles, afectando los resultados productivos. Por lo tanto, debe realizarse entre 30 a 60 días previos al periodo de encaste.

El examen físico, se inicia con la evaluación de la condición corporal del animal, la que debe encontrarse entre 3 y 4 (en una escala de 1 a 5, según Jefferies (1961), ya que los machos pueden perder hasta medio punto de condición por semana durante el periodo de montas. Animales muy delgados o con condición sobre 4 pueden presentar una libido disminuida. Se debe continuar con el examen morfológico, donde por una parte se deben detectar defectos asociados a los estándares raciales y por otra, se deben identificar malformaciones o defectos congénitos que sean heredables (ej. prognatismo). Además, al examen clínico se debe procurar identificar alguna condición que limite el desplazamiento normal del animal (cojeras, inflamación principalmente del tren posterior, crecimiento desproporcionado de pezuñas, etc.). Se debe procurar realizar el diagnóstico de enfermedades que puedan afectar la fertilidad del rebaño, como brucelosis y cuadros febriles, que afectan la espermatogénesis.

El examen reproductivo debe considerar el estudio de órganos reproductivos tanto externos como internos (palpación rectal de glándulas accesorias). Se debe observar el prepucio, pene y testículos con el fin de detectar problemas tales como criptorquidia, epididimitis, hernias, obesos, adherencias o

desviación en el pene, ablación del proceso uretral, sarna, lesiones causadas por la esquila, mordidas de perro o cualquier afección cutánea. Posteriormente se debe proceder a la palpación testicular, con el objeto de descartar la presencia de inflamación u otras anomalías, tanto a nivel testicular, como epididimal. Se debe asegurar la simetría entre los testículos, que presenten una consistencia o firmeza adecuada y puedan moverse libremente dentro de la bolsa escrotal. Es factible realizar una evaluación testicular mediante ultrasonido. Se recomienda el uso de un transductor sectorial, de entre 5-7,5 MHz, donde el parénquima testicular deberá presentar una imagen con un patrón ecogénico medio y homogéneo, donde será visible el *mediastinus testis* como una estructura hiperecogénica. La cabeza y cola del epidídimo presentarán una imagen de menor ecogenicidad que el parénquima testicular. El plexo pampiniforme, presentará una ecogenicidad menor al del parénquima testicular y con numerosas zonas anecoicas que corresponderán a las venas espermáticas (ver Viñoles et al., 2009).

La determinación de la circunferencia escrotal es normalmente usada como una medida indirecta de la habilidad reproductiva del macho. Si bien depende de la raza, edad, estado nutricional y época del año, se considera que en animales jóvenes (8-14 meses de edad) el diámetro debe ser superior a 30 cm, mientras que en animales adultos (>18 meses) este debe ser mayor a 34 cm, durante la estación reproductiva (ver Deguma et al., 2002). Si en esta evaluación se observan animales con diámetro testicular insuficiente, o cualquier otro problema que pueda afectar la fertilidad, se recomienda detener el proceso de evaluación y considerar su reevaluación en 30 días. Si en ese lapso se vuelve a clasificar al animal como insatisfactorio para poder cumplir su función reproductiva, debe considerarse su eliminación como reproductor.

Para la determinación de la calidad seminal, se debe tener en cuenta que las condiciones en las cuales se realice el examen pueden afectar el resultado. Por ejemplo, la temperatura ambiental o los diluyentes utilizados pueden alterar la motilidad espermática. Se debe evaluar el color (lechoso o cremoso), el volumen (0,8-1,2 mL) y la presencia de sangre en el eyaculado. Se debe evaluar la motilidad, que se expresa como un porcentaje de espermios que presentan un movimiento progresivo y que debe ser idealmente superior a un 75% (60-80% como rango normal, utilizando semen diluido), ya que existe una correlación entre motilidad y fertilidad potencial. Se debe contemplar, además, la evaluación de la morfología de espermatozoides, ya que anomalías en cabeza, cuello o cola pueden influir en la fertilidad. Aunque aún con resultados controvertidos, la aparición de equipos



automatizados de evaluación de semen ha abierto nuevas posibilidades para la determinación de la potencialidad reproductiva de los machos.

4.2 Relación Macho-hembra

La edad tanto de hembras como de machos, el número de animales en el rebaño, el uso o no de sincronización de celo y el tipo de terreno en los cuales se realizará el encaste (empadre o encarnamiento), determinarán la relación que se deberá utilizar entre machos y hembras. En el caso de carneros adultos, se puede usar un macho cada 80-100 hembras. Sin embargo, se aconseja siempre utilizar un 1,5-2% de machos en el caso de hembras adultas y un 0,5% más en el caso de borregas de primer encaste. En el caso de carnerillos, no se debiera usar un macho por más de 30 hembras, no aconsejándose el utilizar machos jóvenes sin experiencia, con hembras jóvenes de primer encaste. Dependiendo de las condiciones topográficas del terreno, se deberá ajustar el número de machos a un 3% en relación al número de hembras. Por último, en aquellos casos en que se realice sincronización de celos, se deberá manejar un macho cada 20 hembras, dado el alto número de animales que entrarán en celo en un tiempo reducido.

4.3 Manejo del Encaste

Para animales de primer encaste, ya sea corderas o borregas, se debe considerar que éstas deben haber alcanzado a lo menos un 60% de su peso adulto, lo que en la mayoría de las razas está entre 45-50 kg. Para este grupo de animales, no se recomienda entregar una sobrealimentación para lograr el peso señalado, dado que tiene un efecto detrimental sobre el desarrollo de la glándula mamaria, dado por el depósito excesivo de grasa, lo que afectará las lactancias posteriores y además, puede afectar la sobrevivencia del embrión. Sin embargo, se debe tener presente que el encaste de corderas a un peso y edad adecuadas, aseguran una mayor productividad a lo largo de la vida del animal.

El “flushing” es un manejo que se utiliza para incrementar la tasa ovulatoria (Coop, 1962). Consiste en el incremento del plano nutricional 2 a 3 semanas previo al periodo de encaste, con el objeto de aumentar el peso corporal, en lo que se ha denominado un efecto “estático” y “dinámico”, lo que se ha complementado en el último tiempo con el efecto “inmediato”, que se logra con una suplementación de entre 4-6 días, sin cambios en la masa corporal. Lo que se busca es incrementar el

número de óvulos liberados por el ovario. Se obtiene mejores resultados en animales que se encuentran en una condición corporal intermedia (2,5), sin que represente ninguna ventaja el realizarla en animales demasiado delgados u obesos, dado que existe una estrecha relación entre la condición corporal, el aumento en el nivel nutricional y la eficiencia de uso de FSH por parte de los folículos, lo que incrementa el número de folículos que se desarrollan y ovulan. Una mayor respuesta se obtiene al realizarlo al inicio de la temporada reproductiva, siendo esta respuesta superior en animales adultos, en comparación con animales de primer encaste. Una opción de menor costo es la realización de un flushing de corta duración. Sin embargo, se debe tener claro conocimiento del momento del ciclo reproductivo en que se encuentre la hembra, por lo que se asocia generalmente a protocolos de sincronización de celos, o bien, mediante la utilización del “efecto macho”, aunque los resultados son inferiores.

El efecto macho se produce al introducir un carnero o macho vasectomizado a un rebaño de hembras que se encuentran en anestro. El efecto estaría mediado por un adelantamiento del incremento de la frecuencia de pulsos de GnRH/LH, similar a lo que ocurre durante la fase folicular del ciclo estral. Se producirá inicialmente una ovulación con celo silente a los 2-3 días de ingresado el macho, para generarse posteriormente una onda folicular normal que culmina con una segunda ovulación y la presentación de celo aproximadamente 5 días después. En términos generales, entre al 60-70% de las hembras quedará cubierta en el primer celo normal, lográndose un alto porcentaje de hembras que parirán en un tiempo reducido (ver Wildeus, 2000).

Se recomienda que la duración del encaste no sea mayor al tiempo equivalente a dos ciclos estrales, lo que en la práctica se aproxima a 37 días. En condiciones normales, el 80% de las hembras debiera quedar cubierta durante el primer celo y no debería retornar al servicio más del 15-20% de las hembras. Para determinar la fecha de la monta de las ovejas, es posible utilizar una mezcla de tierra de color con agua o aceite comestible, que se aplica sobre el pecho de los carneros, de modo que al montar una hembra este le deja pintada la grupa. Se procura cambiar el color de la tierra semanalmente, en una progresión desde colores claros a oscuros. Esto permitirá la formación de grupos de parición, de acuerdo a la semana en que fueron montadas las hembras, facilitando el control de las pariciones y el manejo posterior de corderos y la uniformidad de éstos. Además, el movimiento de animales hacia los corrales de manejo, que se debe realizar para pintar a los carneros, servirá de “repunte” o concentración de las hembras. Finalizado el periodo de encaste y, 48 horas después de haber

retirado a los carneros, es factible introducir machos vasectomizados, con el pecho pintado, para poder identificar aquellas hembras que no quedaron preñadas. Sin embargo, el uso del diagnóstico de gestación por ultrasonografía permite la realización de un mayor número de manejos, destinados a incrementar la tasa de sobrevivencia de corderos al parto, además de identificar hembras que no quedaron preñadas o perdieron el concepto tempranamente después del periodo de encaste.

4.4 Manejo de la Preñez

Durante el desarrollo del periodo gestacional, que en la hembra ovina dura 147 días en promedio, se debe procurar entregar a la madre las condiciones nutricionales adecuadas para el desarrollo fetal. El uso de la ecografía para el diagnóstico de preñez y el número de fetos ha demostrado ser una herramienta que presenta una serie de ventajas, permitiendo un uso más eficiente de los recursos nutricionales. Dependiendo del equipo de ultrasonido y la vía de abordaje, la ecografía se deberá realizar a partir de los 30 hasta los 110 días de gestación. Esto permitirá identificar no solamente hembras no preñadas, sino también el número de fetos que llevan en el útero las preñadas. Si bien se puede realizar un diagnóstico más temprano (18-20 días), la exactitud y rapidez no lo hacen recomendable. Por el contrario, sobre 110 días de gestación, se hace difícil la determinación del número de fetos (ver Viñoles et al., 2009). Desde un punto de vista práctico, la identificación de hembras con gestación múltiple es uno de los principales objetivos de la realización del diagnóstico ecográfico, sin embargo, no se justificaría con un porcentaje menor a un 10-15% de hembras con gestación múltiple. Lo que se busca con este manejo es poder separar a los animales de acuerdo a sus requerimientos nutricionales. Los requerimientos nutricionales de hembras con gestaciones múltiples son superiores a aquella con gestación única. La separación de hembras previo al término del periodo de placentación (90-100 días), permitirá entregar un plano nutricional adecuado, resultando en un mejor desarrollo placentario y de los fetos. Se debe tener en cuenta que corderos provenientes de partos múltiples presentan un generalmente un peso al parto inferior al de corderos de parto único, lo que se traduce en una menor posibilidad de sobrevivencia, un menor desarrollo y mayor acumulación de grasa post parto, entre otros problemas, por lo que se deben realizar los esfuerzos para asegurar un intercambio adecuado de nutrientes entre la madre y los fetos (ver McCoard et al., 2017).

Otra opción es la realización de la esquila pre-parto. Estudios han demostrado que este manejo ha permitido incrementar hasta en 1 kg el peso de cordero al parto. La esquila se debe realizar 25 a 30 días antes de la fecha promedio de parto, con el fin de poder dar tiempo suficiente para que se produzca un aumento de peso en el feto. Se debe utilizar un peine alto, con el fin de dejar alguna cobertura de lana que proteja de las condiciones climáticas adversas y se debe entregar forraje de calidad. Con este manejo, además de incrementarse el peso del cordero al parto, se reduce la mortalidad de corderos al nacimiento y de ovejas “caídas”, se facilita el amamantamiento del cordero y se favorece la calidad de la lana, al quedar en una de las puntas de la mecha el punto de quiebre (ver Morries et al., 1999).

Con el objeto de incrementar la sobrevivencia al parto, es factible suplementar a las madres durante la última semana del parto con un concentrado energético. Esto permite incrementar la producción de calostro de la madre. En términos generales, se requieren cantidades inferiores a 10 kg/animal de concentrado, para mejorar la producción de calostro e influir positivamente en la sobrevivencia de los corderos, dado que se incrementa el contenido energético y proteico del calostro, logrando un calostro más líquido y de más fácil acceso para el cordero (ver Bancharo et al., 2015).

5. Manejo Artificial de la Actividad Reproductiva y Biotecnologías Reproductivas

La actividad reproductiva tanto de machos como de hembras ovinas puede ser manejada a través del uso de fármacos que emulan o directamente cumplen la función específica de hormonas que participan de las diferentes etapas del ciclo reproductivo. Dentro de los objetivos que comúnmente se persiguen a través del manejo artificial, se puede mencionar la modificación de la conducta reproductiva normal, como sería lograr la ciclicidad de las hembras durante el periodo de anestro o bien, poder adecuar la presentación del estro, de acuerdo a las necesidades, por ejemplo, en un programa de sincronización de celos para el desarrollo de un protocolo de inseminación artificial o transferencia de embriones.



5.1 Manejo del Anestro Post Parto

El uso de melatonina para adelantar el periodo reproductivo ha sido ampliamente descrito. La aplicación de melatonina exógena ya sea por vía oral, parenteral, vaginal o por vía subcutánea permite adelantar la temporada reproductiva de las hembras que se encuentran en la fase de anestro estacional. El efecto se obtiene al imitar el aumento normal de melatonina que ocurre al acortarse las horas luz. De esta forma, se reproduce la condición natural de días cortos, lo que activa el eje que regula la actividad reproductiva (ver Abecia et al., 2012).

5.2 Sincronización de Celo

5.2.1 Prostaglandina $F_{2\alpha}$

La $PGF_{2\alpha}$ (en su forma natural y sintética) actúa sobre el cuerpo lúteo, produciendo la pérdida de la actividad esteroideogénica de sus células y finalmente la lisis de la estructura ovárica. Consistente con lo anterior se produce una disminución abrupta de los niveles sanguíneos de progesterona que inhiben el desarrollo folicular y la aparición de celos, resultando en la activación del eje hipotálamo-hipófisis-gónada para dar comienzo a un nuevo ciclo estral. Existe la opción de utilizar dos protocolos con prostaglandina, según el número de dosis. El primero consiste en la administración de una sola dosis de $PGF_{2\alpha}$ y dado que los animales se encontrarán en diferentes fases del ciclo reproductivo, no todos tendrán un cuerpo lúteo funcional con la capacidad de responder a la $PGF_{2\alpha}$ (cuerpos lúteos de menos de 5 días usualmente no presentan receptores para $PGF_{2\alpha}$). Dado esto, sólo se sincronizarán las hembras en estado de diestro, con una alta dispersión en la presentación de celos. Una segunda opción es la aplicación de dos dosis de $PGF_{2\alpha}$ separadas por 9-14 días. Con este protocolo, se puede detectar celo en el 95% de los animales en un lapso de 4 días, con el mayor porcentaje de animales entre el segundo y tercer día pos-administración de la segunda dosis de $PGF_{2\alpha}$. Este resulta ser un método más económico que aquellos que ocupan progestágenos. Sin embargo, algunos trabajos indican que la fertilidad del celo sincronizado puede ser inferior, por lo que algunos productores optan por utilizar el segundo celo pos-sincronización (ver Wildeus, 2000; Abecia et al., 2012).

5.2.2 Progestágenos

Los protocolos que utilizan progestágenos se basan en su efecto inhibitorio sobre la secreción pulsátil de GnRH, por lo que también se inhibirá la secreción de gonadotropinas y, consecuentemente, el desarrollo folicular. La presentación más comúnmente usada, son los dispositivos intravaginales comerciales que contienen progesterona (CIDR) o bien, esponjas intravaginales, que generalmente contienen acetato de medroxiprogesterona (MAP). Si bien existen diferentes protocolos basados en la sola utilización de los dispositivos intravaginales, o bien estos en asociación con hormonas con efecto gonadotrófico, la asociación es ampliamente utilizada es la de progestágenos con eCG. En este protocolo el dispositivo intravaginal se mantiene por 12-14 días (aunque hay nuevos protocolos que recomiendan 7 a 9 días), pues lo que se pretende es imitar la duración normal del cuerpo lúteo. Al momento de retirar el dispositivo se inyecta eCG, con el fin de promover el desarrollo folicular, mejorando, además, la tasa ovulatoria. El uso de progestágenos permite también inducir y sincronizar el celo de animales en periodo de anestro. Una vez retirado el dispositivo con progestágenos y aplicada la eCG, el celo se producirá entre las 24 y 72 horas (ver Wildeus, 2000; Abecia et al., 2012). En comparación con el uso de prostaglandinas, los dispositivos con progestágenos permiten una mejor sincronización y fertilidad, sin embargo, es de mayor costo y podría producir diferentes grados de vaginitis.

5.2.3 Biotecnologías de la Reproducción

El uso de biotecnologías reproductivas, como la inseminación artificial (IA) y la transferencia de embriones (TE), ha permitido establecer programas de mejoramiento genético, de control de enfermedades, de introducción de razas especializadas, entre otros, contribuyendo al desarrollo de la ganadería ovina mundial. El principal beneficio económico, se logra a través de la incorporación al rebaño, de genética superior.

La eficiencia de la IA depende de la raza tanto del macho como de la hembra, existiendo diferencias en el porcentaje de fertilidad según el genotipo con el cual se trabaje, la edad de los animales, la época del año en la cual se realiza la IA, la vía de inseminación, el estado del semen y la correcta sincronización y detección de celos. En términos generales, el uso de laparoscopia, en el cual el semen se deposita directamente en el útero, entrega resultados de fertilidad superiores a la técnica de depósito vaginal o cervical. Por otra parte, el uso de semen fresco y diluido entrega mejores resultados (70-82%) que el

uso de semen congelado o enfriado (29% a 72% de fertilidad) (ver Parraguez et al., 2000).

El procedimiento laparoscópico requiere que los animales sean mantenidos en ayuno por al menos 16 h. Se requiere de una anestesia previa a la IA y de la preparación quirúrgica del abdomen, lo que significa esquila, limpieza y desinfección de la piel. Utilizando una camilla que permita posicionar al animal en un ángulo de 45°, se realizan dos incisiones pequeñas, que permitan la entrada de los trócares del laparoscopio. Con la inserción del primer trócar, se insufla el abdomen mediante la aplicación de CO₂ a presión, lo que permite incrementar el espacio de trabajo en la cavidad abdominal, así como separar los órganos para una mejor manipulación. Luego se inserta el componente óptico del laparoscopio para identificar el útero. Finalmente, a través del segundo trócar, se inserta la pipeta de IA que contiene el semen, el que deberá ser inyectado, mediante punción, en ambos cuernos uterinos. Se debe procurar administrar al menos 25 millones de espermios móviles. Luego se retira el equipo y se desinfecta la zona, pudiendo colocarse algún punto de sutura si fuera necesario (ver Parraguez et al., 2000).

La IA con semen fresco vía por vía cervical resulta ser una técnica menos invasiva y de menor costo que la vía laparoscópica. Una vez extraído el semen del carnero, utilizando una vagina artificial con una presión y temperatura adecuadas, se procede a evaluar el semen. Según el resultado de la evaluación, el semen es disuelto buscándose una concentración de 100 a 150 millones de espermatozoides totales, en una dosis que puede ir entre 0,02 mL a 0,25 mL, generalmente con leche descremada y se mantienen a 28-30 °C. Durante todo el proceso se debe buscar producir el menor estrés posible en el animal a ser inseminado. Este se colocará en un carro o bien en posición inclinada con la cabeza hacia abajo. Se limpia la vulva de la hembra con toalla de papel y se introduce el vaginoscopio lentamente, lubricado con vaselina, hasta el fondo de la vagina. Se debe ubicar el cérvix, teniendo especial cuidado del fondo de saco que se forma entre éste y las paredes de la vagina. Suavemente, se introduce la pistola de IA y con movimientos suaves se introduce en el cérvix. A diferencia de la vaca, la estructura de éste no permite llegar al cuerpo uterino, por lo que se avanzará hasta donde sea permitido. Antes de depositar el semen, se debe retirar levemente el vaginoscopio para evitar un efecto de succión del semen, y se depositará éste en el cérvix (ver Parraguez et al., 2000).

El momento en el cual se realiza la IA dependerá del método de sincronización. En el caso de progestágenos + eCG, la IA cervical se realizará 12 h antes de la ovulación (48-54 h post tratamiento), mientras que por vía laparoscópica, se realizará entre 58 y 66 h post tratamiento de sincronización.

En el caso del uso de celos naturales o con PGF_{2α}, se realizará el aparte de las hembras en celo dos veces al día, inseminándose las hembras separadas en la mañana durante la tarde y las separadas en la tarde se inseminarán al día siguiente por la mañana. El uso de machos vasectomizados, con el pecho pintado con tierra de color o con un arnés y tiza de color, resulta fundamental para poder detectar a las hembras en celo (ver Parraguez et al., 2000).

Los primeros trabajos de TE en ovinos se realizaron en los años 30 y, desde esa época, la técnica se ha desarrollado fuertemente. Lo que se persigue con la TE, es incrementar el número de crías que anualmente se puede conseguir de una hembra de alto valor genético. Dado lo anterior, resulta fundamental contar con información objetiva de las variables productivas de interés, que permita seleccionar aquellas hembras que posean un mayor valor. El uso de un sistema de selección y la aplicación de modelos que permitan obtener valores genéticos para cada característica de interés (BLUP), son recomendables.

La eficiencia de la TE estará dada por la raza (razas más prolíficas presentan una mejor respuesta), la edad de la donante (se deben usar hembras con al menos un parto), la estación (mejor respuesta durante la estación reproductiva), la condición corporal y sanitario de donantes y receptoras. Existe una serie de tratamientos hormonales que permiten aumentar la tasa ovulatoria en las donantes, donde por ejemplo, el uso de progestágenos, asociado a dosis decrecientes de FSH y crecientes de LH permiten una buena respuesta. El uso de FSH permite resultados superiores a los obtenidos con PMSG, donde se obtiene un efecto no solo sobre la tasa ovulatoria, sino también en la migración espermática y tasa de fertilización. En términos generales, se debe implementar un tratamiento de superovulación, seguido por la IA de las hembras donantes, por vía laparoscópica 32 h de iniciado el celo si se ocupa semen fresco o entre 40 y 44 h si se utiliza semen congelado. La colecta de los embriones se realiza entre el 5° y 7° día pos inicio del celo. Se utilizará la técnica quirúrgica para lavar los cuernos, lo que requiere el uso de anestesia general, dado que el abordaje se realiza mediante una laparotomía media. Los cuernos se deben exteriorizar y, mediante el uso de una sonda ubicada en el cuerpo del útero, se procederá a lavar de a uno cada cuerno, con el uso de PBS a 37 °C. Finalizada la colecta, se procede a suturar la incisión. Finalizado este proceso, se procederá a la búsqueda y clasificación de los embriones bajo lupa. Se aconseja implantar los embriones en las donantes en un tiempo no mayor a las dos horas post recuperación de éstos. Para las receptoras, estas deberán encontrarse en el mismo tiempo reproductivo que las donantes, al momento



de ser recuperados los embriones. Para tales efectos se deberá usar un protocolo de sincronización que puede involucrar progestágenos y eCG (200 a 400 UI). La transferencia se realiza mediante una técnica mixta entre laparoscopia y quirúrgica, donde, luego de ubicarse con el laparoscopio el cuerno ipsilateral al ovario que posea un cuerpo lúteo con buen tamaño, se procede a exteriorizar el cuerno a través de una incisión y se realiza la transferencia (ver González-Bulnes et al., 2004; Abecia et al., 2010).

La TE permitirá incrementar el número de crías de una hembra seleccionada. La posibilidad de producir entre 4 a 6 crías por año aumenta el progreso genético al incrementarse la presión de selección, acorta el intervalo intergeneracional y posibilita la difusión de material de alta calidad productiva y sanitaria.

Referencias

- Abecia JA, Forcada F, González-Bulnes A. Hormonal control of reproduction in small ruminants. *Anim. Reprod. Sci.* 2012; 130(3-4):173-179.
- Abecia A, Forcada F. Manejo reproductivo en ganado ovino. Zaragoza, España: Servet Editorial; 2010.
- Banchero GE, Milton JTB, Lindsay DR, Martin GB, Quintans G. Colostrum production in ewes: a review of regulation mechanisms and of energy supply. *Animal.* 2015; 9:831-837.
- Bartlewski PM, Baby TE, Giffin JL. Reproductive cycles in sheep. *Anim. Reprod. Sci.* 2011; 124(3-4):259-268.
- Coop IE. Effect of flushing on reproductive performance of ewes. *The Journal of Agricultural Science* 1966; 67:305-323.
- Duguma G, Cloete SWP, Schoeman SJ, Jordaan GF. Genetic parameters of testicular measurements in Merino rams and the influence of scrotal circumference on total flock fertility. *South African J. Anim. Sci.* 2002; 32:76-82.
- González-Bulnes A, Baird DT, Campbell BK, Cocero MJ, García-García RM, Inskeep EK, López-Sebastián A, McNeilly AS, Santiago-Moreno J, Souza CJ, Veiga-López A. Multiple factors affecting the efficiency of multiple ovulation and embryo transfer in sheep and goats. *Reprod. Fertil. Dev.* 2004; 16:421-435.
- Hafez B, Hafez ESE. *Reproduction in farm animals.* Baltimore: Lippincott Williams & Williams; 2000.
- Jefferies B. Body condition scoring and its use in management. *Tasmanian J. Agr.* 1961; 32:19-21.
- McCoard SA, Sales FA, Sciascia QL. Invited review: impact of specific nutrient interventions during mid-to-late gestation on physiological traits important for survival of multiple-born lambs. *Animal.* 2017; 11:1727-1736.
- Parraguez VH, Blank O, Muñoz C, Latorre E. Inseminación artificial en ovinos. *Mon. Med. Vet.* 2000; 20:69-74.
- Parraguez VH, Ratto M, Peralta OA. Reproductive physiology-endocrinology. In: Astiz S, González-Bulnes A, editors. *Animal Reproduction in Livestock. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS).* Developed under the auspices of the UNESCO. Oxford: Eolss Publishers; 2012.
- Rosa HJD, Bryant MJ. Seasonality of reproduction in sheep. *Small Rum. Res.* 2003; 48:155-171.
- Scaramuzzi RJ, Baird DT, Campbell BK, Driancourt MA, Dupont J, Fortune JE, Gilchrist RB, Martin GB, McNatty KP, McNeilly AS, Monget P, Monniaux D, Viñoles C, Webb R. Regulation of folliculogenesis and the determination of ovulation rate in ruminants. *Reprod. Fert. Dev.* 2011; 23(3):444-467.
- Viñoles C, Gonzalez-Bulnes A, Martin GB, Sales F, Sale S. Sheep and Goat. In: DesCôteaux L, Colloton J, Gnemmi G, editors. *Practical Atlas of Ruminant and Camelid Reproductive Ultrasonography.* Iowa, USA: Wiley-Blackwell Publishing; 2009. p. 181-210.
- Wildeus S. Current concepts in synchronization of estrus: sheep and goats. *Journal of Animal Science.* 2000; 77(E-Suppl):1-14.

Producción lanera en Argentina: mercados y tendencias

*Manuel Patricio Ghirardi*¹

1. El Hombre, la Oveja y la Lana

La relación entre el género humano y el ovino se inicia hace 50 siglos en el corazón de Asia Central. A partir de entonces y sin intervalos este extenso recorrido continúa hasta nuestros días en un intercambio milenario que da origen a las primeras manifestaciones culturales de la humanidad.

La historia comienza cuando el cazador neolítico, constantemente amenazado por el fantasma del hambre, intenta la domesticación y, gradualmente, de cazador errante se transforma en pastor nómada. Esta modificación conductual, lleva a que, en pocos milenios, los rebaños domésticos se difundan por toda la región euroasiática.

Una vez domesticada, la oveja ha acompañado al hombre por todo el globo. Las huellas de sus pezuñas están impresas en forma indeleble junto a las pisadas de sus pastores, quienes supieron apacentarlas hasta el último confín de la tierra.

Por sus características gregarias, su mansedumbre y su docilidad, el ovino es uno de los animales más antiguos que el hombre ha domesticado, puesto que, como decíamos, se estima que su domesticación se cumplió en la prehistoria, ya por el período neolítico.

La lana ha sido el primer producto utilizado como fibra textil en el mundo y sus tejidos se remontan a las épocas más antiguas. Es sabido que la civilización egipcia ya conocía el arte de hilarla y urdirla, así como también los israelitas y los británicos primitivos.

Durante una dilatada etapa de la evolución humana, la lana fue la fibra textil de consumo casi exclusivo. Desde el inicio de esta actividad, la mejora genética para sustituir especies con predominio de pelo por las de predominio lanero fue uno de los

factores que más contribuyó para que su empleo fuera casi excluyente en aquellas épocas históricas.

En el siglo XVIII, la lana suministraba alrededor del ochenta por ciento de la materia prima textil, secundada por el lino con el dieciocho por ciento y luego el algodón con apenas el cuatro por ciento. A principios del siglo XIX, debido al alcance de la revolución industrial, el algodón se transformó en la fibra textil más importante. El mejoramiento genético, las nuevas maquinarias textiles y el desarrollo de la despepitadora de algodón condujeron a que por esos años esta fuera la fibra predominante. En 1966 el consumo de algodón constituía el sesenta por ciento de las fibras textiles, pese a la dura competencia que ya ejercían las fibras sintéticas.

De este modo, la lana comenzó a disminuir su participación en el consumo mundial de fibras. A fines del siglo XIX, ésta alcanzaba sólo el veinticinco por ciento del consumo mundial; en 1920 representaba el quince por ciento, en 1960 el diez por ciento y en la actualidad tan sólo el 1,9% de la variedad de fibras que se consumen en el mercado mundial.

A pesar de su menor participación en el porcentaje en relación con las otras fibras textiles, el volumen de producción de lana no disminuyó hasta la década de 1990.

Durante la primera mitad del siglo pasado, el consumo de fibras textiles para ropa y artículos domésticos aumentó en un 140% a nivel mundial. Luego de un período de disminución en el ritmo de crecimiento, debido a la segunda guerra mundial, sobrevino un salto brusco en el consumo de fibras textiles, acompañado por un impresionante avance científico y técnico, que se observó particularmente en los países industrializados. Esta demanda fue claramente abastecida por el algodón en la primera mitad del siglo y por las fibras sintéticas en la segunda mitad de la centuria.

¹ MV. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. E-mail: ghirardi@fvet.uba.ar.



En el siguiente gráfico puede observarse el modo en que la lana ha sido desplazada por el algodón y por las fibras sintéticas en el consumo de fibras textiles, que, en la actualidad, ocupan más del noventa y ocho por ciento del mercado.

2. Orígenes del Ovino en Argentina

Entre 1548 y 1550 se introdujeron en la Argentina los primeros ovinos. Llegaron de Paraguay, de manos de Nuflo de Chávez; del Perú, traídos por Núñez del Prado y de Chile por Diego de Rojas. Posteriormente, en 1580, con la segunda fundación de Buenos Aires, Juan de Garay, incorporó un número considerable de cabezas ovinas, también procedentes de Paraguay. La cruce y reproducción de los diferentes tipos y su adecuación al medio dio lugar a la denominada raza Criolla.

Debió correr el tiempo hasta que comenzaran a desembarcar los ovinos correspondientes a las razas que hoy constituyen la base de la producción lanera en la Argentina. Esto ocurrió de acuerdo con la siguiente cronología:

- Entre 1813 y 1874, se importaron merinos de España, así como las variedades Negretti y Electoral procedentes de Alemania;
- Entre 1875 y 1890 se formó el Merino Argentino cuya base fue la importación de la raza Rambouillet proveniente de Francia;
- Entre 1891 y 1930 se produjo la importación de las razas inglesas, principalmente Lincoln y Romney Marsh. Luego fueron incorporándose las razas Hampshire Down, Oxford Down, Shropshire Down y Southdown.

Si bien el cruzamiento entre Merino y Lincoln se practicaba en Argentina desde mucho antes, fue entre 1931 y 1947 que se introduce el ovino Corriedale, de cuya altísima propagación en nuestro país se tiene cabal conocimiento.

Las primeras exportaciones de lanas desde nuestro suelo tuvieron lugar en el siglo XVII, a través de comerciantes españoles que la enviaban a España. Si bien estos primeros embarques fueron modestos, con el correr de los años la producción y el comercio lanero argentino fue incrementándose hasta llegar a representar el veinte por ciento de las exportaciones argentinas hacia mediados de la década de 1960.

Es interesante glosar que en nuestro país, a comienzos del siglo XIX se establece el primer lavadero de lanas, que en 1880 abre sus puertas la

primera hilandería de lana cardada y que en 1900 se instala la primera hilandería de lana peinada.

En Argentina, ya por esos años, podían distinguirse con claridad tres importantes zonas productoras: central, patagónica y mesopotámica, con características ecológicas y económicas propias, capaces de determinar comportamientos muy distintos de la producción y del productor.

Las regiones central y mesopotámica siempre se diferenciaron de la patagónica por su mayor posibilidad de alternativas de producción. Por lo tanto, la Patagonia, en particular, siempre ha estado más expuesta a la hora de enfrentar circunstancias adversas para la producción lanera.

3. Existencias Ovinas, su Evolución

El primer dato estadístico sobre la existencia de ovinos data de 1888 con 66,7 millones de cabezas que continuaron creciendo hasta 1895, año en que se registró la mayor cifra de ovinos en la historia argentina: 74,4 millones de cabezas. Se estima que la cantidad de ovinos continuó en alza, creciendo, puesto que en 1899 se produjo la mayor cantidad de lana exportada, número que ascendió a 237.000 toneladas.

Al comenzar el siglo XX, se produjo una crisis lanera que deprimió considerablemente los precios. Se registraron grandes inundaciones en la provincia de Buenos Aires que ocasionaron una fuerte mortandad de ovinos. Para la misma época sobrevino un gran impulso hacia el cultivo de granos y un aumento en la demanda de carne vacuna, lo que explica la disminución de ovinos en el área pampeana de nuestro país. Mientras, en la Mesopotamia – que no afrontaba competencia de otros productos –, continuó su expansión y la Patagonia inició el proceso poblacional de ovinos, especie que, junto con los caprinos resultaron las más adaptables a las condiciones del ambiente.

Hacia 1922 culminó el retroceso ovino, aunque con existencias que no alcanzaban siquiera a la mitad de las verificadas en 1895. A partir de allí comenzó una tendencia ascendente que culminó con 56 millones de cabezas en 1952. Luego, el número de cabezas de la población ovina sufre una leve disminución para estabilizarse hacia los años 80, cuando se desploman los precios de la lana y se produce entonces una disminución significativa de las existencias que se extiende hasta la actualidad.

Mediante el análisis evolutivo surge con claridad el hecho de que casi toda la dinámica del proceso, en los primeros años, corre por cuenta de la región pampeana, constituida fundamentalmente por la provincia de Buenos Aires. Esta zona absorbía en 1985 el setenta y ocho por ciento de las existencias ovinas y, por las causas que se han venido desarrollando, reduce sus rebaños significativamente.

La Patagonia, una vez establecida su población, se mantuvo en torno a los 16 o 18 millones de cabezas

ovinas. Sin embargo, por efecto de la desertificación, los estrechos márgenes de ingresos y su reemplazo por otras especies, como la bovina y la caprina, la zona sufre en la actualidad una reducción de su stock a un número aproximado de 6 millones de cabezas de ganado ovino.

En el gráfico siguiente se muestra la evolución de las existencias ovinas en el país desde que se tiene registro hasta la actualidad.

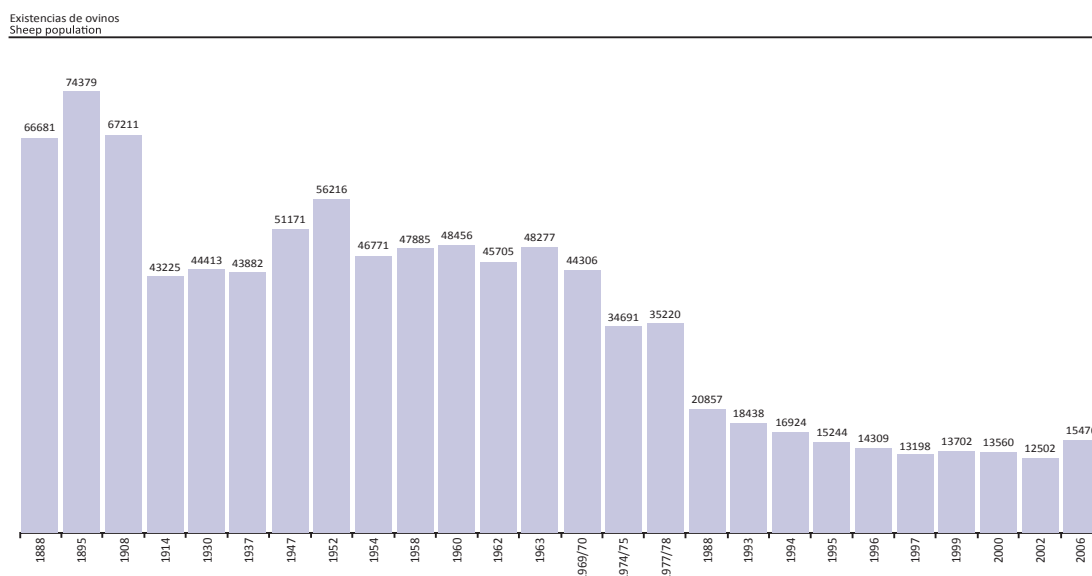


Gráfico 2: Evolución de las existencias ovinas en la República Argentina.

Fuente: Federación Lanera Argentina (2013)².

4. Características de la Producción Ovina en la Argentina

El sistema agroalimentario contribuye con el 9% al producto bruto de la Argentina y las exportaciones vinculadas al sector agropecuario y alimenticio aportan el 53% de las divisas del país (2010). Los principales productos de exportación son las oleaginosas, los cereales y sus derivados. Los productos animales como la carne, la leche, la lana y la miel son de importancia menor para la macroeconomía del país. En ese contexto, la producción ovina se visualiza como relevante por la ocupación territorial, el aporte a las economías regionales, el autoconsumo y el abastecimiento del mercado interno. Del adecuado manejo de los ovinos también depende la conservación de los recursos forrajeros, de las cuencas de agua y del paisaje.

En la República Argentina, algo más de 78 mil productores poseen más de 14 millones de ovinos. El 85% de estos productores tienen menos de 100

animales en sistemas de producción mixtos o de pequeña agricultura familiar. Sin embargo, en la estepa patagónica, donde se crían dos tercios de los ovinos del país en forma de mono-cultura extensiva, por encima de un tercio de los productores poseen un número que supera los 1.000 ovinos. Algunas empresas cuentan con cantidades superiores a los 50.000 ovinos. En consecuencia, existe una diversidad de sistemas de producción que experimentan, problemáticas muy diferentes.

La producción ovina argentina es del tipo doble propósito – carne y lana – y está basada en las razas Merino y Corriedale. Los rebaños productores de leche son escasísimos.

En 2011 la producción de carne ovina fue de 55.700 toneladas, el consumo de 50.500 toneladas y la exportación, principalmente a Europa, fue de 5.200 toneladas. La faena comercial – autorizada por el SENASA – alcanza sólo el 26% del total, el resto corresponde a sacrificio informal en los propios establecimientos productores. Los argentinos consumen un promedio que alcanza apenas 1,3 kg de carne ovina por persona en un año. El precio del

² Disponible en: <<http://flasite.com/images/pdf/estadisticas/anuales/EL-572.pdf>>.



cordero “en canal” que se abona al productor es de aproximadamente 4,2 U\$/kg (2/2013).

La producción de lana en la zafra 2011/2012 alcanzó las 44,000 toneladas. Esta cifra resulta significativamente inferior a la normal debido a una persistente sequía y a las secuelas de la erupción de un volcán ubicado en la Patagonia norte. Un porcentaje superior al 90% de la lana se exportó ya lavada, peinada o hilada, principalmente hacia Europa, China, Turquía, México, entre otros destinos. El productor vende su lana según certificados de calidad con precios, para lana Merino típica, base sucia, de 5,7 U\$/kg y para lana Corriedale típica de 2,9 U\$/kg (2/2013). Prácticamente, no se registran importaciones de lana ni de carne ovina al país.

En la Patagonia, los niveles de producción ovina se hallan fuertemente atados a las fluctuaciones ambientales, aunque se observan esfuerzos, por parte de los productores y del estado para contrarrestarlas a través de prácticas de manejo y de subsidios específicos. En el resto del país, los niveles de producción ovina dependen de su rentabilidad y complementariedad con otras actividades. Actualmente, la producción ovina se considera un buen negocio, pues la lana se exporta sin dificultad y la demanda de carne ovina está insatisfecha. Sin embargo, en la región extra-patagónica, otras actividades agropecuarias compiten con la producción ovina debido a que la rentabilidad es más alta y a que requieren menor dedicación por parte del productor.

Por un lado, en los últimos años se ha observado una tendencia hacia el aumento de la productividad de carne ovina gracias a la aplicación de técnicas que incrementan la reproducción y el crecimiento. Por el otro lado, se advierten mejoras en la calidad y la finura de las lanas en términos generales y, en particular de la lana Merino, a través de programas de calidad como el “Prolana” y de mejora genética como el “Provino”. Los productores de ovinos cuentan con apoyo del estado para sus proyectos de infraestructura, retención de vientres, genética, comercialización y capacitación mediante instrumentos de financiación de la denominada “Ley Ovina Argentina”.

5. El Abastecimiento Mundial de Lana: la Producción Primaria

Durante dos tercios del siglo pasado (1900-1966), la producción mundial de lana se duplicó, no obstante su crecimiento mostró dos períodos bien definidos. Al principio el ritmo de crecimiento fue paulatino, pero se produce un salto cuantitativo en las décadas posteriores a la primera guerra mundial,

entre 1920 y 1930. A partir de 1950, comienza un período de crecimiento rápido de la producción mundial que se extiende hasta mediados de los años 80.

A fines de la década de los 80's, la Corporación Lanera Australiana (principal país productor, industrializador y exportador para ese entonces) incrementó fuertemente el precio de la lana y aumentó el stock de lana como política anticíclica. Este exceso de stock, posteriormente, dio origen al desplome de los precios y la producción de lana en el mundo descendió a niveles tales que, en algunos países, se consideran los más bajos que hayan alcanzado desde mediados del siglo XIX.

En aquellos lugares donde los recursos naturales lo permitían, los productores ganaderos buscaron rubros alternativos como granos, carne vacuna, carne ovina, forestación, entre otros. La demanda de lana no sólo ha cambiado en cantidad sino en finura, resistencia a la tracción, coloración de las fibras coloreadas, etcétera. En Australia, un sector de productores encontró que las lanas superfinas y ultrafinas brindaban una nueva alternativa para hacer más rentable su negocio y captar los muy buenos valores que el mercado paga por tales calidades de lana.

6. Producción de Lana

Según la IWTO (International Wool Textile Organization), en 2010 la población mundial de ovinos se elevaba a 1068 millones de cabezas, con una producción lanera de 1992 millones de toneladas y de acuerdo con datos de la FAO, 8532 millones de toneladas correspondían a la producción cárnica.

La oferta exportadora mundial de lana base, sucia, alcanzó los 790 millones de kilogramos, y se reparte entre los siguientes países: Australia (66%), Nueva Zelanda (17%), Uruguay (6,5%), Sud África (5,5%) y Argentina (5%).

Posteriormente a la baja de stocks, debida a la crisis lanera mundial de los años 90, Australia, Nueva Zelanda y Uruguay disminuyeron su stock en 56 millones de cabezas durante el período que se extiende entre el año 2000 y el 2012.

Según fuentes de la FAOStat 2013, los principales mercados productores de lana son: China (20%); Australia (18%); Nueva Zelanda (8%); Reino Unido, Irán, Marruecos, Federación de Rusia y Argentina (3%); Turquía e India (2%). En este contexto Argentina se encuentra en el 7º puesto.

La misma fuente sostiene que en la oferta mundial de lana, Australia colabora con el 52%; Nueva Zelanda con el 7%; Sudáfrica y Alemania con el 6%; Argentina con el 3%, Uruguay, Reino Unido y España con el 2%; Brasil y Estados Unidos de Norteamérica con el 1%.

China domina el stock con 140 millones de cabezas. Constituye el principal país consumidor de lana del mundo: abastece su mercado interno, la procesa en sus industrias y luego la exporta a mercados como, Estados Unidos, la Unión Europea y diversos países asiáticos. Actualmente, China es el único país en el que se advierte un crecimiento en el proceso de industrialización de lana.

Argentina posee el 1,5 por ciento de la población ovina existente en el mundo. Esta escasa participación determina su dependencia de los precios del mercado australiano, situación que nos posiciona como un país “precio aceptante”.

Una característica de los países exportadores de lana es que tienen una escasa población y pocas industrias textiles. Esto genera que la mayor parte de la producción se exporte como lana sucia o con bajo nivel de industrialización. Los países importadores, en cambio, son los más importantes procesadores y utilizan para ello la más alta tecnología.

Los principales importadores son: China, India, República Checa y Alemania.

El Gráfico 3 muestra que, a nivel mundial, mientras en el período 1961-2011 las existencias de cabezas ovinas se mantienen estables, a partir de 1990 la producción de lana comienza a disminuir en forma constante.

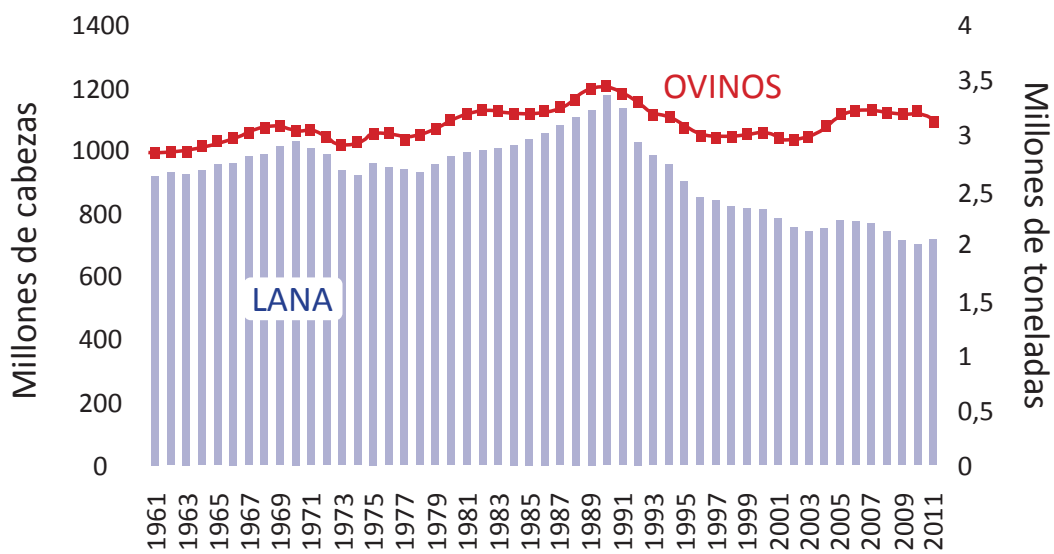


Gráfico 3: Evolución mundial de existencias ovinas y producción de lanas. Fuente: FAO (2013).

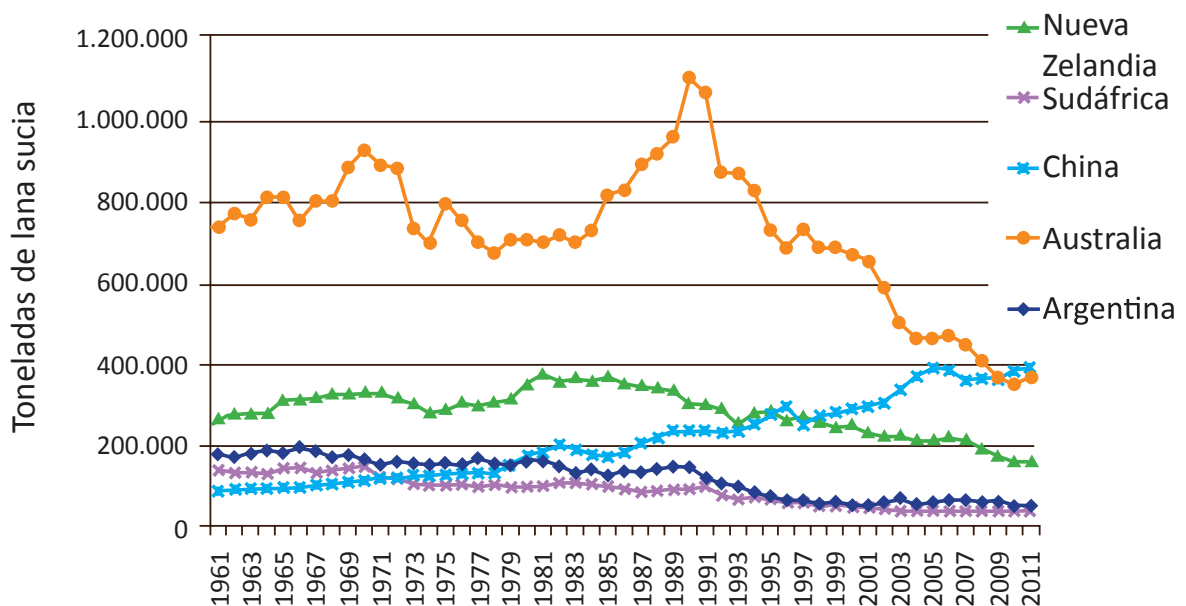


Gráfico 4: Evolución de la producción de lana en países líderes. Fuente: FAO (2013).



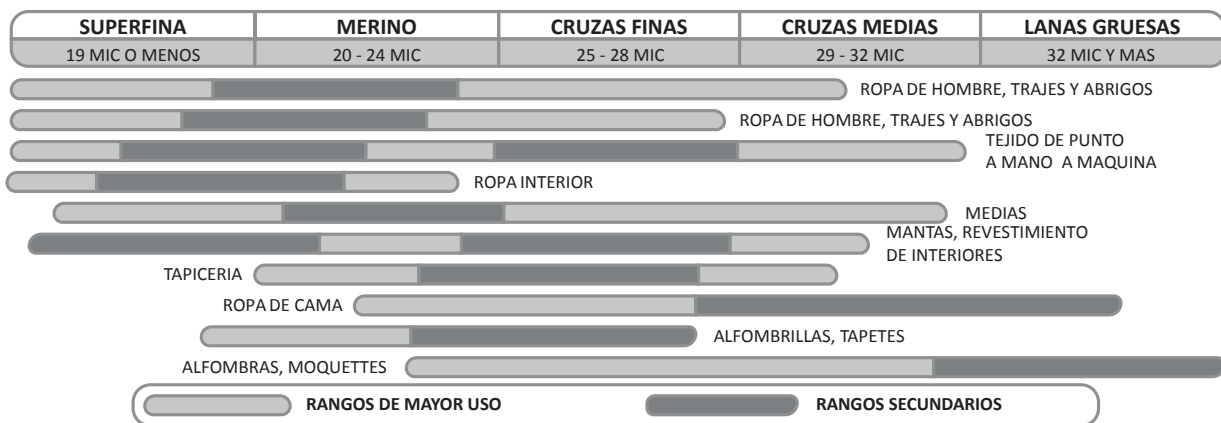
El Gráfico 4 muestra que mientras China aumenta la producción de lana por aumentar la cantidad de cabezas para el período considerado en el Gráfico 3, los países líderes disminuyen su producción lanera como consecuencia de la combinación entre la reducción de precios y las importantes sequías. Todo ello se basa en la pérdida de competitividad de Australia y Nueva Zelanda y a la fuerte recuperación de China acompañada por Irán y Sudán.

Australia domina la producción lanera en el mundo con el 52 por ciento del total global. Es allí donde se referencia el stock y los precios de la lana para todos los demás países. Según informes de The Woolmark Co., puede apreciarse en qué medida ha caído la producción de lana, pues sus volúmenes se han reducido a los valores que tenía en 1925. La desafortunada estrategia de acumulación de stock durante las décadas de 1980

y 1990 produjo una debacle en los precios de la lana, que añadida a la posterior sequía fueron las causantes de su abrupta declinación.

7. Uso de Lanas en Virtud de sus Finuras

En el mercado existen distintos tipos de lana – fina, mediana y gruesa – con distintos tipos de aplicación para la industria. En el Cuadro 1 se presentan los productos que se confecciona de acuerdo con cada tipo de la finura de lana.



Cuadro 1: Textiles confeccionados con distintas finuras de lanas.

Fuente: Federación Lanera Argentina (2013).

En este sentido, también se ha observado una modificación en el perfil de la producción lanera en Australia. En la actualidad, se registra un aumento de las lanas superfinas y ultrafinas (entre 16,5 y 18 micras) y un descenso de los demás micronajes con respecto a la zafra anterior. Este comportamiento se debe básicamente a dos motivos: por un lado, el aumento de productores que eligen producir lanas más finas por su alto valor económico en los mercados y, por otro, a un afinamiento natural de la fibra, producto de la insuficiencia de pasturas en las zonas áridas.

Podemos resaltar el hecho de que, si bien casi todos los países del mundo producen un quantum de esta fibra de origen animal, la mayor parte de la lana que se emplea en la confección de indumentaria proviene solamente de algunas naciones.

8. Estrategia Productiva Lanera a Nivel Mundial

En la actualidad, en el mundo se ha producido una relocalización y una redistribución de la actividad lanera. Por ejemplo: China es el país que más ovinos produce, el primer consumidor de lana a nivel mundial, así como el principal país importador y exportador de lanas sucias y peinadas. No obstante, a pesar de ser la nueva referencia mundial, aún no ha desplazado a Australia del manejo del mercado primario de lanas.

Las principales industrias de lavado y peinado de lanas que estaban ubicadas en Australia y Europa se han trasladado a China, relegando así a los países europeos en este procesamiento. Las causas de esta reubicación de la industria lanera en China radicarón, por un lado, en los menores costos que se generan en las economías de escala y, por otro, en la obtención de mano de obra barata.

En 2000 se produce la entrada de China en las rondas de negocios del mundo lanero y, al evitar el proteccionismo en los textiles, comienza a dominar el mercado de hilados y tejidos.

En el resto de los países, la producción ovina se ha ido restringiendo para quedar circunscripta a las zonas áridas y semiáridas o a regiones donde no es posible una diversificación productiva. En estas regiones la baja producción de los pastizales, las variaciones climáticas (sequías, nevadas, cenizas) y eventuales incendios ejercen gran influencia en la productividad.

Frente al avance de China, los países occidentales industrializados han volcado sus esfuerzos en el desarrollo, la innovación y la especialización de las últimas etapas de agregado de valor, entre ellos: la hilatura, los tejidos, las confecciones y el diseño.

Otro aspecto para destacar reside en el caso de los países que se han concentrado en imponer la moda, aunque no sean relevantes en cuanto a la cantidad de cabezas ovinas o a la producción lanera. Por ejemplo, Italia, que es la nación con el más alto índice de referencia en cuanto a la moda de productos textiles laneros, prácticamente no posee un número significativo de cabezas de ganado ovino. A pesar de ello, **se ha reservado para sí el lugar de ser quien más valor agrega a las prendas en la industria y que produce las innovaciones más vanguardistas en el área textil.**

Podemos afirmar que en la actualidad, las prendas pesan la mitad que 10 ó 20 años atrás. Es evidente que la demanda de esta fibra tiene una firme concentración en las lanas finas, superfinas o ultrafinas.

Esta tendencia muestra dos facetas posibles: los productos textiles confeccionados con esta fibra corren el riesgo de transformarse en bienes exclusivos para un nicho específico o en una especialidad que reduzca aún más su importancia en el mercado o, por el contrario, que se revaloricen sus cualidades naturales y que el desarrollo tecnológico permita que se desarrollen prendas finas en economías de escala.

9. Búsqueda de Diferenciación e Incorporación de Tecnología

En lo referente a la comercialización puede interpretarse que la lana tiene altos precios relativos en comparación con otras fibras textiles y que ha habido un aumento de producción de fibras sintéticas y de algodón, y una decreciente participación de lanas en la producción mundial de fibras textiles. Por estos motivos, el consumo total de las otras fibras textiles se da al alza (9%), mientras que el de lanas se da a la baja (-3%).

Como ya se ha planteado, estos aspectos de la comercialización se fundamentan en que, paralelamente acompañan el ritmo creciente de población, los cambios climáticos, así como una modificación en los hábitos y en la indumentaria, que indican un consumo creciente de fibras sintéticas y de algodón. Debe considerarse también el criterio, cada vez más arraigado, de los consumidores respecto del cuidado del medio ambiente, relacionado por un lado con el sobrepastoreo y, por otro, con apreciaciones acerca del bienestar animal (operación de Mules).

La Tabla 1 que se presenta a continuación muestra el agregado de valor en cada uno de los eslabones de la cadena.

10. Agregado de Valor en cada Sección de la Cadena Productiva

Tabla 1: Agregado de valor.

Sector	Eslabón	Valor Agregado U\$S/Kg.	Aporte por etapa %
Primario	Actividad agropecuaria y esquila	7,13	7%
	Acopio en barraca		
Industrial	Lavado y Cardado	7,32	0,2%
	Peinado	9	1,8%
	Hilandería	32	24,0%
	Confección	96	66,7%

Fuente: Federación Lanera Argentina Circular 7136 del 2-11-06.



11. Factores que Determinaron el Desplazamiento de la Lana por otras Fibras Textiles

Los factores por los cuales el algodón desplazó a la lana estribaron en menores costos de producción, traducidos en menores precios; la mayor adaptabilidad de la oferta de volúmenes a la demanda y las mejores posibilidades físicas de expansión.

Las fibras artificiales desde el comienzo de su difusión compitieron con el algodón y la lana hasta lograr el desplazamiento de ambas.

Puede afirmarse que los avances tecnológicos, la evolución de las prácticas de comercialización y los cambios en los hábitos de los consumidores han influido decisivamente en la competencia de estas fibras frente a la lana.

Al mismo tiempo, el menor peso, la mayor resistencia a la tracción y a los pliegues que poseen las fibras sintéticas les confieren ventajas, para determinados usos finales, sobre el algodón y la lana.

La lana y el algodón pueden preferirse para otras aplicaciones debido a su mayor capacidad de absorción o resistencia al deshilachado.

La urbanización de la población, la modificación de los hábitos de vida, tanto en lo referente a la vestimenta, como a la climatización de los ambientes, hacen innecesaria la utilización de tejidos cálidos. Por tal motivo, las fibras sintéticas se ven favorecidas, pues tienen ventajas con respecto a la practicidad y conveniencia a la hora de su lavado o al hecho de que no requieren planchado, tornándolas más prácticas, aunque menos saludables.

Otra gran ventaja de los tejidos artificiales consiste en que su producción se torna más uniforme y por ende, facilita su uso industrial.

Así también, la falta de excedentes anuales de importancia en la comercialización de la lana, o su opuesto, la falta de abastecimiento de la demanda en algunos años, completan la impresión que se ha ido formando de que el principal factor limitante del consumo de la lana es su falta de adecuación a la demanda.

Como puede advertirse, la economía de la producción de lana es mucho más compleja que la del algodón o que la de las fibras sintéticas. El algodón es anual y las fibras sintéticas no tienen estacionalidad, ello permite que ambas fibras puedan ajustar rápidamente la oferta a la demanda.

Para señalar esta diferencia, sólo un ejemplo: en el caso del ovino, cuyo ciclo es plurianual, es decir, entre la gestación y el inicio de la producción, sea esta de lana o de carne, transcurren entre dos y tres años.

Para concluir entonces, queda claro que, cuanto mayor es la duración del ciclo vital, más lentas son las reacciones de la oferta a las modificaciones de la demanda.

12. Los Precios de las Fibras Textiles

Cuando nos referimos a la relación de precios entre la lana y las otras fibras competidoras, se utiliza la cotización internacional de la lana de 21 micras, el Índice Cotlook "A" para el algodón y los precios del acrílico y el poliéster para las fibras sintéticas.

Desde que se lleva constancia de las diferentes series de precios de estos tres grupos de fibras, la lana siempre ha registrado un precio mayor que el de las fibras competidoras, por ello, la relación siempre ha sido positiva. Es decir, que el valor de la lana ha sido entre 2, 3, 4 y "n" veces superior al algodón y a las fibras sintéticas.

La industria emplea la lana en diferentes tipos de mezclas. Las proporciones que de cada componente se utilizan en los tejidos dependen de sus precios relativos. La lana se sitúa en una relación de equilibrio histórico de 3,3 respecto de la fibra sintética y de 4,0 respecto del algodón.

Diferentes análisis han demostrado empíricamente que la demanda de las lanas disminuye (o aumenta) cuando los precios de las fibras sintéticas disminuyen (o aumentan). De igual modo, se ha comprobado que la lana es más sensible con respecto a los cambios de precio de los sintéticos que a los del algodón. Probablemente ello se deba a que la lana y los sintéticos pueden hilarse con mayor facilidad y con la misma maquinaria.

Cabe señalar que, si bien los precios de las fibras que compiten con la lana son importantes, existen otros factores que influyen o en la sustitución de fibras y que son tan importantes o, tal vez, más importantes que la relación de precios entre ellas. Entre los factores no relacionados con el precio de las fibras se destacan: la innovación de los productos, la calidad, el gusto, las preferencias y el nivel de ingreso de los consumidores. Así como, también el clima y la oferta de materia prima son elementos relevantes, a ello debe sumarse la corriente que se está generando en los principales países consumidores en cuanto a la preferencia por los productos naturales. En

este aspecto, por ser una fibra natural, la lana goza de una fortaleza incomparable frente a las fibras sintéticas, tanto por su calidad térmica, como por sus características de bajo nivel de combustión, así como por la tecnología con la que se cuenta para su procesamiento y el logro de prendas de finísima textura.

13. Industria Lanera Textil Argentina

La industria textil argentina ha sido, junto con la alimenticia, una de las industrias pioneras en el desarrollo manufacturero argentino. En el sector textil, sólo las lanas han tenido siempre como destino principal la exportación. En cambio, los demás productos que integran el sector, como las fibras de algodón o las fibras artificiales, los hilados, los tejidos y, especialmente, las confecciones, apuntaron, desde los orígenes de la industria, al abastecimiento del mercado interno. En nuestro país, el consumo textil se concentra mayoritariamente en vestimenta con un 65%; en ropa para el hogar el 20% y para usos de carácter industrial se destina el 15% restante.

La industria lanera en la Argentina comenzó a gestarse durante la primera mitad del siglo XX. Sus primeros impulsores fueron los productores laneros que, a través de la industrialización local de esta fibra textil, buscaban obtener mejores precios que los que ofrecían otros mercados exportadores. Esta integración vertical se debió a que las fluctuaciones periódicas en el precio de esta materia prima no se reflejaban necesariamente en el precio de los productos elaborados. Su desarrollo fue tan vertiginoso que las hilanderías de cardado y peinado llegaron a consumir 35 millones de kilogramos anuales, en la década de 1950.

Este prestigioso y pujante sector de nuestra economía se ha reducido en forma alarmante en nuestros días.

Los lavaderos y peinaurías de lana, cuya capacidad de procesamiento excede la producción primaria, se hallan actualmente concentrados en la ciudad de Trelew, provincia de Chubut. La influencia directa de esta situación reside en la disminución de las cabezas de ganado ovino en el país y la expansión de exportación de lana sucia en los últimos años.

Las hilanderías constituyen la rama más concentrada de la cadena textil y la más intensiva en la utilización de bienes de capital. La participación de las distintas fibras en el consumo total de las hilanderías muestra el predominio del algodón (78%) seguido de la lana (8%), las fibras acrílicas (7%) y el poliéster (4%).

La producción se destina principalmente a tejidos de calada (50%), tejidos y artículos de punto (22%) y tintorería y acabado (10%). La producción promedia las 180 mil toneladas anuales y se estima que los husos alcanzan a un millón de unidades. Las fábricas se localizan en el Gran Buenos Aires (49%), Capital Federal (15%), resto de la provincia de Buenos Aires (10%) y las restantes en el interior del país. En los últimos años, las empresas han aprovechado las ventajas proporcionadas por los regímenes de promoción industrial de algunas provincias como San Luis y La Rioja para instalarse en ellas.

La producción de tejidos presenta las siguientes características:

El 92% de la producción está compuesta por tejidos de algodón puro o mezclado con poliéster, de lana peinada con poliéster, de lana peinada con acrílico, de acrílico puro, de tejido poliamídico y de poliéster textil. La producción media anual es de 160 toneladas, de las cuales, los tejidos de algodón puro cardado representan el 50% del total.

Debido a los montos del valor comercializado, esta rama es la segunda más importante de la actividad textil, luego del comercio de fibras. Asimismo, en los últimos años, las exportaciones han ido en aumento.

Se estima que las tejedurías poseen alrededor de 25.000 telares. No obstante, el porcentaje de telares con tecnología moderna es escaso.

A pesar de la concentración empresarial que se observa en este sector, conviven con pequeñas y medianas empresas que se ocupan de una sola operación.

Por encima del 65% de la producción de confecciones se realiza en establecimientos de menor tamaño, que representan el 70% de los establecimientos totales.

Del total producido, el 60% corresponde a prendas de género y el 40% restante a tejidos y artículos de punto.

La producción de hilados, tejidos y confecciones presenta una leve caída desde 1972. Según la Federación Lanera Argentina, el consumo local de lana, hacia 2010, ascendió a 2.000 toneladas y, representa el 6,6% del total de las lanas producidas.

14. Exportaciones de Lana

La República Argentina exporta el 90% de la producción lanera. Hacia 2011, el ingreso por exportaciones de lana ascendió a U\$255.603.000, por la exportación de 55.000 toneladas de lana base sucia. Las lanas sucias representan el 30,8% del total exportado; la lana lavada, el 9,2% del total



exportado, y la lana peinada y los subproductos del lavado, el 60%. Solamente se hilan el 5% de las lanas producidas en el país.

Como hemos señalado, entre los principales países compradores de nuestras lanas se destacan: China como el principal comprador de diferentes tipos de lana, le siguen Alemania, Italia, Turquía y México, con compras de lana peinada, y luego Uruguay, con compras de lana sucia.

Las lanas que se destinan a países europeos pierden su identidad de “Lanas argentinas”, ya que, generalmente, se procesan junto con lanas de calidad similar, pero de origen australiano.

En 2010, el principal puerto de exportación de lanas argentinas fue el de Buenos Aires. En el caso de las lanas sucias, Buenos Aires y Concordia constituyen los principales puertos de salida. En

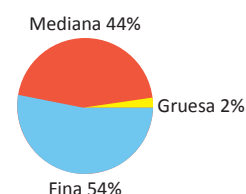
cuanto a lanas lavadas, el puerto de Buenos Aires monopoliza las operaciones, así como las de las lanas peinadas y sus subproductos, que alcanzan al 53%. Para la industria, Puerto Madryn es el puerto que sigue en importancia, fundamentalmente, para las lanas peinadas y los subproductos.

Sin embargo, durante 15 años y hasta 2006, la realidad fue otra. Los principales puertos de exportación eran los patagónicos, desde donde salía el 84% de las lanas del país, y los puertos de Buenos Aires y Concordia exportaban sólo el 16% del producido. A partir de entonces concluyeron los reembolsos y la situación se revirtió.

De acuerdo con la Tabla 2, en la actualidad, las exportaciones de lana siguen las mismas tendencias de la producción primaria. Dominan la exportación, las lanas finas; seguidas por las medianas y, finalmente, las gruesas.

Tabla 2: Exportación de lanas según su finura.

Exportaciones de Lana: detalle de productos por finura (toneladas limpias)						Julio 2009 / Mayo 2010 (11 me)
Wool exports: fineness breakdown for products (clean tons)						July 2009 / May 2010 (11 mo)
Productos		Fina	Mediana	Gruesa	Total	Participación
Products		Fine	Medium	Coarse	Total	Share
Sucia	Greasy	5443,6	4687,4	10,0	10141,0	30,77%
Lavada	Scoured	1027,6	1705,1	311,6	3044,3	9,24%
Peinada	Tops	9195,0	7213,2	318,8	16726,9	50,76%
Blousse	Noils	1997,3	597,5	3,7	2598,5	7,89%
Subproductos	By-products	238,7	201,7	2,8	443,2	1,34%
Total	Total	17902,2	14404,9	646,7	32953,8	
Participación	Share	54,33%	43,71%	1,96%		



Fuente: Federación Lanera Argentina (2013)³.

15. Situación Impositiva de la Actividad Lanera

En la Argentina, la lana presenta una situación impositiva por vía de reintegros en función del grado de valor agregado del producto que se exporta y de las retenciones.

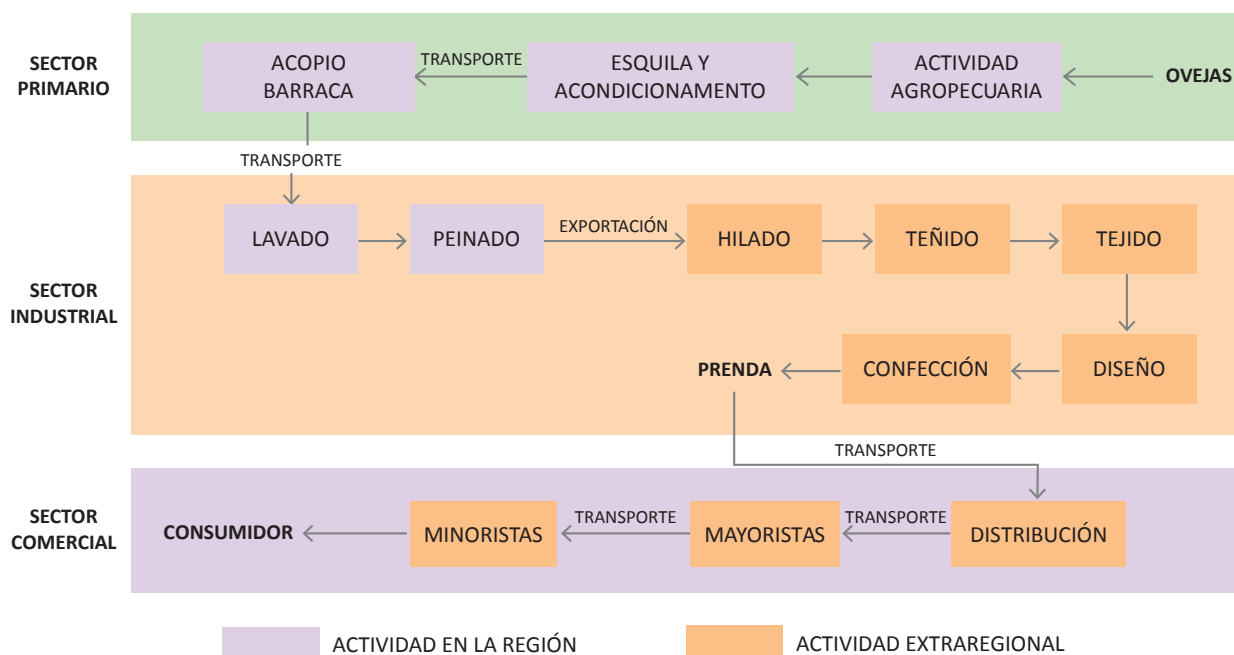
Esto genera una situación muy desfavorable para toda la cadena lanera.

Los reintegros para las exportaciones de lana sucia son de 1,6%; para la lana lavada del 2,5% y para la lana peinada del 3,4%. Los reintegros por exportación de lana orgánica ascienden al 2,5%

Las retenciones que se aplican para la lana sucia ascienden al 10%; para las lanas lavadas, peinadas y los subproductos al 5%.

³ Disponible en: <<http://www.flasite.com/images/pdf/estadisticas/anuales/EL-620.pdf>>.

16. Cadena de Valor Lanera



Esquema 1: Variables de la cadena de valor lanera.
Fuente: Federación Lanera Argentina (2013).

El esquema que antecede presenta las siguientes variables. La lana se mezcla con otras fibras para hacer hilados, tejidos y confecciones (prendas, alfombras, mantas, tapicería, etc.).

Es una cadena textil en la que intervienen numerosos actores.

El complejo agroindustrial lanero local abastece materias primas y procesos industriales de menor valor.

El lavado y el peinado imprimen mayor nivel de eficiencia a la cadena, ya que no se transportan materiales indeseables, como tierra u otras materias orgánicas. En este sentido cabe aclarar que el rinde promedio de nuestras lanas es del 55%, puesto que, las lanas argentinas poseen un porcentaje mayor de tierra en comparación con las fibras australianas.

Nuestros principales clientes se ubican en el hemisferio norte, más precisamente en Asia Oriental y Europa. Los compradores más importantes de lanas sucias y peinadas a la Argentina son China e Italia, respectivamente.

China es el principal actor de la cadena textil y basa sus actividades en la economía de escala, el fuerte apoyo estatal y los bajos costos, sobre todo, en el nivel laboral. Sin embargo, las dificultades con las que China debe lidiar están relacionadas con el abastecimiento de agua y con la contaminación de sus productos.

Las grandes empresas industriales compiten con estrategias globales características, poseen redes de mercadeo y de servicios propias, y así logran que sus marcas adquieran gran reputación en el exterior. China constituye el principal competidor de nuestras lanas lavadas y peinadas.

La industria del lavado y del peinado local se desarrolla con el objetivo de reducir costos o facilitar el mercadeo en otras naciones.

En el Parque Industrial de la ciudad de Trelew, en la Provincia de Chubut, se concentra gran parte de las industrias relacionadas con el sector lanero de nuestro país. Allí se encuentran las barracas y oficinas de las principales firmas exportadoras y el 70 por ciento de las fábricas que lavan y peinan lanas. Sin embargo, la cadena de valor no se completa con actividades de hilandería, tejeduría y confecciones. Al mismo tiempo, existen modernas industrias frigoríficas y curtiembres ovinas inactivas.

En la región patagónica, la producción de lana asciende al 62% del total de la producción nacional de la zafra 2011/2012. Del 90% de la producción que se exporta, el 28% es lana sucia y el resto, lana lavada y peinada y los destinos son 44% Europa (Italia, Alemania, Reino Unido), 29% Asia (principalmente China), 15% Mercosur (Uruguay 8%)

Un aspecto importante que debemos señalar radica en que la actividad ovina primaria ha dado origen a serios problemas de desertificación como la



reducción de las majadas ovinas, la descapitalización de los productores y el despoblamiento rural; a esta situación socioeconómica general debe agregarse que el sector genera bajo valor agregado en el sector industrial.

17. Consideraciones Finales

Por todo lo dicho puede colegirse que, si bien presenciamos una declinación de la actividad ovina en el mundo y en la Argentina. Aún así, se observan precios razonables y suficiente demanda de lanas finas y de carne ovina.

La producción lanera en Argentina obtiene su ventaja competitiva en los factores básicos de producción. Se trata de una producción basada en costos productivos bajos, que se comporta como una economía de escala más que como un esquema de especialización flexible.

La producción ovina en Patagonia se basa fundamentalmente en empresas Pequeñas y medianas (PYME), dependientes de empresas extranjeras, con ventajas competitivas en costo, con dependencia de operadores externos en ventas, insumos y especialización.

Reiteramos que la desertificación es una de las grandes amenazas en el desarrollo productivo de la ganadería ovina en la Patagonia.

Las evaluaciones realizadas indican un deterioro creciente de los recursos naturales sobre los que se asienta la ganadería ovina. Ello impide que esta sea una producción sustentable en gran parte del territorio.

Además, es observable que existe una escasa integración de los distintos eslabones de la cadena de valor y se advierten demandas, políticas sectoriales y esfuerzos dispersos de los distintos actores de la misma. Por otra parte, no existen foros de discusión de las políticas que se llevan a cabo en el sector lanero, en los que participen los organismos del Estado nacional o provincial, los productores ganaderos, los industriales y los exportadores. Es necesario un esfuerzo intelectual coordinado, un Estado articulador y promotor, así como productores que quieran transformar la actividad. En caso contrario, asistiremos a la profundización de la decadencia de la actividad ovina.

No obstante, puede asegurarse que el sector estatal, ha jugado un rol significativo en el desarrollo de las innovaciones más relevantes que se produjeron en ella.

Por todo lo analizado, resulta razonable concluir que es preciso modificar la estrategia adoptada hasta el presente. Se torna imprescindible la construcción de una nueva relación social donde las innovaciones cumplan un rol distintivo.

Hace cincuenta años, en América Latina, el desarrollo era casi sinónimo de industrialismo y a cada fábrica que abría correspondía una nueva esperanza. Se estaba lejos de cuestionamientos ambientales, de equilibrio territorial o, inclusive, de análisis más sutiles sobre la conformación del tejido económico.

Aldo Ferrer acuñó recientemente el concepto de “densidad nacional” entendiéndolo por él: el conjunto de factores que determinan la capacidad de una sociedad de responder a los desafíos de la globalización (muy ligado al concepto de “capital social”).

En estos términos, cuenta el grado de cohesión de una sociedad, la capacidad de consolidar liderazgos, la habilidad para generar pensamiento crítico y la solidez institucional. En consecuencia, es preciso un profundo cambio cultural, factor decisivo para el desarrollo económico. Las regiones y los países se construyen desde adentro hacia fuera y no a la inversa.

La teoría de las ventajas competitivas señala que los países pueden desarrollar destrezas para posicionarse de una mejor manera en el mundo globalizado. En este sentido, la capacidad competitiva sostenible de los países no es una herencia del pasado, provocada por la dotación de recursos naturales, como vemos en el caso del complejo ovino. Es un proceso dinámico permanente, que se construye día a día y para el cual se requiere disponer, no sólo de una base apropiada de recursos, sino de las condiciones para su desarrollo continuo.

El objetivo es el desarrollo de una agroindustria ovina competitiva, con productos de alta calidad, con valor agregado, que derive de procesos de innovación, de mejora continua y que incluya la sustentabilidad ambiental.

El ovino es una especie de multipropósito que produce carne, leche, lana y cueros. Históricamente se ha incentivado fundamentalmente la producción lanera por sobre los otros productos, mientras que todos los productos y sus subproductos merecen ser incentivados por la nueva ganadería.

Como concepto, para agregar valor, las hilanderías deberían especializarse en productos diferenciados (orgánico, ultrafina, extrafina, mezcla con seda, lino, etc.) y apuntar a mercados de gran poder adquisitivo como Estados Unidos, Europa o Japón.

De acuerdo con la Federación Lanera Argentina, la zafra 2011-2012 produjo alrededor de 44.100 toneladas de lana, base sucia con un consumo

escaso para el mercado interno, estimado en 2.000 toneladas, es decir, el 3,6% del total producido.

Según la misma fuente y para el período 2013, la exportación de lana alcanzó las 63.733 toneladas, por un valor de U\$188.575.549, correspondiendo a 28% de lana sucia, 65% de lana peinada, hilados y subproductos y 7% de lana lavada.

De hecho, la Argentina vende a un número superior a 30 países con diferentes grados de valor agregado y destina el grueso de su producción de lana a China (29,44%), a Alemania (15,73%), a Italia (14,14%), a Turquía (8,27%) y a Uruguay (7,83%).

Exceptuando a China, país que consume el total de su producido en el mercado interno, la Argentina con alrededor de 78.232 productores y 14.574.889 cabezas de ganado lanar, es el tercer exportador mundial de lanas finas, precedido por Australia y Sudáfrica.

A escala nacional, un número cercano a los 85.000 productores de fibra de origen animal entre – lana, mohair, llama, cashmere, guanaco y vicuña – y un total que ronda los 16.901.211 animales, se producen, aproximadamente, 60 millones de kilogramos anuales que se han comercializado por una cifra superior a los 346 millones de dólares en la campaña 2011-2012.

Si bien la industrialización de la lana implica un ciclo largo y complejo – que va desde la esquila hasta la compra de, por ejemplo, un pullover por parte del consumidor final transcurre cerca de un año –, el potencial de la cadena es asombroso: por poner sólo un caso con un kilo de lana superfina que un productor vende por alrededor de 10 dólares puede confeccionarse un traje de verano y venderse entre 1.000 y 1.200 euros en Italia.

En este sentido, además de estar posicionado como proveedor de lanas finas, la Argentina cuenta con capacidad instalada para la industrialización primaria, posee pureza racial en sus majadas y valora el bienestar animal, cuenta, además, con grupos de productores ovinos competitivos e innovadores. A esas fortalezas deben sumarse, la oportunidad que constituye la demanda sostenida de esas fibras y los precios actuales que superan ampliamente el promedio histórico.

Referencias

Alvarez M. La crisis y el cambio de paradigma. Anuario Merino. 2012; 64-75.

Australian Wool Exchange – AWEX [Internet]. North Ryde: AWEX; 2013. Available from: <http://www.awex.com.au>.

Australian Wool Exchange – AWEX. Cotton Outlook, PCI Fibres and Raw Material, Poimena Analysis. Monthly average to February; 2012.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO [Internet]. Available from: <http://www.fao.org/faostat/es/#home>.

Federación Lanera Argentina – FLA [Internet]. Buenos Aires: FLA; 2013. Available from: <http://www.flasite.com/home.asp>.

Ghirardi MP et al. Apuntes de la Cátedra Producción de Ovinos. Facultad de Ciencias Veterinarias. Buenos Aires: UBA; 2012.

IDIA XXI. Ovinos. Revista de información sobre investigación y desarrollo agropecuarios. INTA. 2004; 176.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria – INIA [Internet]. Productos obtenidos en el Proyecto Merino Fino 1998-2006. Boletín de Divulgación n. 90. Tacuarembó: INIA; 2006.

International Wool Textile organization – IWTO [Internet]; 2010. Available from: <http://www.iwto.org>.

Ley 25.422 [Internet]. Recuperación de la Ganadería Ovina. Sancionada el 4 de abril de 2001. Available from: <http://200.80.28.119/leyovina/nuevo/presentacion.php>.

Mueller JP. El mejoramiento genético de ovinos en Argentina. Primer Congreso Panamericano de ovinos, Querétaro, México, 20-22 de marzo, 2013.

Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial Participativo y Federal (Ovinos). PEA2: 2010-2022. Buenos Aires; 2013. Available from: <http://www.programaovino.gba.gov.ar/docs/Documento%20SECTOR%20OVINO.pdf>.

Enfermedades no parasitarias de importancia económica en ovinos y caprinos

Jorge Luis Tórtora Pérez¹

1. Introducción

La importancia de una enfermedad deriva de su impacto económico, de sus consecuencias sobre la capacidad productiva del rebaño, **i)** cursa con altos porcentajes de morbilidad y mortalidad; **ii)** peor aún, genera cuadros subclínicos que afectan los indicadores productivos (fertilidad, prolificidad, conversión alimenticia) y **o iii)** su presencia limita el mercado de animales y sus productos. Las dos primeras situaciones una vez diagnosticadas, pueden ser, en la mayoría de los casos resueltas con esquemas de tratamiento, control y profilaxis; la última en cambio depende de políticas y estrategias establecidas a nivel de los gobiernos nacionales. En este último caso también deben considerarse las enfermedades zoonóticas, que afectan al hombre y en las que adicionalmente a los aspectos productivos, también deben considerarse los componentes de salud pública. En pequeños rumiantes merece en este sentido mención especial la brucelosis, una enfermedad incurable, que lamentablemente está asociada históricamente a la leche de cabra y que por lo menos en el caso de México, “sataniza” hasta hoy a la leche caprina y sus derivados.

En todos los casos, la definición de políticas restrictivas de importación, apoyadas en aspectos sanitarios, debería considerar el verdadero impacto económico de la enfermedad, la eficacia real de las medidas restrictivas en evitar su ingreso y las necesidades de animales y o material genético del país, partiendo de la base de que por ahora pensar en una ganadería con cero enfermedad es irreal. Lamentablemente en estos casos, quienes definen esas políticas sufren presiones de sus propios sectores ganaderos y empresariales, preocupados por mantener mercados en lo inmediato, antes que

considerar las ventajas del avance genético de sus poblaciones. Adicionalmente las enfermedades de animales y plantas, se han convertido en herramientas de control no arancelario de importaciones.

La presentación de enfermedades está fuertemente ligada al modelo productivo, en América Latina las variaciones en este sentido son notables, desde los sistemas pastoriles sobre grandes extensiones en los latifundios del Cono Sur y la costa Atlántica, a modelos de tipo campesino, con pastoreo diurno y encierro nocturno predominantes en la región Andina, costa Pacífico, Centro América y México. Estos modelos productivos coinciden en lo general, con una división notable entre países predominantemente ganaderos, con importantes volúmenes de exportación de carne, leche y lana y aquellos predominantemente agrícolas, donde la ganadería es un recurso complementario en la utilización de las tierras de labranza entre cosechas, aprovechando sus residuos (esquilmos) en la alimentación del ganado. Mientras en los sistemas pastoriles, el principal problema sanitario son las parasitosis, en los estabulados o con encierro nocturno, cobran importancia las patologías respiratorias y las etiologías virales y bacterianas, que encuentran mejores oportunidades de transmisión, que en sistemas abiertos, con baja densidad animal. Así en el Cono Sur, la resistencia a los antihelmínticos comenzó a ser señalada como un problema grave a finales de la década de los 80's, mientras en el otro extremo, en México, esta condición comenzó a ser demostrada como preocupante en la primera década del siglo XXI, aunque ya se había reportado la condición de resistencia a bencimidazoles a finales de los 80's (Ruelas et al., 1997).

Los sistemas con encierro nocturno campesinos, marginados, sin esquemas de capacitación y con

¹ MV. Secretaría de Estudios de Posgrado, Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. E-mail: tortora@unam.mx

prácticas tradicionales de producción, están siendo actualmente amenazados por los programas que pretenden sin mayor explicación aplicar “buenas prácticas de manejo”, con énfasis en el bienestar animal, sin observar las condiciones de “bienestar” de las familias propietarias de esos animales. Sin duda las condiciones de hacinamiento y la calidad de las instalaciones de encierro, construidas con materiales de deshecho dejan mucho que desear y afectan las condiciones de salud y las posibilidades productivas del rebaño, pero la más de las veces la casa familiar tiene las mismas características que el corral de encierro (Cuellar et al., 2012a; Cuellar et al., 2012b). Quienes se están haciendo responsables de estos programas de buenas prácticas deben tener la sensibilidad, para establecerlas en la medida que optimicen el proceso productivo, sin dañar gravemente la de por sí precaria condición de los propietarios de los rebaños. En las especies de producción el bienestar animal va íntimamente ligado a una mayor eficiencia productiva, los propietarios lo entienden, pero eventualmente las exigencias, en particular en cuanto a las instalaciones o la alimentación, no pueden ser cubiertas en lo inmediato. En cuanto a la inocuidad de los productos generados, es imprescindible buscar estrategias de bajo costo energético, económicas en lo general y amables con el ambiente. Las exigencias en México, de que el rebaño caprino cuente con volúmenes de agua potable por animal para limpieza, se pasteurice la leche y se homogenice la calidad de los quesos, son sin duda deseables, pero de difícil aplicación para la mayoría de los productores marginados, que se surten de agua acarreándola en cubetas desde una toma general, en ocasiones por kilómetros y no cuentan con energía eléctrica. Parece más lógico darles tecnología para la elaboración de dulces tradicionales, de alta demanda en el mercado americano y que pueden almacenarse por semanas a temperatura ambiente.

Aunque la mayor parte de los países latinoamericanos, en especial los ganaderos, cuentan con recursos humanos de excelente formación en el ámbito de la salud animal, lamentablemente la infraestructura física diagnóstica es en lo general de baja calidad, los laboratorios están mal equipados y frecuentemente no se cuentan con los insumos necesarios para realizar pruebas complementarias. En la mayoría de los casos, el diagnóstico depende de las actividades universitarias, que en algunos casos lo ofrecen como actividad de servicio, pero en muchos, depende de proyectos de investigación puntuales, que una vez concluidos, dejan de procesar muestras diagnósticas. En estas condiciones, la realización de la necropsia pasa de ser una herramienta para coleccionar muestras, a un instrumento fundamental para acercarse al diagnóstico. No es posible aplicar tratamientos efectivos desde diagnósticos

desafortunados. Es muy importante que a todos los animales muertos se les realice la necropsia, para tener una idea más clara de la causa de muerte, detectar posibles enfermedades subclínicas, quizás más relevantes que la que causó la muerte y poder instrumentar medidas de control y profilaxis adecuadas. Es posible incluso, entrenar a los pastores o encargados para que abran los animales y examinen las posibles alteraciones. En crías: la presencia o ausencia de leche en el estómago, de grasa cardiaca y perirrenal; cambios en el aspecto y contenido de los intestinos, hígado o pulmones, hinchazón del ombligo o las articulaciones, son cambios fáciles de observar por cualquier persona con un entrenamiento mínimo; definitivamente no se requiere de formación universitaria para esta práctica, que aportará información útil para mejorar el comportamiento productivo del rebaño, a través de un adecuado manejo sanitario.

Si bien las enfermedades dependen de las condiciones productivas y estas son diferentes en ovinos y caprinos, la enfermedad es la misma y por este motivo se realiza el análisis conjunto, se indicará, en los casos en que corresponda, si la enfermedad en cuestión solo afecta a una especie y se jerarquizarán las diferencias de presentación entre ambas.

2. Interrupción de la Gestación

Las causas de interrupción de la gestación son múltiples: genéticas, tóxicas, nutricionales, físicas e infecciosas. En los ovinos, posiblemente por el tamaño del producto, generalmente sólo se detectan las situaciones de abortos que ocurren en el último tercio de la gestación. Los trabajos experimentales evidencian que varios factores pueden provocar muerte embrionaria y reabsorción, incluso entre las causas infecciosas. Pero la muerte embrionaria sólo puede ser sospechada cuando se detecta repetición de calores y/o la observación de calores irregulares, en rebaños en los que existe control reproductivo y se emplean machos marcadores, celadores. Las pérdidas embrionarias pueden también ser sospechadas al observarse bajos índices de fertilidad y prolificidad en el rebaño al momento de los partos, pero para entonces, un número importante de animales fue alimentado al menos por cinco meses sin generar ingreso alguno.

En el diagnóstico de las situaciones de abortos, resulta crítico realizar la necropsia de los fetos, la mejor muestra es el feto completo y sus envolturas



que deben enviarse al laboratorio en refrigeración. De lo contrario, se recomienda enviar muestras en formalina al 10% y en congelación para estudios microbiológicos y toxicológicos, de cotiledones, hígado, pulmón, abomaso ligado o su contenido en jeringa estéril y suero fetal (el trasudado presente en las cavidades torácica y abdominal). De los órganos que a la necropsia presenten alteraciones es conveniente realizar frotis e improntas (Kirkbride, 1985). Las muestras se tomarán de fetos que no presenten autólisis. Los fetos momificados o macerados no son actualmente un material útil para el diagnóstico, sin embargo es de esperar que en un futuro próximo, el uso de herramientas genómicas como la prueba de PCR, permitan en muchos casos identificar en estos materiales secuencias de ADN de microorganismos sospechosos del accidente abortivo, estas herramientas ya se emplean en el diagnóstico de algunas de las causas de aborto en países desarrollados (Fthenakis et al., 2012). El suero sanguíneo de las hembras abortadas, debe tomarse

al menos 10-15 días después de haber ocurrido el aborto y es importante jerarquizar que las pruebas serológicas en las hembras, solo son indicativas de los agentes infecciosos que circulan en el rebaño, pero no son definitivas del diagnóstico de la causa que determinó la interrupción de la gestación (Tórtora, 1986b).

En ovinos y caprinos, la mayor parte de las situaciones de aborto infeccioso, incluso brucelosis, determinan una respuesta inmune sólida en las hembras que abortan; por ello los abortos ocurren generalmente en las hembras primerizas, la observación de abortos en animales de más de un parto casi siempre puede considerarse como un indicador de que la enfermedad está ingresando al rebaño (Tórtora, 1986b; Fthenakis et al., 2012).

El Cuadro 1 resume las características de algunas situaciones que determinan interrupción de la gestación en ovinos.

Cuadro 1: Situaciones que pueden determinar la interrupción de la Gestación.

(continúa)

Agente	Edad del producto	Lesiones en el feto	Signos en la hembra	Tratamiento, Control o profilaxis
Alta temperatura ambiental	Embrión	Reabsorción	Repetición de calores	No hay
Inseminación a destiempo	Embrión	Reabsorción	Repetición de calores	Doble inseminación
Carencia de selenio	Embrión	Reabsorción	Músculo blanco, fertilidad reducida	Suplementar Selenio
Antihelmínticos de la familia de los bencimidazoles (Albendazol, Febendazol)		Malformaciones, artrogrifosis	Ninguno	No aplicar tratamientos antiparasitarios con esta familia de productos en las tres semanas previas y las tres posteriores al empadre
<i>Brucella spp. (especies lisas)</i>	Último tercio gestación	Placentitis necrótico-hemorrágica, bronquitis y neumonía, hepatitis	Ocasionalmente retención placentaria, metritis, artritis	Vacunar corderas de reemplazo a los 3-4 meses con la cepa Rev. 1. Eliminar serorreactoras cuando la prevalencia es baja
<i>Campylobacter fetus fetus</i>	Dos o más meses de gestación	Pleuritis, neumonía, peritonitis, focos necróticos en hígado, ictericia	Diarrea oscura, infartos en nódulos mesentéricos, endometritis	Tetraciclinas (Greig y Línklater, 1985)
<i>Chlamydia abortus</i>	Últimas 6 semanas de gestación	Placentitis necrótica, neumonía intersticial, necrosis hepática focal, cuerpos de inclusión Giemsa (+)	Escurrecimientos vaginales de color café oscuro o sanguinolentos	Tetraciclinas
<i>Listeria monocytogenes</i>	Más frecuente en el último tercio de gestación	Focos necróticos en el hígado, ictericia	Ocasionalmente endometritis	Identificar y eliminar la fuente de infección
<i>Toxoplasma gondii</i>	Cualquiera	Focos necróticos en placenta e hígado, necrosis y gliosis focal en encéfalo. Presencia de bradizoitos en placenta, hígado, pulmón, SNC	Ninguno	Evitar o reducir la contaminación fecal de los alimentos por gatos y otros carnívoros (Moreno et al., 2012)

Agente	Edad del producto	Lesiones en el feto	Signos en la hembra	Tratamiento, Control o profilaxis
Virus de la Lengua Azul	Cualquiera	Malformaciones cefálicas, hidrocefalia, paladar hendido	Estomatitis erosiva. Cojeras, coronitis. Hemorragias diversas	Las formas clínicas son exóticas en México, pero la enfermedad podría ingresar desde el Caribe o USA, para una situación de esta gravedad existen vacunas
Virus de la "Enfermedad de la frontera" (Border disease), diarrea viral bovina tipo II, cruza antigénicamente con el DVB tipo I, presente en México	Cualquiera	Artrogrifosis, distribución y calidad del pelo anormal, hipoplasia cerebelar	Ninguno	Ninguno (Berriatua et al., 2004)

Fuente: Jorge Luis Tórtora Pérez.

2.1 Brucelosis

La prevalencia de la enfermedad en el continente es variable y lamentablemente muchos de los programas nacionales de control no consideran la evaluación de los rebaños ovinos. Es conveniente insistir en su impacto económico, por las restricciones que se imponen a los lácteos caprinos y a la importación de animales con fines de mejoramiento genético, dado el carácter de zoonosis incurable de la enfermedad. En ovejas y cabras, la brucelosis solo produce aborto en una ocasión y la hembra desarrolla una respuesta inmune que evita futuros accidentes abortivos, pero estas hembras permanecen infectadas y eliminando bacterias al ambiente, que pueden infectar a hembras recién integradas al rebaño y no expuestas previamente a la enfermedad. La transmisión de la enfermedad ocurre cuando las hembras sanas olfatean, lamen y cabecean los fetos abortados por la enferma, o consumen alimentos contaminados por los líquidos fetales. La bacteria, penetra principalmente por vía respiratoria y digestiva, al ser fagocitada no es destruida y se mantiene intracelular, evitando los mecanismos inmunes y las terapias con antibióticos, por lo que no hay posibilidades de tratamiento. La leche de animales infectados acarrea gran cantidad de bacterias, incluidas en los macrófagos presentes en la leche. La brucelosis por especies lisas, *B. mellitensis*, *B. abortus* y *B. suis*, es controlable en los animales domésticos existen vacunas efectivas, que solo se aplican a la cría una vez en su vida (3-4 meses de edad) y pruebas baratas para detectar animales infectados.

El control de la enfermedad pasa por evaluar su posible presencia en el rebaño mediante pruebas serológicas y procurar llegar a la condición de "rebaño libre" eliminando los animales positivos, si esto es económicamente posible. Esta práctica es efectiva y cómoda en rebaños de menos de

200 o 300 animales, pero es sumamente costosa y casi imposible de emplear en grandes rebaños en condiciones pastoriles, sin encierro nocturno, como los dominantes en el Cono Sur, en estas condiciones se deben establecer modelos de muestreo que abarquen una proporción significativa de la población para establecer el estatus serológico del rebaño. La adquisición de animales de rebaños libres y seronegativos a la enfermedad prácticamente anula la posibilidad de que la enfermedad ingrese a un rebaño o país, pero no debe descuidarse el hecho de que todos los mamíferos son susceptibles e incluso las mascotas, perros pastores, pueden infectar al rebaño (Mikolon et al., 1998). En aquellos casos en que el número de animales ya infectados es elevado y no es posible su eliminación, lo pertinente es establecer un programa de vacunación. Se vacunan las crías de reemplazo a los 3-4 meses de edad con la vacuna Rev1, que junto con la S19 de bovinos, ha demostrado ser la más eficaz y se exponen a la monta o se inseminan hasta 4-5 meses después de ser vacunadas, para reducir el riesgo de abortos por la cepa vacunal, no se debe revacunar. La vacuna RB51 sigue siendo discutida y todo indica que no es eficaz (Blasco, 2001; FAO, 2006; Blasco y Molina, 2011; FAO, 2014).

2.2 Cetosis (Toxemia de Gestación)

El déficit energético, producto del desbalance entre el aporte y el gasto, determina primariamente la condición de cetosis, este problema es particularmente importante en las hembras de los rumiantes, como consecuencia de la predisposición que implica el que utilicen ácidos grasos volátiles (AGVs) ruminales, potencialmente cetogénicos (acético y butírico), como fuente de energía y producción de glucosa. En la oveja la cetosis se asocia al bajo aporte energético de la dieta y a la



demanda de glucosa por parte del feto en el último mes de gestación, cuando el crecimiento fetal se acelera, esta condición se complica aún más en una gestación gemelar o con fetos de gran tamaño. En esta situación se predispone la presentación de hipoglicemia y la oveja recurre a la neoglucogénesis, utilizando el oxalacetato y moviendo su reserva corporal de grasas que genera cuerpos cetónicos y determina la presentación de la enfermedad. Se ha estimado que el aporte energético de la oveja al final de la gestación debe incrementarse hasta en un 80% para reducir el riesgo de cetosis y asegurar un cordero con mejor peso al nacimiento. En forma práctica en la proximidad de la época de partos, cuando se trabaja con razas prolíficas y o pesadas, es conveniente revisar la condición corporal de las ovejas, como indicador de la posible movilización de grasa corporal y en su caso mejorar el aporte energético de la dieta, separándolas incluso en diferentes corrales para optimizar el uso del suplemento (Fthenakis et al., 2012).

Los CCs, la acidosis y la hipoglicemia determinan trastornos de tipo nervioso en los animales afectados, con depresión, incoordinación y finalmente, si no ocurre tratamiento, postración y muerte. Las ovejas pueden morir o abortar, frecuentemente el feto muere y es retenido, presentando la hembra una aparente mejoría como consecuencia de que se interrumpe el drenaje de glucosa al producto, pero luego el animal empeora al ocurrir la putrefacción del producto retenido con la consecuente toxemia y la muerte. La necropsia de estas ovejas evidencia la presencia de un feto o fetos de gran tamaño y el hígado se presenta amarillento, como consecuencia del cambio graso (neoglucogénesis). El diagnóstico se puede confirmar midiendo la presencia de CCs en sangre, leche u orina, la glicemia se reduce hasta la mitad de sus valores normales, ambas condiciones pueden evaluarse muy fácilmente con tiras reactivas (Fthenakis et al., 2012) (Figura 1).



Figura 1: Oveja muerta en cetosis, útero de gran tamaño e hígado pálido.

Fuente: Jorge Luis Tórtora Pérez.

En las cabras el cuadro clínico de cetosis no ocurre, aunque si se presenta la forma subclínica de la enfermedad en gestación y lactancia, cuando el aporte energético es insuficiente. En estas condiciones los animales abortan o reducen la producción de leche y no caen en cuadros clínicos que puedan poner en riesgo su vida (Romero et al., 1998; López et al., 2012).

El aporte de glucosa parenteral (suero glucosado 50 mg) o sus precursores en la dieta (glicerol) y de niveles adecuados de energía, es muchas veces suficiente para corregir el problema. El agregado de glicerina a las dietas promueve la producción de propionato (AGV glucogénico) y mejora la palatabilidad y el consumo. Es importante jerarquizar el efecto predisponente a la cetosis, del aporte de altos niveles de proteína o peor aún, de nitrógeno no proteico (urea, cerdaza, pollinaza) en el final de la gestación, como consecuencia de la demanda energética adicional que requiere el procesamiento metabólico de la proteína o del nitrógeno no proteico por la microflora ruminal. Es frecuente que este aspecto no se considere, incluso a nivel de costos, al incrementar las cantidades de nitrógeno no proteico por sus bajos precios, se debe tener en cuenta que será necesario incrementar en contraparte el costo energético de la dieta, para asegurar su utilización y no afectar el requerimiento energético del animal.

3. Mortalidad Neonatal (Perinatal)

Aunque los valores de mortalidad varían fuertemente entre rebaños y según el año analizado, los valores más frecuentes se mueven entre el 15 y el 30% con reportes de hasta el 60%, en cabritos los valores de mortalidad parecen ser menores, aunque hay menos información en la especie (Pijoan, 1986; Ramírez et al., 2001; García, 2015). En lactantes una mortalidad de hasta el 10% puede considerarse razonable, debe señalarse que la mayor parte de estas muertes, hasta el 60% del total, ocurren en la primera semana de vida en los corderos. En cabritos la mortalidad se presenta en rangos más amplios, hasta los dos meses de edad, quizás influida por la mejor actitud materna de las cabras, una mayor producción de leche, que limita los casos de muerte por inanición y exposición y las diferencias entre modelos empresariales, tecnificados, de producción de leche y sistemas campesinos. En animales adultos en contraparte, en ambas especies, un 2-3% de muertes puede considerarse como aceptable.

3.1 Exposición o Hipotermia

Este cuadro, más común en corderos, es consecuencia de que al nacimiento, la madre no encuentra condiciones para protegerse de las corrientes de aire, el cordero sale del útero mojado por los líquidos fetales y al exponerse sufre un rápido enfriamiento. Sus reservas energéticas fetales no son suficientes para generar calor metabólico y se consumen sin recuperar la temperatura, el animal sufre hipoglicemia, se deprime y entra en un cuadro comatoso que le impide pararse y alimentarse aunque su madre lo atienda. Las crías muertas por exposición presentan los capuchones gelatinosos de las uñas (Figura 2A), pues no se han parado, ni han logrado caminar, a la necropsia están bien hidratados, las masas musculares se presentan enrojecidas, congestionadas, pues el animal ha tratado de generar calor por contracción muscular, no hay coagulo de leche en el estómago y la grasa cardiaca y perirrenal aparece sustituida por un material gelatinoso rojizo, aunque puede depender del tiempo del animal en morir y presentarse normal en animales que mueren a las pocas horas de nacidos (Figura 2B y C) (Pijoan, 1986).

Esta condición, depende fuertemente de las instalaciones o potreros de parición y puede reducirse en los corrales con la instalación de cortinas improvisadas con costales o con pacas o asegurando en los potreros de parición la presencia de cortinas de árboles, que bloqueen los vientos dominantes y le permitan a la madre buscar condiciones de parto apropiadas. En los corrales debe evitarse el hacinamiento, la madre parturienta busca apartarse del rebaño para parir, en condiciones de hacinamiento tiene poca oportunidad de hacerlo y en todo caso el parto ocurre en las peores zonas del corral, las más expuestas, encharcadas, por lo que no solo mueren corderos por exposición, sino que también son frecuentes las infecciones de ombligo. La buena alimentación de la madre en el último mes de gestación determina el nacimiento de crías más pesadas, con mayores reservas energéticas y proporcionalmente menor superficie corporal, por lo que pierden menos calor (García et al., 2015). En cabras y ovejas, la buena alimentación, en particular energética en el último mes de gestación, es crítica para mejorar la actitud materna, lograr el mejor desarrollo de la glándula mamaria y una mayor producción de calostro y leche (García, 2015).

3.2 Inanición

La muerte en estos casos resulta de la incapacidad de la madre para alimentar a su cría o por abandono de la misma. La condición de abandono es frecuente en las hembras de primer parto, primíparas, en especial en ovejas; pero también ocurre en las de

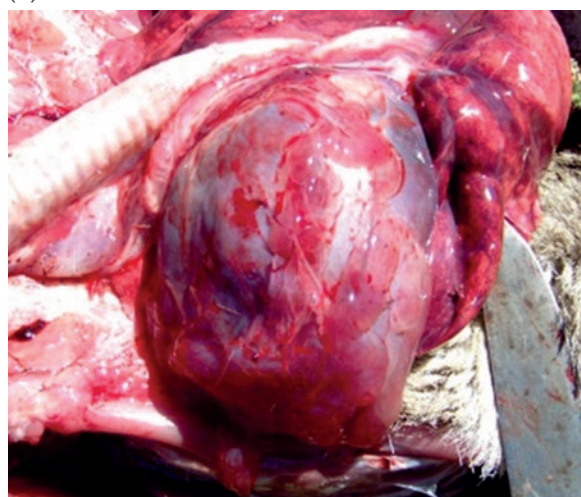
más de un parto con una alimentación insuficiente al final de la gestación; o en condiciones de hacinamiento, en que la hembra no tiene oportunidad de separarse del rebaño. La excesiva atención del parto y el innecesario tratamiento de ombligos puede alterar la relación madre-cría, que en las primeras 48 hrs. se establece exclusivamente a través del olfato y determinar el abandono de la cría. Los cuadros de inanición también pueden ser consecuencia de que la hembra presenta mastitis posparto o presenta cualquier forma de paresia.

Las crías muertas por inanición se presentan deshidratados, con las uñas gastadas (Figura 2A), el animal ha caminado tras su madre buscando alimento, a la necropsia se constata la falta de leche en el estómago, que puede presentar cuerpos extraños, mechas de pelo, tierra, paja de las camas y no se presenta grasa perirrenal o cardiaca (Figura 2B y C). La falta de calostro puede determinar la presencia adicional de problemas diarreicos o neumónicos. Las muertes por este origen pueden reducirse evitando las condiciones de hacinamiento al parto, mejorando la alimentación en el último mes de gestación y evitando condiciones que puedan perturbar el establecimiento de la relación madre-cría (Pijoan, 1986; García, 2015). De preferencia las primíparas deben mantenerse en áreas de parto separadas y estrechar la vigilancia sobre ellas, para forzar el amamantamiento.

(a)



(b)





(c)

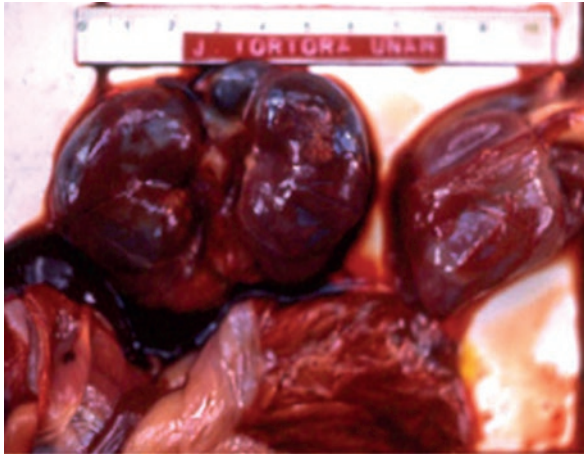


Figura 2: (A) Uñas de corderos muerto por exposición (izq) e inanición (der); (B) corazón con degeneración mucoïde de la grasa y (C) riñón y corazón con deg. mucoïde.

Fuente: Jorge Luis Tórtora Pérez.

La mitad de las muertes en la primera semana de vida en México, son atribuidas a situaciones de inanición-exposición, que mayoritariamente están asociadas a instalaciones defectuosas, hacinamiento y la época de parto (invierno), que condiciona mala alimentación de la madre al final de la gestación.

3.3 Calostrado

El mal calostrado propicia la presentación de cuadros infecciosos entre los que destacan los problemas diarreicos y neumónicos. El calostro no solo es el único mecanismo de transmisión de resistencia a las enfermedades en los rumiantes, sino que como alimento es superior a la propia leche y ayuda a recomponer las reservas del recién nacido, en elementos que son deficitarios, como los oligoelementos y vitaminas liposolubles. Las mismas condiciones que propician las situaciones de inanición afectan el calostrado. En las primaras, aun bien alimentadas, se debe esperar una baja producción de calostro pues la glándula aun no alcanza su desarrollo completo. En los partos gemelares la disposición de calostro para las crías será menor que en los partos únicos. Como sustituto del calostro se puede emplear calostro bovino o suero sanguíneo de los animales de la explotación. La cría debe consumir al menos 250ml de calostro o sustituto (Schoenian, 2007). El calostrado artificial, como alternativa de control de la transmisión vertical de enfermedades madre-cría, con sustitutos o empleando “bancos” de calostro pasteurizado, incrementa los costos de mano de obra y aumenta la mortalidad de crías (García, 2015).

En regiones de deficiencia (suelos volcánicos o muy erosionados) la capacidad inmune, protectora, del calostro mejora con la suplementación de Se (Rock et al., 2001; Hefnawy y Tórtora-Pérez, 2010). En las clostridiosis, la respuesta calostrada puede incrementarse, en intensidad y duración, mediante la vacunación de las hembras gestantes, las crías en este caso adquieren protección por más de 90 días, lo que resulta muy útil cuando se venden lechales (*baby-lamb*). Si las hembras no tienen antecedentes de vacunación, se aplica una primera dosis alrededor de los 45 días y una segunda dosis a los 20 días anteparto, en las futuras gestaciones los animales se vacunarán solamente una vez, 20 días anteparto (Kerry y Craig, 1979; Tórtora, 2005a; Tórtora, 2005b; Schoenian, 2007).

3.4 Malformaciones Congénitas

En rebaños donde la observación de malformaciones congénitas supera el 3% de los animales nacidos, es necesario investigar las posibles causas. En México, tanto en rebaños tecnificados como en los campesinos, la principal causa de estos defectos son situaciones de consanguinidad, pues aunque se cambian machos, la mayoría de las veces estos tienen ancestros comunes en la región o provienen de ganaderías que por su prestigio han saturado el mercado. Enfermedades infecciosas, particularmente virales como lengua azul, hipomielogénesis (“*Border disease*” DVB-II) y Akabane y tratamientos antiparasitarios con bencimidazoles al inicio de la gestación o condiciones tóxico-nutricionales determinan también malformaciones.

3.5 Predadores y Carroñeros

Lamentablemente en muchos casos las muertes se atribuyen erróneamente a aves de rapiña, coyotes o lobos, el examen del cadáver debe considerar en primer término la presencia de hemorragias en las zonas desgarradas, indicando que efectivamente un el predador mató al animal y no que lo consumió después de muerto, carroñero (Figura 3). El examen cuidadoso del cadáver puede también proporcionar información sobre si el animal muerto estaba o no enfermo antes del ataque, la información acumulada sugiere que los predadores actúan fundamentalmente sobre animales enfermos, débiles y esta situación debe verse como positiva,

pues reducen la contaminación ambiental y eliminan fuentes de contagio.



Figura 3: Cadáver de cordero eviscerado y parcialmente consumido por un carroñero, no se observan hemorragias. Fuente: Jorge Luis Tórtora Pérez.

El principal predador en el continente son las jaurías de perros, esta situación tiende a agravarse por las pésimas políticas proteccionistas hacia la especie.

3.6 Condiciones Infecciosas

Los cuadros infecciosos más importantes en este periodo son diarreas, colibacilares y virales, onfalitis y neumonías. Su presencia está fuertemente relacionada con la alimentación de las madres, su condición inmune y el buen calostrado de las crías, así como con las condiciones de las instalaciones en términos de hacinamiento e higiene.

3.6.1 Colibacilosis

Esta enfermedad se caracteriza por producir diarrea pastosa o líquida (Figura 4A y B), amarillenta, con coágulos de leche mal digerida, en los primeros tres días de edad. Es producida por bacterias coliformes, especialmente *E. coli*, productoras de toxinas. A la necropsia los animales pueden presentar diferente grado de deshidratación y el intestino delgado se presenta dilatado con líquido amarillento (Figura 4C), la diarrea es consecuencia de toxinas que simulan los mecanismos fisiológicos de secreción entérica, el análisis histopatológico demostrará que no se presenta enteritis. El calostro de hembras expuestas a las bacterias patógenas, tiene anticuerpos que protegen a las crías de la enfermedad. La presentación de la enfermedad se asocia a épocas húmedas y o instalaciones mal drenadas (Tórtora, 1986a).

(a)



(b)



(c)



Figura 4: Colibacilosis.

Nota: Diarrea amarillenta (A) cabrito aguada; (B) cordero pastoso y (C) intestino delgado con contenido amarillo.

Fuente: Jorge Luis Tórtora Pérez.

3.6.2 Rotavirus

Estos virus, pueden producir enteritis entre los 10 y los 45 días de edad, la diarrea en estos casos es líquida (Figura 5A), generalmente de color verdoso y aglomera el pelo del periné. A la necropsia el hallazgo característico es la observación del intestino delgado dilatado con gas y con sus paredes muy adelgazadas (Figura 5B), la histopatología evidencia atrofia y fusión de vellosidades (Figura 5C), lesión irreversible que reduce la capacidad de absorción intestinal, los animales que se recuperan demuestran baja eficiencia en conversión alimenticia. Los problemas por rotavirus

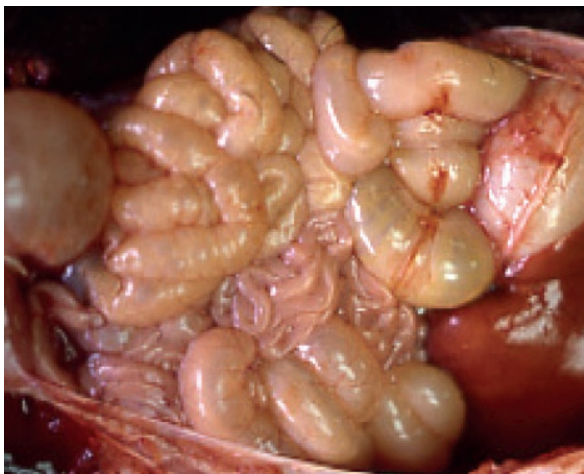


son raros y generalmente se asocian a crías en sistemas de lactancia artificial (Tórtora, 1986a).

(a)



(b)



(c)

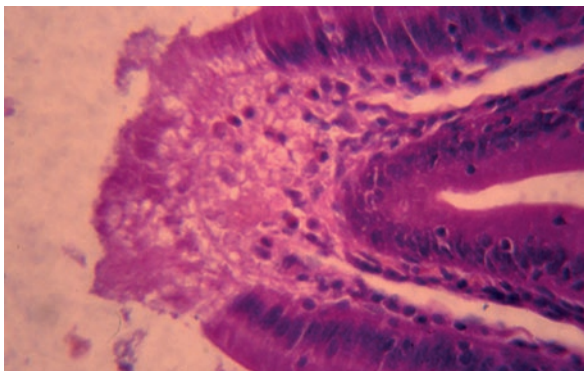


Figura 5: Rotavirus.

Nota: (A) Diarrea aguada café; (B) intestino delgado dilatado con gas y (C) pérdida del epitelio vellositario y fusión de vellosidades.

Fuente: Jorge Luis Tórtora Pérez.

El tratamiento de las diarreas de los lactantes se realiza con estrategias de reposición hidrosalina, que en los casos de colibacilosis puede realizarse por vía oral, al no estar comprometida la permeabilidad, ni la absorción intestinal. En rotavirus, en cambio, deben administrarse en forma parenteral (Tórtora, 1986a).

3.6.3 Onfalitis

Determina muertes en los primeros días de vida, ocurre como consecuencia de partos en instalaciones en pésimas condiciones de higiene, usualmente en forma secundaria ocurren problemas articulares purulentos y focos necróticos en riñón e hígado. La observación del problema determina extremo celo en el tratamiento de ombligos y se llega a interferir la relación madre-cría determinando problemas de inanición y o mal calostroado, malas prácticas en estos esfuerzos de tratamiento, incluso aumentan la incidencia del problema. En casos de onfalitis se deben tratar zonas o corrales de parto, mejorar higiene, evitar encharcamientos y **no tratar** ombligos.

3.7 Crías Nacidas Débiles

Sin duda la causa principal de esta situación es la mala alimentación de la madre al final de la gestación, 4 semanas preparto, cuando el feto presenta su mayor desarrollo, incrementando entre 8 y 12 veces su peso, se ha estimado que en esta etapa una hembra bien alimentada debe ganar cerca del 10% de su peso. En México, con partos en invierno y en época seca, con la pastura quemada por las heladas y las madres utilizando buena parte de la energía del escaso alimento, para generar calor, esta situación se hace crítica, si el productor no maneja alguna alternativa de reserva forrajera o suplementación energética (García et al., 2015). Esta situación explica el nacimiento de crías livianas, con menores expectativas de sobrevivida, eventualmente de casos de toxemia de gestación (cetosis) en las ovejas gestantes y en el caso de las cabras, “tormentas de abortos” asociadas al estrés energético y los picos de cortisol materno relacionados con la neoglucogénesis. Pese a lo anterior no debe descuidarse la posibilidad de que las crías nazcan débiles como consecuencia de infecciones adquiridas *in útero*, tal es el caso de brucelosis, toxoplasmosis y en forma menos frecuente de campilobacteriosis (*C. foetus* var. *intestinalis*), listeriosis y clamidiasis. Todas estas infecciones producen también abortos y en los fetos abortados o en las crías, se pueden demostrar a la necropsia lesiones en órganos parenquimatosos: hígado, pulmón, encéfalo (Tórtora, 1986b). El buen manejo nutricional, que además determinará una mejor lactación y el examen diagnóstico de los productos, son críticos para evitar esta condición.

4. Problemas Sanitarios de la Primera Semana al Destete (Lactación)

En esta etapa, de duración variable, según la práctica de destete que se realiza en el rebaño, se presentan algunos problemas sanitarios que son comunes también en el periodo de recría, engorda y finalización. Lamentablemente, por razones culturales o por condiciones muy especiales de manejo, trashumancia o pastoreos en extensiones muy grandes, es una práctica más común de lo que sería deseable, que los machos permanezcan todo el año con las hembras y los empadres no se realizan a fechas establecidas, ni en forma controlada e incluso no se realizan destetes. En México, esencialmente por motivos culturales, en más del 85% de los rebaños ovinos y en cerca del 70% de los caprinos, los machos permanecen todo el año con las hembras y en ambas especies solo la mitad de los productores destetan a las crías (Cuéllar et al., 2012a; Cuéllar et al., 2012b).

4.1 Retraso del Crecimiento

El pobre desarrollo puede ser consecuencia de enfermedades, pero nuevamente, el problema central es la mala alimentación de la madre al final de la gestación y la consecuente baja producción de leche. La pobre alimentación no solo implica pobre desarrollo, sino también mayor susceptibilidad a enfermedades, asociada a un mal calostrado y una menor capacidad de respuesta inmune, por este motivo es frecuente, que al buscar respuestas a través de tratamientos, no se logran resultados significativos, al no considerar que el problema de base es la deficiente alimentación.

La carencia de selenio es una situación limitante de la producción animal, en particular en rumiantes, por la formación de complejos poco solubles en el ambiente ruminal. La deficiencia puede ser grave en condiciones de pastoreo en suelos ácidos, erosionados o como ocurre en México y la región andina, en suelos volcánicos, pobres en Se y ricos en su principal competidor el azufre (S). La enfermedad se conoce como “músculo blanco”, por las lesiones que produce en este tejido y por el cuadro clínico consecuente, sin embargo son mucho más graves sus consecuencias no aparentes, subclínicas (Hefnawy y Tórtora-Pérez, 2010). El S es requerido por el animal para la síntesis de diversas proteínas, más de 30, con actividad enzimática en el metabolismo oxidativo y la

función tiroidea. Las crías, generalmente las de mejor condición corporal, pueden morir en forma súbita por paro cardíaco. En los adultos es más frecuente observar cuadros de incoordinación en la marcha, trastornos de postura y postración, se presenta anemia y edema general, que se hace evidente por la presencia de ascitis. Se reduce la capacidad de respuesta inmune y en consecuencia se incrementa la susceptibilidad a enfermedades infecciosas. Pero más importante, la carencia determina baja fertilidad y prolificidad y la disfunción tiroidea explica que los animales presentan pobre conversión y ganancia de peso y en las madres se reduce la producción de leche (Hefnawy et al., 2014).

La necropsia de los animales afectados puede demostrar presencia de líquido abundante y claro en la cavidad abdominal, el corazón puede presentar aspecto de carne hervida o franjas pálidas particularmente a nivel de los surcos coronarios. Se recomienda en todos los casos cortar transversalmente las masas musculares de las piernas (glúteos), los animales afectados presentarán fascículos musculares más claros, pálidos, que el resto de la masa muscular y la lesión es simétrica (Hefnawy y Tórtora-Pérez, 2010). El Se puede suplementarse por vía oral o parenteral, debe calcularse bien la dosis, el exceso resulta tóxico y mata a los animales con un cuadro convulsivo y hemorrágico en pocas horas o incluso minutos (López-Arellano et al., 2015). La administración en alimentos concentrados o sales, por la misma razón, depende de poder realizar una buena revoltura, los rumiantes utilizan solo entre el 20 y el 30% del elemento disponible en la dieta. En los rebaños en que se ha diagnosticado el problema se recomienda una primera aplicación a los 4-5 días de edad y luego suplementar en la medida que los animales van duplicando peso. En adultos, por lo menos serán necesarias dos aplicaciones anuales, que conviene hacer coincidir con la época de empadre y con el último mes de gestación, considerando el paso transplacentario al feto y la pérdida de Se hacia la leche. En el mismo momento se tratan los sementales, la deficiencia afecta la calidad seminal (Hefnawy y Tórtora-Pérez, 2010).

4.2 Neumonías

los cuadros neumónicos son una importante causa de pérdidas en los modelos productivos Andinos, de Brasil y de México, de pastoreo diurno con encierro nocturno y pueden participar en la presentación de mortalidad en los rebaños totalmente pastoriles, en particular en regiones con limitada producción forrajera y climas extremos, con fuertes variaciones de temperatura entre el día



y la noche. Esta condición puede determinar muertes de animales de todas las categorías, pero sin duda en las crías las pérdidas son más significativas, implican costos por tratamientos, animales que se retrasan y eventualmente una elevada mortalidad, en México alrededor del 30% de las muertes en corderos ocurren por este concepto (Pijoan, 1986). Las fuertes variaciones que se observan entre rebaños, dependen fundamentalmente de las condiciones de alojamiento en los corrales de encierro nocturno; en los países con sistemas pastoriles abiertos, en los que los animales no son confinados, a pesar de presentarse condiciones climáticas extremas, los problemas neumónicos no son significativos, si se cuenta con buena disponibilidad forrajera y las madres muestran buena actitud materna, producen suficiente calostro y las crías tienen buen peso al nacer.

Las neumonías son consecuencia de una sucesión de eventos ambientales e infecciosos, que deben ocurrir secuencialmente para que finalmente se produzcan las formas bacterianas graves y mortales de la enfermedad. Los factores ambientales críticos son la reducción de temperatura ambiente, en más de 10 °C en pocas horas. La humedad que favorece la transmisión de los patógenos, los animales enfermos al toser o estornudar eliminan aerosoles contaminados que son inspirados por los animales sanos, estos aerosoles permanecen más tiempo suspendidos en condiciones de humedad elevada, las condiciones de hacinamiento favorecen igualmente esta transmisión “nariz a nariz” entre enfermos y sanos. Un corral bien ventilado, asegura la remoción de los aerosoles contaminados. Durante mucho tiempo se pensó que el amoníaco actuaba como gas irritante de las vías respiratorias y predisponía a neumonías, en realidad el olor amoniacal indica hacinamiento y mala ventilación (Tórtora, 2011).

Los factores ambientales facilitan la transmisión y el establecimiento en las vías respiratorias de los llamados patógenos primarios, principalmente virus, estos colonizan el epitelio de las vías respiratorias y lo dañan, impidiendo que actúe eficientemente en la remoción bacteriana y facilita el establecimiento de las bacterias, en especial de *Mannheimia haemolytica* en el parénquima pulmonar (Ackermann y Brogden, 2000). Los agentes primarios determinan los cuadros conocidos como neumonías rojas, hepatización pulmonar, que se caracterizan por la consolidación y el enrojecimiento de los lóbulos anteroventrales del pulmón, es importante demostrar por palpación la consolidación pulmonar y no guiarse solamente por el cambio de color. Una vez que se establecen las bacterias, el pulmón presentará focos purulentos, blanco-amarillentos y se hace evidente el compromiso de las pleuras que se engrosan y presentan exudados y adherencias a la parrilla costal. En el control de los problemas neumónicos es fundamental cuidar el diseño de las instalaciones y las condiciones de hacinamiento. En crías de más de 15 días, en buena

condición de alimentación y en animales mayores, se pueden aplicar toxoides dirigidos a neutralizar la leucotoxina de *M. haemolytica*, que se han demostrado eficientes en condiciones experimentales y de campo, en el control de las neumonías, reduciendo las áreas de pulmón afectado y la mortalidad (Morales et al., 1993). Hasta el presente las vacunas solo reducen el impacto del problema, mueren menos animales y los que enferman presentan cuadros más benignos. Ninguna de las alternativas profilácticas resulta efectiva si los animales se mantienen en instalaciones con los problemas arriba señalados. Debe destacarse que las bacterinas no son útiles en la prevención de problemas neumónicos y que incluso pueden incrementarlos (Tórtora, 2011).

5. Problemas Sanitarios al Destete

5.1 La Condición de Estrés

Es resultado de los cambios adaptativos y sociales que sufre la cría al ser separada de su madre y movilizada a otra instalación en el mismo predio o peor aún, a uno diferente y distante. Esta situación se agrava cuando se mezclan en el transporte y en el corral de recría o engorda, animales de diferente origen y de diferente peso y condición, este último componente será decisivo en el proceso de dominancia social, establecimiento de un orden jerárquico y competencia por los espacios de descanso y los comederos en el corral.

En esta condición los animales sufren cambios endócrino-metabólicos, ocurre vasoconstricción periférica con un consumo aumentado de glucosa, que incrementa la liberación de ACTH y cortisol, con la consecuente movilización de grasas e incluso proteínas hacia la neoglucogénesis, para mantener la demanda energética. No debe llamar entonces la atención que en las primeras semanas, pese a que se incrementó la cantidad y calidad de la dieta, los animales pierden condición. Los cambios endócrinos anotados son determinantes en la depresión de la respuesta inmune del animal y explican la ineficacia de las vacunas aplicadas en este periodo y la posible presentación enfermedades, características de esta etapa, particularmente coccidiosis y ectima contagioso.

La lotificación de animales por condición, la disposición de suficiente espacio de comedero, el reducir en la medida de lo posible las actividades de manejo y el evitar condiciones de hacinamiento en las

instalaciones y transporte, son medidas que ayudan a reducir el impacto de esta inevitable condición. Las vacunas deben ser aplicadas en lo posible, una semana antes de que se realicen las maniobras de destete, cuando este se realiza a los 80-90 días o de destetar a los 60 días, la primera vacuna se aplica una semana después.

5.2 El Cambio de Dieta

Es en si mismo una condición estresante, que se agrava con la competencia por el alimento, pero si además, a animales lactantes y en sistemas de pastoreo, se les ofrece ahora una dieta a base de granos, altamente energética, los trastornos de la fermentación ruminal fácilmente pueden conducir a enfermedades como la acidosis ruminal y secundariamente a la enterotoxemia. El impacto de este cambio puede ser amortiguado, si desde las cinco semanas o incluso antes, se implementan en los corrales de lactancia rejas separadoras o comederos de boca reducida, donde solo la cría puede introducir el hocico y consumir la dieta de engorda sin competencia con sus madres, o si la engorda va a ocurrir en praderas, las crías y sus madres las utilizan antes del destete. Se ha demostrado que las crías pueden empezar a consumir y aprovechar dietas sólidas de calidad, desde las tres semanas de vida y esto puede explicar la dispersión de resultados cuando se analiza la producción de leche de las madres y la ganancia de peso de los crías. La adaptación gradual a la dieta con granos o concentrados y el aporte de fibra en la misma (mínimamente 15-20%), son alternativas que reducen los riesgos de acidosis; también se pueden emplear amortiguadores como el bicarbonato (2,5%), que incluso se emplea para tratar a los animales afectados. En cabras y ovejas lecheras son diversas las alternativas para sustituir la leche materna por sustitutos, ordeña y repaso por las crías, separar la cría en una ordeña y permitir el repaso en la otra, pero en esencia, el principal problema es la calidad, preparación y suministro del sustituto lácteo y la posibilidad de que se presenten diarreas por maldigestión, cuando alguno de estos procesos es inadecuado.

5.3 Micotoxicosis

Las dietas elaboradas con granos y harinas implican el riesgo de la contaminación con micotoxinas. Estas toxinas producen en la mayoría de los casos efectos sistémicos, con depresión de la respuesta inmune, nefrosis y hepatotoxicosis, esta última condición determina retraso del crecimiento y

que las crías muestren mal aspecto general. Cuando los niveles de toxinas son elevados ocurren muertes, a la necropsia pueden ser notorios los cambios de color del hígado, la vesícula biliar observarse agrandada y en el estudio histopatológico observarse megalocitosis y megacariosis hepática, con proliferación de canalículos biliares. Ocasionalmente, en hembras, puede observarse desarrollo folicular en ovarios, por efecto estrogénico de las toxinas.

5.4 Acidosis Ruminal

Es consecuencia del uso de dietas altas en carbohidratos de fácil digestión, almidones de granos o tubérculos, ocasionalmente por disacáridos con el uso de “mostos” de la industria de jugos, que al ser utilizados por la microflora ruminal generan cantidades anormalmente altas de D-lactato, esta isoforma del ácido láctico, si bien es poco absorbida por la mucosa ruminal, no es utilizable por el metabolismo intermedio del animal, por lo que ocurre acidosis ruminal y metabólica, que de no ser tratada determinará la muerte del cordero en forma aguda en menos de 24-48 horas. La acidosis ruminal altera la microflora, con incremento de bacterias Gram positivas, generadoras de D-lactato y desaparición de las negativas y los protozoarios ruminales. En la medida que se incrementa el D-lactato se reduce progresivamente la producción de ácidos grasos volátiles (AGV). La acidosis ruminal determina atonía del órgano y favorece el meteorismo espumoso (Tórtora, 1998).

Clínicamente los animales pueden demostrar dolor abdominal con quejidos y presentar postración, pero lo más frecuente es que los mejores animales, los de más alto consumo, amanecen muertos o mueren sin signología previa. A la necropsia las vísceras se presentan enrojecidas, el pulmón presenta espuma sanguinolenta en las vías respiratorias, los vasos sanguíneos se observan congestionados en todas las serosas y órganos. Al abrir rumen se constata un contenido amarillento, generalmente aguado, con espuma y con olor penetrante ácido, la mucosa ruminal se desprende fácilmente y está congestionada, en los casos más graves hemorrágica e incluso gangrenada (Figura 6A). Estos cambios son consecuencia de la muerte por choque en un animal en acidosis metabólica.

Cuando los animales son acostumbrados gradualmente a la dieta de engorda, se pueden dar condiciones de acidosis crónica, que se caracteriza por una mucosa ruminal hiperqueratósica, con papilas de mayor tamaño, aglomeradas, ocasionalmente ulceradas y de color más oscuro, hasta negras (Figura 6C). En estos casos, la acidosis, sin matar a los



animales puede promover la proliferación de bacterias que destruyan la tiamina (vit. B1) sintetizada en el propio rumen, como es el caso de *B. tiaminolyticus* y *C. sporogenes*, la carencia de B1 induce degeneración neuronal, encefalomalacia cortical, que clínicamente se traduce en trastornos nerviosos con cambios en la marcha, pero principalmente ceguera, el tratamiento con B1 parenteral evita la presentación de nuevos casos, pero los afectados no curan. A la necropsia las zonas de la corteza cerebral afectada, predominantemente frontales, se presentan de color blanco amarillento hasta café, si se dispone de una lámpara de UV, las zonas lesionadas fluorescen nítidamente.

La adaptación gradual a la dieta con granos o concentrados y el aporte de fibra (15-20%) en la misma, son alternativas que reducen los riesgos de acidosis; también se pueden emplear amortiguadores como el bicarbonato (2,5%), que incluso se emplea para tratar a los animales afectados, pero en este caso debe considerarse que el bicarbonato en el medio ácido ruminal generará CO₂ y con la atonía ruminal existente, puede ocurrir timpanismo (Tórtora, 1998). El uso e ionóforos es otra posibilidad, en la medida que estos compuestos colaboran a regular la actividad microbiana, en particular evitan la excesiva proliferación de Gram+, se deben extremar precauciones en su dosificación y si se adicionan al alimento se debe contar con revolvedora, para asegurar su distribución homogénea en la dieta y evitar efectos tóxicos sobre los animales. Los ionóforos tiene la ventaja adicional de actuar como coccidiostatos.

(a)



(b)



(c)



Figura 6: (A) Acidosis ruminal aguda, infartos y gangrena, contenido con abundante grano; (B) acidosis aguda contenido pastoso y enteritis hemorrágica (enterotoxemia) y (C) acidosis crónica, hiperqueratosis, papilas agrandadas, aglomeradas y negras.

Fuente: Jorge Luis Tórtora Pérez.

5.5 Enterotoxemia

Es una condición inducida por las toxinas de *C. perfringens* C o D, bacterias presentes normalmente en el intestino de los animales. Si ocurren trastornos en la motilidad intestinal, con un sustrato abundante en el contenido y cambios en el pH y la concentración de CO₂, estas bacterias proliferan y producen activamente sus toxinas necróticas. Estas condiciones pueden ser secundarias a situaciones de sobrecarga ruminal con atonía, cuando los animales luego de un periodo de carencia alimenticia reciben una buena oferta forrajera, o cuando ocurre acidosis ruminal (Figura 6B), o cuando son corderos hijos de madres con alta producción de leche o incluso en animales parasitados por cestodos *Moniezia* sp.

Los animales mueren en forma sobreaguda, sin signos clínicos y normalmente se trata de los animales de mejor condición corporal, los mejor alimentados, los “tragones”, de hecho la enfermedad generalmente es un problema en rebaños con buenos programas de alimentación. A la necropsia se aprecia enteritis hemorrágica en el intestino delgado (Figura 6), que presenta color desde el rojo al café o púrpura. Las toxinas se absorben y pueden dañar otros parénquimas, el riñón se deshace al cortar la cápsula y por eso la enfermedad también se conoce como del **riñón pulposo**, el pulmón y el hígado se presentan congestionados, hemorrágicos y friables, las cavidades torácica y abdominal contienen líquidos sanguinolentos. En los casos inducidos por *C. perfringens* D, puede ocurrir en forma característica encefalomalacia en tálamo.

Dado el carácter agudo o sobreagudo de la enfermedad no es posible tratar a los animales, pero la enfermedad puede ser prevenida vacunando con toxoides de calidad, que induzcan formación de anticuerpos neutralizantes de las toxinas. Al elegir el producto se debe verificar que contenga toxoide para *C. perfringens* tipo C y D, no existe protección cruzada entre las toxinas de ambos tipos. La vacunación de las hembras gestantes incrementa la protección calostrada de las crías hasta los 100-120 días. Las crías, de madres no vacunadas, pueden ser vacunadas a partir de los 60-70 días, con una primera dosis que debe ser reforzada 20 días después. Como se indicó antes, es una mala práctica aplicar vacunas en el mismo momento del destete, por la condición de estrés (Tórtora, 2005b).

5.6 Ectima Contagioso (ORF), (EC)

Es una enfermedad viral, ocurre asociada a condiciones de estrés e inmunosupresión, es producida por un parapoxvirus, sumamente resistente en el medio ambiente, hasta 15 años en costras mantenidas a temperatura ambiente. En forma característica determina lesiones costrosas y proliferativas de aspecto papilomatoso, particularmente en las comisuras labiales. Las lesiones evolucionan con eritema, pápula, vesícula (aunque no es estrictamente una vesícula), cuando culminan los cambios degenerativos del epitelio, los restos necróticos de las células y los exudados inflamatorios forman una costra que si se desprende deja una superficie sangrante. Ocasionalmente y en particular cuando se trata de lesiones localizadas en la mucosa digestiva y en los pezones, las lesiones son fundamentalmente proliferativas y adquieren aspecto papilomatoso, verrugoso. Las cabras parecen ser más susceptibles a la enfermedad que las ovejas y en rebaños mixtos, pueden solo verse afectadas las primeras, el virus puede ocasionalmente infectar a humanos cuando manipulan animales u objetos contaminados (Tórtora, 2005a; Tórtora, 2005b; Tórtora, 2015).

La enfermedad cursa con alta morbilidad, usualmente del 100% y sin mortalidad o menos del 5%, aunque esta depende fundamentalmente de factores asociados. El cuadro clínico de lesiones es muy variado, pero en un brote los animales tienden

a presentar una sola forma de localización. Las lesiones faciales, en las comisuras labiales, ojos, rodete dentario y encías, es la forma más conocida y frecuente. Las lesiones en los pezones de las madres son frecuentes, pero no siempre reconocidas; pueden presentarse además lesiones genitales en labios vulvares, prepucio y piel del escroto y lesiones podales en la zona interdigital y el rodete coronario. Las lesiones faciales y orales pueden determinar cuadros de muerte por inanición cuando las crías destetadas no disponen de un forraje de calidad (Figura 7). Las lesiones en pezones, en particular cuando se localizan próximas al orificio del pezón, pueden actuar como factor predisponente a mastitis (Figura 8) y las lesiones podales se consideran el principal factor predisponente a cuadros epidémicos de pododermatitis (gabarro, foot-rot) (Tórtora, 2005a; Tórtora, 2005b; Tórtora, 2015).



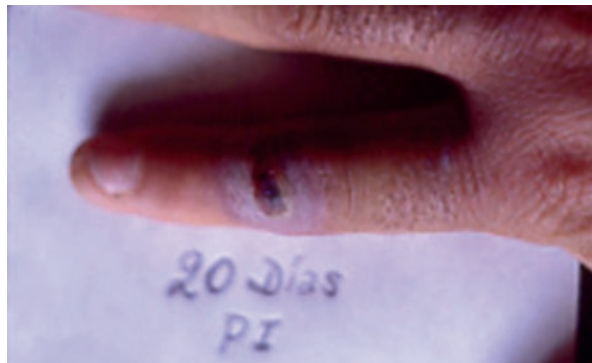


Figura 7: Lesiones faciales y de mucosa por ectima contagioso.

Fuente: Jorge Luis Tórtora Pérez.

Figura 8: Lesiones de ectima en pezones de cabras y lesión en humano.

Fuente: Jorge Luis Tórtora Pérez.



Si bien existen vacunas comerciales, su uso no es recomendable, pues en todos los casos se trata de productos elaborados con virus virulento, que se aplican por escarificación en heridas abiertas, para reproducir las lesiones en localizaciones que no molesten al animal, cara interna del muslo, base de la cola o axila, desde los puntos de inoculación el virus puede contaminar el ambiente y enfermar a animales no vacunados e implica el peligro de introducir al rebaño variantes antigénicas. Por lo anterior se recomienda preparar con macerados de costra una vacuna propia, se maceran costras del brote, se diluyen en agua, se dejan sedimentar o se centrifugan y al sobrenadante se le agrega un volumen igual de glicerina para que la mezcla sea adherente, se raspa con una aguja la superficie de la piel, evitando sangrar (escarificación) y se aplica la solución, a los 3 o 4 días se verifica que el producto ha desarrollado lesiones en el punto de escarificación. Este procedimiento puede realizarse incluso sobre brote y se logra que

los animales curen más rápido y se evita que nuevos animales enfermen (Tórtora, 2005a; Tórtora, 2005b; Tórtora, 2015).

5.7 Coccidiosis

Esta enfermedad es producida por diversas especies de protozoarios del género *Eimeria*. Las especies del parásito son altamente específicas de especie y distintas entre ovinos y caprinos. Los protozoarios parasitan las células del epitelio intestinal, los ooquistes se desarrollan en estas células y las destruyen. El resultado es que la mucosa intestinal queda “desnuda” y se altera su función, en particular la de absorción, por ser las vellosidades intestinales las partes más afectadas, esta condición determina un cuadro semejante al descrito para los virus entéricos, con atrofia y fusión de las vellosidades y animales que en forma crónica tendrán menor capacidad para utilizar los alimentos de la dieta. La presencia de sangre en las heces determina un cuadro de tipo disentérico, la diarrea presenta color achocolatado y con el oxígeno ambiental se oscurece y termina siendo negra (Figura 9).

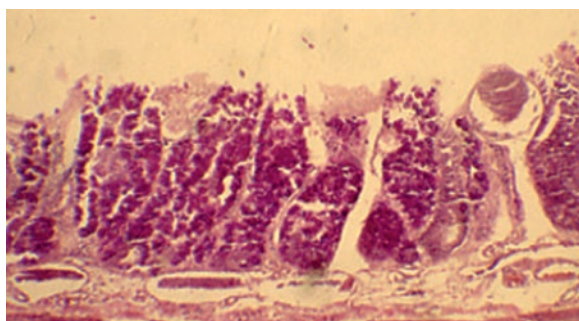
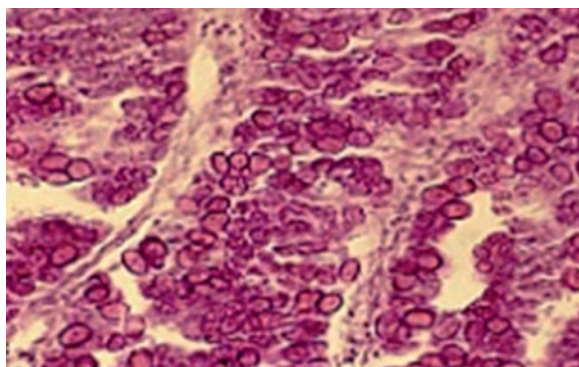
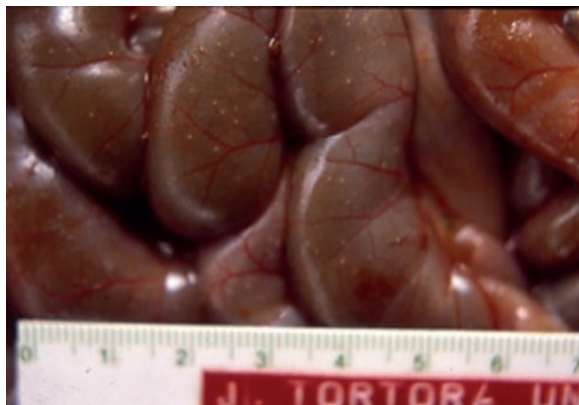


Figura 9: Diarrea café característica de coccidiosis, asas intestinales con contenido hemorrágico y puntillito blanco, infestación masiva de ooquistes en epitelio, atrofia vellositaria y descamación de células con ooquistes.

Fuente: Jorge Luis Tórtora Pérez.



La enfermedad es poco relevante en sistemas pastoriles, pero grave en los estabulados o con encierro nocturno, donde se facilita la transmisión. En corrales de destete poco soleados, húmedos y en los que los animales tienen oportunidad de subirse y defecar en los comederos, los problemas por coccidiosis pueden ser extremadamente graves. Los animales presentan diarrea que varía en su aspecto de café oscuro a negra, según la cantidad de sangre presente y de consistencia pastosa. La enfermedad ocurre al destete entre los 2 y 3 meses de edad, aunque la infección de la cría ocurre desde los primeros días, al lactar e ingerir ooquistes que se encuentran ensuciando el pezón materno. A la necropsia el contenido intestinal se presenta de color café oscuro o francamente sanguinolento y puede observarse un puntillado blanco en la pared del órgano. Un examen coproparasitoscópico de flotación, demostrará la presencia de ooquistes en las heces de los animales afectados. Como en las demás parasitosis el examen coprológico solo es un indicador que debe conjuntarse con la condición clínica del caso, así los animales adultos sin estar enfermos seguramente resultarán positivos al examen y de hecho son la fuente de contaminación del corral y de las crías, pero **los adultos no se tratan**.

El control de la enfermedad se basa en el tratamiento de los animales enfermos y en corregir los factores de la instalación que incrementan la dosis infectante, no existen alternativas profilácticas de tipo vacunal, pero se pueden aplicar tratamientos. En los tratamientos profilácticos se utilizan coccidiostatos, que se incorporan al agua o al concentrado cuando esto es posible, los más empleados son ionóforos como la monenzina y salicid. Los ionóforos controlan coccidias y reducen los riesgos de acidosis ruminal, pero debe cuidarse su dosificación y mezcla, por los riesgos de intoxicación. En todos los casos no se trata a los animales para dejarlos “estériles” de la parasitosis, sino para reducir la dosis infectante y asegurar que se establezca una buena respuesta inmune. Las sulfas son el tratamiento de elección en animales ya enfermos, los productos inyectables tienen el inconveniente de producir lesiones muy severas en el tejido muscular por lo que deben emplearse por vía endovenosa, o si el producto lo permite, aplicarlo por vía subcutánea, el uso de bolos intrarruminales de lenta liberación de sulfas han demostrado buenos resultados como estrategia profiláctica y de tratamiento (Gutiérrez-Blanco et al., 2006). Los pisos elevados de rejilla son una buena

estrategia de control, al reducir la contaminación fecal de bebederos, comederos y el corral, pero su costo es elevado.

5.8 Fotosensibilización

Los problemas de fotosensibilización pueden ocurrir en todas las categorías de cría. La enfermedad es consecuencia del establecimiento en la epidermis de sustancias fotosensibles, que estimuladas por el ultravioleta solar, liberan energía fotónica y lesionan a las células. La piel blanca se presenta enrojecida, se ampolla y finalmente se ulcera, la cicatrización puede determinar severas lesiones de hiperqueratosis con cornificación y agrietamiento de la piel. Las zonas de piel pigmentada no se afectan, la melanina impide la penetración del UV solar (Figura 10). Las sustancias fotosensibles pueden ser productos aplicados al animal: tetraciclinas, sulfas o productos vegetales. Pero lo más común en rumiantes, es que se trate de filoritrina, un pigmento derivado de la clorofila, que se forma en el rumen y que en condiciones normales es detoxicado por el hígado, cuando ocurre lesión hepática, el pigmento se fija en piel y produce la lesión. En estos casos la lesión hepática también altera seriamente el metabolismo intermedio del animal y compromete su eficiencia productiva. Son muy diversas las condiciones que pueden producir lesión hepática, entre ellas las saponinas, irritantes vegetales, abundantes en los pastos del género *Brachiaria*, ampliamente introducidos en las zonas de trópico húmedo.





Figura 10: Lesiones de fotosensibilización y tratamiento con antisépticos pigmentados, la lesión en oreja no incluye las partes pigmentadas de la piel.

Fuente: Jorge Luis Tórtora Pérez.

No es mucho lo que se puede hacer en los casos de fotosensibilización. Si se conoce el origen, reducir la exposición o evitar las sustancias fotosensibles o hepatotóxicas, seleccionar animales de piel pigmentada y proporcionar sombras. En las zonas de lesión, si no son muchos los animales afectados, aplicar tratamientos tópicos con pomadas antisépticas a las que es conveniente adicionar anilinas (violeta de genciana, azul de metileno), para reducir el efecto del UV.

6. Enfermedades en Adultos

6.1 Síndrome de la Oveja o Cabra Flaca

Tres enfermedades, además de las parasitosis gastroentéricas, pueden producir adelgazamiento progresivo (emaciación), de los animales adultos (machos y hembras) la Paratuberculosis, la Linfadenitis caseosa y los retrovirus, respiratorios: Maedi-visna (**MV**) y Jaagsiekte o Adenomatosis pulmonar ovina (**APO**), particulares de ovinos y Artritis encefalitis caprina (**AEC**) propia de cabras. Antes de pensar en enfermedades, se debe revisar la alimentación de los animales y en particular al animal afectado, verificando la condición de su dentadura. En sistemas de pastoreo extensivo, en especial si la disponibilidad forrajera es pobre, los cuadros de pododermatitis (gabarro, foot-rot, pietin) pueden determinar baja condición corporal, por la dificultad del animal para cosechar su alimento.

6.2 Paratuberculosis

Esta enfermedad es producida por *Mycobacterium avium* var. *paratuberculosis*, la bacteria es intracelular, afecta ruminantes domésticos y silvestres en general y a conejos, liebres, ardillas, zarigüeyas y otras especies de vida libre. La bacteria es ingerida por el animal y en las mucosas es captada por los macrófagos, pero no es destruida y en esta condición intracelular, evita que antibióticos y anticuerpos la afecten. Aunque las crías se infectan al amamantar, el cuadro clínico que se caracteriza por emaciación progresiva y la observación de diarrea pastosa, ocurre esporádicamente en animales adultos, en general de más de cuatro años, aunque se puede observar en animales más jóvenes sometidos a condiciones productivas intensivas y estresantes, como ocurre con los modelos de tres partos en dos años. A la necropsia se pueden observar, aunque no son constantes, enteritis crónica en intestino posterior (íleon a recto) y nódulos mesentéricos agrandados y eventualmente con concreciones calcáreas. El intestino afectado se presenta engrosado y los pliegues de la mucosa son muy notorios. Sin embargo, en ovejas y cabras, la observación de lesiones características depende de estudios histopatológicos, por lo que, en la sospecha, es necesario tomar muestras fijadas en formol al 10% de íleon, colon y nódulos mesentéricos que se presenten agrandados (Figura 11). Los aislamientos



a partir de lesiones sugestivas o de muestras de excremento, implican cultivos de 60 a 90 días, si el resultado es positivo se confirma la enfermedad, pero los casos negativos pueden deberse a errores de cultivo y no indican necesariamente su ausencia (Salgado et al., 2007).

a)



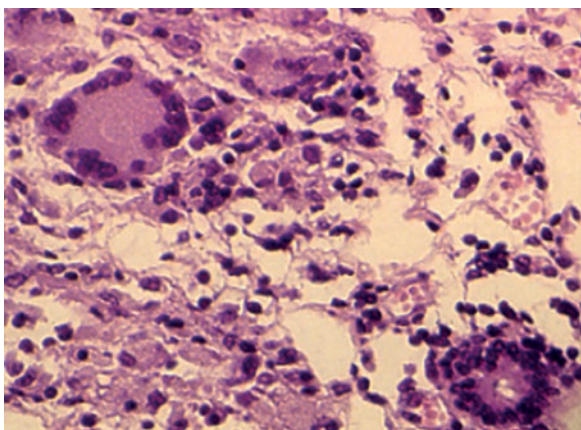
(b)



(c)



(d)



(e)

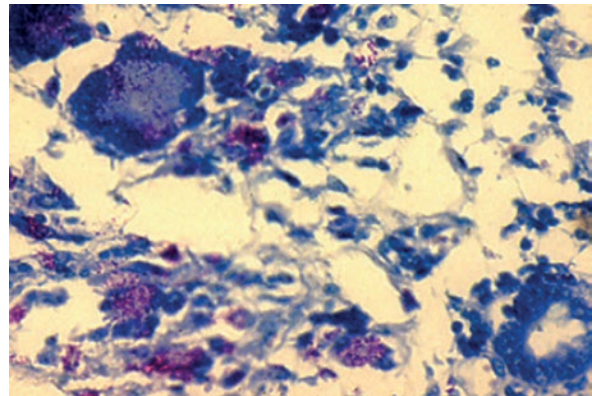


Figura 11: (A) Heces aglomeradas o pastosas características de paratuberculosis, (B) cabra con emaciación que sigue comiendo, (C) nódulo mesentérico con áreas calcificadas, (D) histología de intestino con célula tipo Langhans y (E) respuesta positiva en coloración de Ziehl Nielsen.

Fuente: Jorge Luis Tórtora Pérez.

Las vacunas existentes son de discutible efectividad y producen serias lesiones en el punto de inoculación. Las pruebas serológicas, aunque de baja sensibilidad y especificidad, permiten reconocer animales sospechosos, pero solo un reducido número de los infectados enfermará (menos del 2% anual). Por lo anterior, el control debe basarse en la eliminación de los animales que inician el cuadro clínico, para reducir la contaminación ambiental y obtener algún pago por ellos, es una enfermedad de bajo impacto económico en los rebaños. Considerando las dificultades diagnósticas, las prevalencias estimadas y el comportamiento clínico errático de la enfermedad, se ha calculado que en los países desarrollados el costo por vaca lechera en rebaños afectados es de 20 dólares anuales y que las estrategias actuales de control y profilaxis no resultan económicamente atractivas (Barkema et al., 2010). En ovinos y caprinos este tipo de trabajos son escasos, en Australia estiman una reducción del 6% en la ganancia total bruta del rebaño, sin embargo, los cálculos se realizan sobre las pérdidas en animales clínicamente enfermos, por lo que son discutibles (McGregor et al., 2014).

6.3 Linfadenitis Caseosa

Esta enfermedad también de origen bacteriano es producida por *Corynebacterium pseudotuberculosis*, que penetra al animal por heridas contaminadas. Igual que en el caso anterior, la bacteria es intracelular facultativa. Clínicamente la enfermedad se caracteriza por producir emaciación progresiva en su presentación “visceral” y lesiones abscedativas en nódulos linfáticos explorables, presentación “cutánea” en particular los de cabeza y

cuello, que se presentan aumentados de tamaño y al corte exudan pus cremoso de color verde-amarillento. Eventualmente las lesiones purulentas se pueden presentar en pulmones, hígado y otros órganos internos, forma visceral, de la que proviene el nombre de “*pseudotuberculosis*” (Figura 12). Las lesiones viscerales parecen depender de que la bacteria pueda superar las barreras linfáticas y llegar a la circulación general, o de la migración de macrófagos infectados a los focos inflamatorios, de diferente origen, en esas vísceras (Baird y Fontaine, 2007; Oreiby, 2015). En crías, la infección umbilical puede producir múltiples abscesos en particular en pulmón.

a)



b)



c)



d)



e)

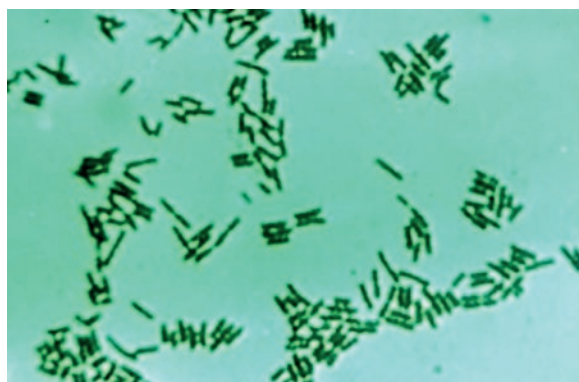


Figura 12: Lesiones características de LC en su forma cutánea, (A) submandibulares y (B) supramamario, (C) pulmón de cordero con lesiones características, probable ingreso umbilical, (D) debridación de absceso con material purulento de consistencia cremosa y (E) frotis con la disposición característica de la bacteria en empalizadas o letras chinas.

Fuente: Jorge Luis Tórtora Pérez.

Las vacunas existentes, han demostrado capacidad limitada para reducir la diseminación y el desarrollo de lesiones en los animales vacunados (Baird y Fontaine, 2007). El carácter intracelular de la bacteria y el desarrollo de lesiones abscedativas hace inútil el uso de antimicrobianos. Por el momento la mejor estrategia de control consiste en debridar los abscesos y coleccionar el pus para evitar la contaminación ambiental, que ocurre cuando los abscesos maduros se rompen solos. Con la debridación de abscesos y la eliminación de animales seroreactores, aunque esta medida es muy costosa, se redujo la seroprevalencia de LC a 0,4% (Voigt et al., 2012). Las medidas que reducen traumatismos y heridas en los animales ayudan en el control, puertas amplias, menor hacinamiento, suficiente espacio de comedero y vigilar en particular la forma en que se reparan cercas y corrales.



6.4 Maedi-visna (MV)

Este cuadro clínico que **afecta ovinos** es producido por un retrovirus, en USA se conoce como neumonía progresiva ovina (NPO). El cuadro ocurre en animales adultos de más de cinco años, con insuficiencia respiratoria progresiva, tos seca, emaciación y eventualmente signos nerviosos, en particular, el animal no puede mantenerse de pie. El virus determina en forma característica infiltración y proliferación de tejido linfóide en el pulmón, que se presenta macizo, pesado y no colapsa al abrir el tórax. El virus se transmite en los mononucleares presentes en el calostro y la leche, desde la madre enferma a su cría, transmisión vertical, pero recientemente se ha insistido que la principal forma de transmisión es aerógena, de la misma forma que describe para las demás neumonías, por lo que el control pasa por las mismas consideraciones en cuanto a instalaciones y hacinamiento. No existen vacunas. La enfermedad no tiene impacto económico relevante, de los animales infectados pocos llegan a enfermar clínicamente y la forma clínica cuando ocurre afecta animales viejos, poco o nada productivos, sin embargo, la enfermedad puede resultar relevante si limita el movimiento de animales (Blacklaws et al., 2004; Preziuso et al., 2004; Arcila López et al., 2012).

6.5 AEC o CAEV

Este cuadro **afecta a caprinos**, es producido como Maedi por un retrovirus que cruza serológicamente con MV. La lesión característica es la producción de artritis en los carpos de cabras de más de tres años, “cabras rodillonas”. Secundariamente algunos animales desarrollan nódulos linfoides en pulmón y glándula mamaria. Los animales afectados se deterioran y deben ser reemplazados tempranamente. Raramente, cabritos de menos de 5 meses de edad pueden presentar encefalitis y morir, sin embargo, aún en rebaños con alta prevalencia, no se observan estos cuadros. La enfermedad se transmite por el calostro desde la madre infectada a la cría y las medidas de control se dirigen a evitar el amamantamiento directo, pero esta estrategia incrementa los costos de mano de obra y la mortalidad de cabritos. El virus está incluido en las células que normalmente se encuentran en el calostro y la leche (Blacklaws et al., 2004; Preziuso et al., 2004; Arcila López et al., 2012). No existen vacunas.

Algunos genotipos de estos virus son capaces de transmitirse entre especies, produciendo el cuadro de Maedi o el de AEC según la especie afectada (Ramírez y Martínez, 2015).

En **retrovirus**, se ha demostrado la infección transplacentaria, las crías de las hembras afectadas ya nacen infectadas, en porcentajes del 5-7% (Blacklaws et al., 2004; Preziuso et al., 2004; Arcila López et al., 2012). Por esta razón y por los costos señalados en el control tradicional, las estrategias deben encaminarse a reducir la prevalencia de animales positivos a la enfermedad, eliminándolos lo antes posible del rebaño o tomar la decisión de convivir con la enfermedad.

6.6 Pododermatitis (Gabarro, Foot-rot, Pietin)

Esta enfermedad de origen bacteriano es más grave en las ovejas que en las cabras, aunque estas observaciones pueden estar acotadas a las condiciones de cría y producción. Depende de condiciones climáticas, en particular de humedad, pero otros factores pueden condicionarla. El principal agente causal es *Dichelobacter nodosus*, un bacilo Gram (-), anaerobio estricto, que vive solo algunos días libre en el ambiente y se le considera parásito obligado de la uña, donde encuentra condiciones apropiadas para sobrevivir refugiándose en las grietas y fisuras selladas con excremento y lodo (Raadsma y Egerton, 2013). Por lo anterior, es la única enfermedad en la que es pertinente separar a los animales enfermos, que emiten bacteria, de los sanos. En condiciones favorables de humedad, que ablanda la uña, las toxinas queratinolíticas de la bacteria profundizan hasta alcanzar los tejidos blandos bajo la uña y crean condiciones a las que se pueden sumar otras bacterias, en particular *Fusobacterium necrophorus*, habitante normal del tracto digestivo de los rumiantes, esta bacteria produce toxinas necróticas que agravan la lesión, con putrefacción del tejido, incluyendo en los casos más graves el hueso de la falange, con desprendimiento y amputación, del dedo afectado. Se ha demostrado la infección cruzada entre bovinos y ovinos, de cepas genéticamente caracterizadas de *D. nodosus*, situación que complica las consideraciones al control de la enfermedad (Knappe-Poindecker et al., 2014).

Las medidas de control y tratamiento se dirigen a reducir el refugio de *D. nodosus* cuidando la condición de las pezuñas, recortando y limando, cuando es posible se evita el pastoreo en terrenos bajos, enlodados, procurando que los corrales estén correctamente drenados. Los animales que muestran cojera se separan a corrales secos, se arreglan pezuñas y de ser pocos se tratan individualmente con tratamientos tópicos y antibióticos parenterales. El

uso de agua oxigenada, aguarrás, aceite quemado, no sirve de nada y puede agravar el cuadro, tampoco se deben cubrir las patas tratadas con plásticos u otros objetos impermeables, esto crea condiciones de anaerobiosis y ayuda a la proliferación bacteriana. En rebaños grandes, donde la enfermedad es recurrente año con año, es pertinente además del arreglo de patas, construir pediluvios, baños de pies, en lugares por los que obligadamente pasan diariamente los animales para recibir tratamiento, en estos pediluvios idealmente se colocan soluciones de sulfato de zinc al 10%, en su defecto se puede usar sulfato de cobre al 10%.

El uso de vacunas “piliadas o fimbriales” de *D. nodosus* ha resultado una buena alternativa de profilaxis para las formas más severas de la enfermedad (Allworth, 2014), sin embargo, no se encuentran disponibles en todos los países. No ocurre inmunidad cruzada entre los distintos serotipos de la bacteria, por lo que se deben caracterizar y utilizar los serotipos autóctonos, con fines vacunales. Actualmente la caracterización se realiza con herramientas genómicas, apuntando a las fimbrias de tipo IV, que junto con la serinoproteasa son considerados los principales mecanismos de patogenicidad de la bacteria. La fimbria IV, parece actuar como quimio sensor de la bacteria y ha podido ser eliminada mediante ingeniería genética, conservando la bacteria la capacidad de producir fimbrias, pero pierde su patogenicidad, lo que abre una nueva opción para generar vacunas (Kennan et al., 2015).

6.7 Hepatitis Necrótica

Hepatitis necrótica o enfermedad negra esta enfermedad clostridial es producida por *C. oedematiens* B, un clostridio de gran tamaño 16 μ con esporas subterminales. Sus esporas se localizan en el hígado y están presentes en más del 70% de los animales sacrificados para consumo. Las patologías tóxicas, metabólicas o parasitarias que lesionan el hígado y generan condiciones de isquemia, permiten germinar a las esporas, se multiplican las bacterias, producen toxinas y matan al animal en forma sobreaguda. La enfermedad se asocia frecuentemente a fasciolosis, pero también puede ocurrir en los hígados grasos del final de la gestación. A la necropsia se observan cambios de color en el hígado y en particular infartos y zonas necróticas. Las toxinas producen hemólisis y congestión hipostática severa en el subcutáneo (enfermedad negra), con presencia de líquidos sanguinolentos en cavidades y órganos. Realizar improntas o frotis de los focos necróticos del hígado, para observar la bacteria, es una buena estrategia

de aproximación diagnóstica. El uso de toxoides de calidad evita la presentación de enfermedad (Tórtora, 2005b).

6.8 Mastitis

La mastitis en pequeños rumiantes no lecheros es un evento raro y generalmente relacionado a la muerte de la cría en hembras bien alimentadas y con buena capacidad lechera. La retención de la leche favorece la infección de la glándula, con cuadros de mastitis más severos que en la vaca y que frecuentemente evolucionan a la gangrena y la muerte del animal. Hembras en estas condiciones de riego deben ser segregadas del rebaño, ordeñadas a mano o aprovechadas para la alimentación de crías de baja condición, partos múltiples, hijos de primiparas; o en su caso restringirles la alimentación hasta que se puedan secar. En cabras u ovejas de ordeña, la presentación de mastitis aumenta, más aún con el uso de equipos mecánicos, por ahora la solución de estos problemas sigue siendo la misma de hace 30 años, cuidar la higiene y funcionamiento de los equipos de ordeña, identificar y ordeñar a fondo los animales con cuadros subclínicos y en su caso repasar con las crías y realizar tratamientos al momento del secado. Encuestas a los caprinocultores de México, señalan que solo el 60% de los productores ordeña a sus cabras y de estos el 88% lo hace manualmente, lo que explica que solo el 2% de los encuestados considera relevante a las mastitis como problema sanitario (Cuéllar et al., 2012). Las mastitis clínicas igualmente deben ordeñarse a fondo, aplicar tratamientos parenterales y según evolución, promover el secado del medio enfermo y aplicar tratamiento intramamario de secado (Albenzio et al., 2003; Chaffer et al., 2003; Fthenakis et al., 2012).

6.9 Queratoconjuntivitis

La queratoconjuntivitis, se asocia con blefaritis, lagrimeo, con edema corneal, que se engrosa y torna blanquecina, una “nube” en el ojo y el animal manifiesta ceguera. En general cursa sin mayores consecuencias y es poco frecuente que los animales lleguen a la perforación de córnea y queden ciegos en forma permanente (Figura 13). Sin embargo, su elevada morbilidad ocasiona inquietud en los productores, máxime considerando que los animales que la padecen en forma bilateral quedan momentáneamente ciegos. La enfermedad es producida por micoplasmas o clamidias y sólo raramente se complica con la participación de



otras bacterias. El uso de tratamientos tópicos con antibióticos y antisépticos y el asegurar la posibilidad de sombra a los animales, son medidas suficientes para evitar complicaciones mayores. Micoplasmas y clamidias son sensibles a tetraciclinas y dado el carácter avascular de la córnea, se recomienda su aplicación, 0,5 a 1 ml, por vía subcutánea en el párpado. El uso de colirios con corticoides también está indicado, dada la inducción de lesiones autoinmunes en la córnea. Los antisépticos en polvo o en atomizadores, no son del todo recomendables por el efecto traumático sobre la córnea y la conjuntiva, que puede exacerbar la lesión.



Figura 13: Opacidad de córnea característica de la queratoconjuntivitis, ulceración de córnea en un animal ya ciego y tratamiento inyectable en párpado.
Fuente: Jorge Luis Tórtora Pérez.

6.10 Rabia

La rabia no es una enfermedad frecuente en pequeños rumiantes, sin embargo, en zonas endémicas, perros, vampiros u otros animales silvestres pueden transmitirles la enfermedad. El cuadro clínico varía con el vector, con mordidas por perros o carnívoros silvestres, ocurre la forma furiosa de la enfermedad, los animales emiten balidos extraños, como consecuencia de la parálisis laríngea y agreden a los animales que se les acercan, incluido el hombre. Cuando el vector es el vampiro, los animales presentan el cuadro de derrengue, la forma paralítica de la enfermedad. No siempre es factible localizar las heridas provocadas por el vector. El uso de las vacunas diseñadas para los bovinos, es recomendable en zonas endémicas de rabia.

6.11 Epididimitis Ovina

Esta enfermedad producida por *Brucella ovis*, **solo ocurre en machos ovinos** y en NZ se ha reportado en venado cola roja, esta especie de *Brucella* no afecta al hombre. Se caracteriza por el agrandamiento asimétrico de la cola del epidídimo, es producida por diversas bacterias, sin embargo, las dos mejor estudiadas son *B. ovis* y *Actinobacillus seminis* (Acosta et al., 2008). Los costos de la enfermedad derivan de que una vez que ocurre el cuadro clínico-patológico, se establece una respuesta autoinmune y el animal progresa, sin posibilidades de tratamiento, irremediamente hacia la esterilidad. Si el productor no tiene el cuidado de revisar periódicamente a sus sementales, antes del empadre, pueden ocurrir costos adicionales por el uso de carneros de baja fertilidad o incluso ya estériles, con un reducido número de corderos en los partos. Es lamentable que se gasten fuertes sumas en la compra de carneros, sin evaluarlos como posibles portadores mediante serología. Cuando la enfermedad se manifiesta clínicamente el animal ya es estéril y no hay posibilidades de tratamiento. El control pasa por el examen periódico clínico y serológico de los sementales y la inclusión en el rebaño de animales previamente evaluados (Acosta y Tórtora, 2005).

La epididimitis es un evento raro en las cabras, pero se pueden observar casos en rebaños de regiones con alta prevalencia de brucelosis y ser provocada por especies lisas de *Brucella* sp.

6.12 Intoxicación por Cobre (Cu)

Los ovinos son particularmente susceptibles a la intoxicación por el elemento, los caprinos parecen ser resistentes a esta patología, aunque se han reportado casos (Bozynski et al., 2009). El uso de excremento de aves y cerdos en la alimentación ovina ha incrementado considerablemente la observación de casos de intoxicación por Cu. Ello se debe al uso de sus sales como conservadores del grano o como promotor del crecimiento en los monogástricos, que eliminan el exceso de Cu en sus heces. El uso de alimentos para otras especies, como los propios cerdos o aún los bovinos, puede implicar el aporte de niveles tóxicos del elemento. La otra fuente de cobre puede ser el pastoreo en huertas fumigadas con sales de cobre o la ingestión de aguas contaminadas. Se consideran 6 ppm. niveles adecuados de Cu en la dieta de los ovinos, 20 ppm. ya resultan tóxicos. En México se ha demostrado la presencia de hasta 600 ppm. de Cu en muestras de gallinaza (Tórtora, 2001).

El Cu es acumulado en hígado y en cualquier situación de daño hepático puede ser liberado masivamente a la circulación, determinando un cuadro hemolítico agudo, entre estos factores deben considerarse plantas tóxicas, micotoxinas y daños por parásitos. La mayor susceptibilidad del ovino a la intoxicación por Cu, se ha asociado a la incapacidad de la especie para sintetizar niveles elevados de metalotioneína, la proteína hepática a la que se fija el Cu y a su elevada absorción a nivel digestivo (Hefnawy et al., 2011). El cuadro clínico se caracteriza por hemólisis, hemoglobinuria, ictericia, anemia y nefrosis. Los animales se deprimen, orinan de color café oscuro, pueden presentar crisis convulsivas y mueren en uno o dos días. A la necropsia los riñones se presentan de color negro, el bazo se observa agrandado y friable, con brillo metálico, siendo notoria la ictericia (Figura 14) (Tórtora, 2001). La demostración de Cu en niveles tóxicos en hígado, más de 100 mg/k, confirma el diagnóstico del cuadro (Bozynski et al., 2009).

En el tratamiento de la intoxicación se deben retirar las posibles fuentes de Cu presentes en la dieta y se utiliza molibdato de amonio, 100 mg día por animal, para reducir la absorción del Cu presente en el rumen y para promover su eliminación renal, con el mismo fin se recomienda aumentar el azufre en la dieta. El tratamiento es poco efectivo en los animales que ya presentan cuadro clínico (Harrison, 1987).

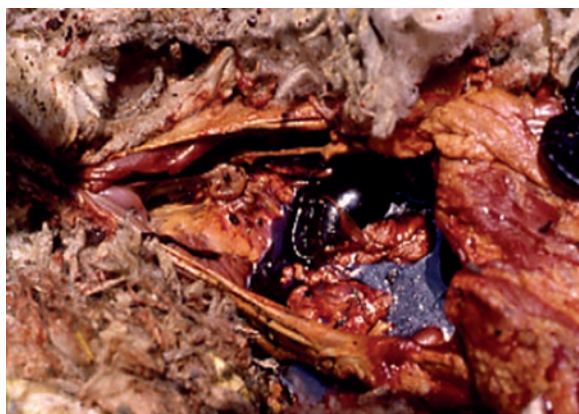


Figura 14: Intoxicación por cobre, carcasa icterica, sangre con brillo metálico y riñones de color negro y brillo metálico, fragmento de hígado de color amarillento.

Fuente: Jorge Luis Tórtora Pérez.

Referencias

Ackermann MR, Brogden KA. Response of the ruminant respiratory tract to Mannheimia (Pasteurella) haemolytica. *Microbes Infect.* 2000; 2(9):1079-1088.

Acosta DJ, Tórtora J. Epidemiología, prevención y control de la Epididimitis ovina. In: Rodríguez VRI, editor. *Enfermedades de importancia económica*



- en producción animal. México: McGraw-Hill Interamericana, UADY; 2005. p. 379-392.
- Acosta DJ, Hernandez-Andrade L, Ontiveros-Corpus L, Tenorio-Gutierrez VR, Tórtora-Pérez J. Vesiculoseminitis and Ampullitis caused by *Actinobacillus seminis* in a Pelibuey breed ram. *J. Anim. Vet. Advances*. 2008; 7(7):812-815.
- Albenzio M, Taibi L, Caroprese M, De Rosa G, Muscio A, Sevi A. Immune response, udder health and productive traits of machine milked and suckling ewes. *Small Rum. Res.* 2003; 48(3):189-200.
- Allworth MB. Challenges in ovine footrot control. *Small Rum. Res.* 2014; 118(1-3):110-113.
- Arcila López G, Martínez Rodríguez HA, Tórtora-Pérez J. Detección de anticuerpos contra lentivirus de pequeños rumiantes en fetos ovinos y caprinos. *Vet. Méx.* 2012; 43(1):1-8.
- Baird GJ, Fontaine MC. *Corynebacterium pseudotuberculosis* and its role in ovine caseous Lymphadenitis. *J. Comp. Pathol.* 2007; 137(4):179-210.
- Barkema HW, Hesselink JW, McKenna SLB, Benedictus G, Groenendaal H. Global prevalence and economics of infection with *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in ruminants. In: Behr MA, Collins DM, editors. *Paratuberculosis: organism, disease, control*. Cambridge: CAB International; 2010. p. 10-21.
- Berriatua E, Barandika J, Aduriz G, Atxaerandio R, Garrido J, García-Pérez AL. Age-specific seroprevalence of Border disease virus and presence of persistently infected sheep in Basque dairy-sheep flocks. *Vet. J.* 2004; 168(3):336-342.
- Blacklaws BA, Berriatua E, Torsteinsdottir S, Watt NJ, de Andrés D, Klein D, Harkiss GD. Transmission of small ruminant lentiviruses. *Vet. Microbiol.* 2004; 101(3):199-208.
- Blasco JM. Profilaxis médica de la Brucelosis en los rumiantes: las vacunas clásicas y las nuevas vacunas. In: Díaz E, Hernández L, Valero G, Arellano B. *Diagnóstico de Brucelosis animal*. México: SAGARPA-INIFAP; 2001. p. 158-176.
- Blasco JM, Molina-Flores B. Control and eradication of *Brucella melitensis* infection in sheep and goats. *Vet. Clin. North. Am. Food. Anim. Pract.* 2011; 27(1):95-104.
- Bozynski ChC, Evans TJ, Kim DY, Johnson GC, Hughes-Hanks JM, Mitchell WJ, Rottinghaus GE, Perry J, Middleton JR. Copper toxicosis with hemolysis and hemoglobinuric nephrosis in three adult Boer goats. *J. Vet. Diagn. Invest.* 2009; 21(3):395-400.
- Chaffer M, Leitner G, Zamir S, Winkler M, Glickman A, Ziv N, Saran A. Efficacy of dry-off treatment in sheep. *Small Rum. Res.* 2003; 47(1):11-16.
- Cuéllar Ordaz JA, Tórtora-Pérez JL, Trejo González A, Román Reyes P. La producción caprina mexicana: particularidades y complejidades. México: UNAM, SAGARPA, FES Cuautitlán; 2012a. p. 183.
- Cuéllar Ordaz JA, Tórtora-Pérez JL, Trejo González A, Román Reyes P. La producción caprina mexicana: particularidades y complejidades. México: UNAM, SAGARPA, FES Cuautitlán; 2012b. p. 174.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO, World Organisation for Animal Health – OIE, World Health Organization – WHO. *Brucellosis in humans and animals*. Geneva: FAO, OIE, WHO; 2006.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. FAO works to curb the burden of brucellosis in endemic countries: case studies from Eurasia and the Near East. *Focus On.* 2014; 8:1-6.
- Fthenakis GC, Arsenos G, Brozos C, Fragkou IA, Giadinis ND, Giannenas I, Mavrogianni VS, Papadopoulos E, Valasi I. Health management of ewes during pregnancy. *Anim. Reprod. Sci.* 130(3-4):198-212.
- García y González E, Cuellar A, Hernández H, Nandayapa E, Álvarez L, Tórtora J, Terrazas A. Maternal experience in Romanov sheep impairs mother-lamb recognition during the first 24 hours postpartum. *J. Vet. Behavior.* 2015; 10(1):66-72.
- García Gutiérrez J. Mortalidad en cabritos. In: Díaz AE, Tórtora-Pérez JL, Palomares REG, Gutiérrez HJL. *Enfermedades de las cabras*. México: INIFAP-SAGARPA; 2015. p. 59-60.
- Gutiérrez-Blanco E, Rodríguez-Vivas RI, Torres-Acosta F, Tórtora-Pérez J, López-Arellano R, Ramírez-Cruz G, Aguilar-Caballero AJ. Effect of sustained-release intra-ruminal sulfamethazine bolus on *Eimeria* spp. oocyst output and weight gain of naturally infected lambs in the Mexican tropics. *Small Rum. Res.* 2006; 63(3):242-248.
- Greig A, Linklater KA. Field study on the efficacy of a long acting preparation of oxytetracycline in controlling outbreaks of enzootic abortion of sheep. *Vet. Rec.* 1985; 117(24):627-628.
- Hale ML, Stiles BG. Detection of *Clostridium perfringens* alpha toxin using a capture antibody ELISA. *Toxicon.* 1999; 37:471-484.
- Harrison TJ, Van Ryssen JB, Barrowman PR. The influence of breed and dietary molybdenum on the

- concentration of copper in tissues of sheep. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 1987; 17(2):104-110.
- Hefnawy AEG, Tórtora-Pérez, JL. The importance of selenium and the effects of its deficiency in animal health. *Small Rum. Res.* 2010; 89(2-3):185-192.
- Hefnawy AEG, Shousha SM, AbuKora SY, Tórtora-Pérez JL. Effect of gestation and maternal copper on the fetal fluids and tissues copper concentrations in sheep. *American J. Animal & Vet. Sci.* 2011; 6(2):88-92.
- Hefnawy AEG, Youssef S, Villalobos Aguilera P, Valverde Rodríguez C, Tórtora-Pérez JL. The relationship between Selenium and T₃ in Selenium supplemented and nonsupplemented ewes and their lambs. *Vet. Med. Internal.* 2014; ID 105236:6.
- Kennan RM, Lovitt CJ, Han X, Parker D, Turnbull L, Whitchurch CB, Rood JI. A two-component regulatory system modulates twitching motility in *Dichelobacter nodosus*. *Vet. Microbiol.* 2015; 179(1-2):34-41.
- Kerry JB, Craig GR. Field studies in sheep with multicomponent clostridial vaccines. *Vet. Rec.* 1979; 105(24):551-554.
- Kirkbride CA. Managing an outbreak of livestock abortion. 4: Diagnosis and control of ovine abortion. *Vet. Med.* 1985; 80(7):91-98.
- Knappe-Poindecker M, Gilhuus M, Jensen TK, Vatn S, Jørgensen HJ, Fjeldaas T. Cross-infection of virulent *Dichelobacter nodosus* between sheep and co-grazing cattle. *Vet. Microbiol.* 2014; 170(3-4):375-382.
- López G, Díaz VL, Serrano BA, Muñoz ML, Cartagena TM, Ramírez CMR. Blood levels of cortisol and glucocorticoid receptors in liver and placenta of goats at different stages of gestation. *Vet. Méx.* 2012; 43(3):213-223.
- López-Arellano R, Ramirez-Bribiesca JE, Jaimes-Miranda J, Tortora-Pérez JL, Revilla-Vázquez AL, Rodríguez-Patiño G, Montañó-Gómez MF. Pathophysiological response to experimental oral overdose of different forms of selenium in lambs. *Ann. Anim. Sci.* 2015; 15(3):655-666.
- McGregor H, Abbott KA, Whittington RJ. Effects of *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis infection on serum biochemistry, body weight and wool growth in Merino sheep: a longitudinal study. *Small Rum. Res.* 2014; 125:146-153.
- Mikolon AB, Gardner IA, Hernández De Anda J, Hietala SK. Risk factors for brucellosis seropositivity of goat herds in the Mexicali Valley of Baja California, México. *Prev. Vet. Med.* 1998; 37(1-4):185-195.
- Morales AJF, Jaramillo ML, Oropeza VZ, Tórtora PJL, Trigo TFG, Espino RG. Evaluación experimental de un inmunógeno de *Pasteurella haemolytica* en corderos. *Vet. Méx.* 1993; 24(2):97-105.
- Moreno B, Collantes-Fernández E, Villa A, Navarro A, Regidor-Cerrillo J, Ortega-Mora LM. Occurrence of *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii* infections in ovine and caprine abortions. *Vet. Parasitol.* 2012; 187(1-2):312-318.
- Núñez TE, Díaz AE, Velásquez QF. Presencia de anticuerpos contra *Brucella ovis* y *Brucellas lisas* en sementales ovinos jóvenes. In: VIII Congreso Nacional de Producción Ovina. México: Universidad Autónoma Chapingo; 1995. p. 162-166.
- Oreiby AF. Diagnosis of caseous lymphadenitis in sheep and goat. *Small Rumin. Res.* 2015; 123(1):160-166.
- Piñón P. Mortalidad perinatal y neonatal en corderos. In: Piñón P, Tórtora-Pérez JL, editors. Principales enfermedades de los ovinos y caprinos. México: FES Cuautitlan, Universidad Nacional Autónoma de México; 1986. p. 205-219.
- Prezioso S, Renzoni G, Allen TE, Taccini E, Rossi G, DeMartini JC, Braca G. Colostral transmission of maedi visna virus: sites of virus entry in lambs born from experimentally infected ewes. *Vet. Microbiol.* 2004; 104(3-4):157-164.
- Ramírez Bribiesca JE, Tórtora JL, Hernández LM, Huerta M. Main causes of mortalities in dairy goat kids from the Mexican plateau. *Small Rum. Res.* 2001; 41(1): 77-80.
- Ramírez AH, Martínez RHA. Artritis encefalitis caprina. In: Díaz AE, Tórtora-Pérez JL, Palomares REG, Gutiérrez HJL. Enfermedades de las cabras. México: INIFAP-SAGARPA; 2015. p. 259-274.
- Raadsma HW, Egerton JR. A review of footrot in sheep: Aetiology, riskfactors and control methods. *Livestock Sci.* 2013; 156(1-3):106-114.
- Rock MJ, Kincaid RL, Carstens GE. Effects of prenatal source and level of dietary selenium on passive immunity and thermometabolism of newborn lambs. *Small Rum. Res.* 2001; 40(2):129-138.
- Romero CM, López G, Luna M. Abortion in goats associated with increased maternal cortisol. *Small Rumin. Res.* 1998; 30(1):7-12.
- Ruelas RC, Limón Navarro E, Saénz Flores MA. Efectividad en ovinos del albendazol y oxfendazol administrados solos o combinados contra nematodos resistentes y susceptibles al tiabendazol. *Téc. Pecu. Méx.* 1997; 35(1):47-51.



Salgado M, Kruze J, Collins MT. Diagnosis of paratuberculosis by fecal culture and ELISA on milk and serum samples in two types of Chilean dairy goat herds. *J. Vet. Diagn. Invest.* 2007; 19(1):99-102.

Schoenian S. Colostrum: Liquid Gold. Western Maryland Research & Education Center. University of Maryland Extension; 2007.

Tortora J. Diarreas del recién nacido. In: Pijoan P, Tórtora-Pérez JL, editors. Principales enfermedades de los ovinos y caprinos. México: FES Cuautitlan, Universidad Nacional Autónoma de México; 1986a. p. 73-84.

Tórtora J. Pérdidas Prenatales. In: Pijoan P, Tórtora-Pérez JL, editors. Principales enfermedades de los ovinos y caprinos. México: FES Cuautitlan, Universidad Nacional Autónoma de México; 1986b. p. 161-172.

Tórtora PJ. Manejo sanitario en la engorda intensiva de corderos. *Acontecer ovino-caprino IV (Suplemento)*. 1998; 19:46-49.

Tórtora PJ. Intoxicación por cobre en ovinos. *Acontecer ovino-caprino*. 2001; 11:14-17.

Tórtora PJ. Epidemiología, prevención y control del Ectima contagioso en pequeños rumiante. In:

Rodríguez RIV, editor. *Enfermedades de importancia económica en producción animal*. México: McGraw-Hill Interamericana, UADY; 2005a. p. 67-78.

Tórtora PJ. Epidemiología, prevención y control de las enfermedades clostridiales. In: Rodríguez RIV, editor. *Enfermedades de importancia económica en producción animal*. México: McGraw-Hill Interamericana, UADY; 2005b. p. 405-425.

Tórtora PJ. Enfermedades no parasitarias. In: Reyes GME, Peralta LM, Sánchez PH, Oliva VA, editors. *Producción ovina. Integración del manejo para la mejora productiva*. Corresponde a una nueva impresión del "Manejo integral de la producción ovina". España: Editorial Académica Española; 2011. p. 87-108.

Tórtora PJ. Ectima contagioso. In: Díaz AE, Tórtora-Pérez JL, Palomares REG, Gutiérrez HJL. *Enfermedades de las cabras*. México: INIFAP-SAGARPA; 2015. p. 197-207.

Voigt K, Baird GJ, Munro F, Murray F, Brülisauer F. Eradication of caseous lymphadenitis under extensive management conditions on a Scottish hill farm. *Small Rumin. Res.* 2012; 106(1):21-24.

Endoparasitoses de pequenos ruminantes

Jordana Andrioli Salgado ¹

Fernanda Rosalinski-Moraes ²

Cristina Santos Sotomaior ³

As endoparasitoses acometem ovinos e caprinos em todo o mundo, ocasionando sérios prejuízos econômicos e produtivos, especialmente as ocasionadas por nematoides gastrintestinais (Falzon et al., 2014; Gasser et al., 2016). Endoparasitos, ou parasitos internos, habitam os diferentes órgãos

dos pequenos ruminantes, que participam como hospedeiros definitivos ou intermediários. Os principais endoparasitos de pequenos ruminantes podem ser classificados como helmintos ou “vermes” (Nematoides, Cestoides e Trematoides) ou protozoários (Figura 1).

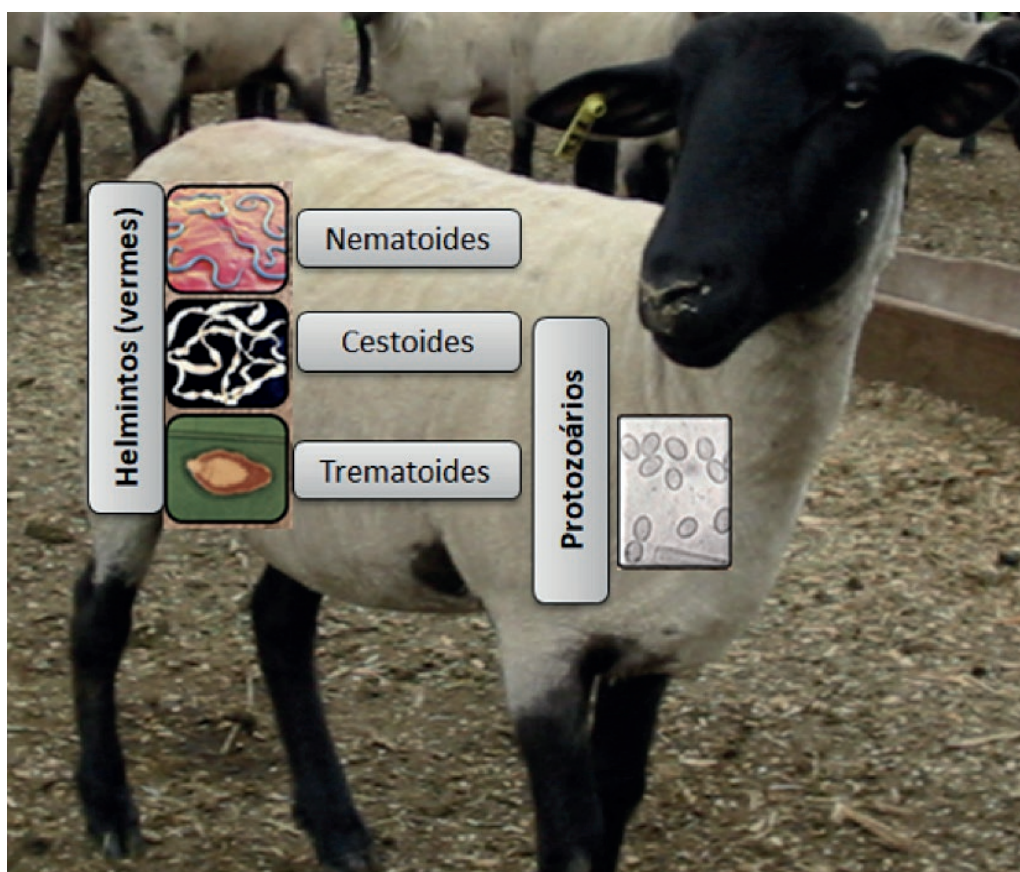


Figura 1: Classificação dos principais endoparasitos de pequenos ruminantes.
Fonte: Autoras.

¹ Médica Veterinária, MSc., Dra. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPGCA), Escola de Ciências da Vida (ECV), Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). Brasil. E-mail: jormedvet@hotmail.com

² Médica Veterinária, MSc., Dra. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias (PPGCV), Faculdade de Medicina Veterinária (FAMEV), Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Brasil. E-mail: fernanda.rosalinski@ufu.br

³ Médica Veterinária, MSc., Dra. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPGCA), Escola de Ciências da Vida (ECV), Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). Brasil. E-mail: cristina.sotomaior@pucpr.br



A sintomatologia clínica pode variar de acordo com as espécies envolvidas e o seu ciclo de vida, que ocorre parte no ambiente e parte no hospedeiro. A população parasitária presente nos animais varia em decorrência de condições ambientais,

características dos hospedeiros, manejo e sistema de produção utilizado. Os principais gêneros de endoparasitos de pequenos ruminantes, sua localização, classificação e sintomatologia clínica estão resumidos no Quadro 1.

Quadro 1: Principais endoparasitos de pequenos ruminantes, localização (órgão de predileção) e principais sinais clínicos.

HELMINTOS				
Classe* ou Filo**	Superfamília* ou Família**	Gênero	Localização	Patogenia e sinais clínicos
Nematoda*	Trichostrongyloidea*	<i>Haemonchus</i>	Abomaso	Anemia, edema submandibular
		<i>Ostertagia (Teladorsagia)</i>	Abomaso/ID	Gastrite parasitária, diarreia intermitente
		<i>Trichostrongylus</i>	ID	Diarreia
		<i>Cooperia</i>	ID	Diarreia
		<i>Nematodirus</i>	ID	Diarreia
		<i>Dictyocaulus</i>	BB	Broncopneumonia
	Metastrongyloidea*	<i>Muellerius</i>	Parênquima pulmonar	Pneumonia
	Strongyloidea*	<i>Oesophagostomum</i>	ID/IG	Nódulos intestinais, diarreia
	Rhabditoidea*	<i>Strongyloides</i>	ID	Diarreia, dermatite interdigital
Trichinelloidea*	<i>Trichuris</i>	IG	Diarreia	
Cestoda*	Anoplocephalidae**	<i>Moniezia</i>	ID/IG	Obstrução intestinal, diarreia
	Taenidae**	<i>Multiceps</i>	SNC (Coenurus cerebralis)	Ataxia, paralisia, hipermetria, óbito
		<i>Echinococcus</i>	Órgãos parenquimatosos (cisto hidático)	Variável, de acordo com a localização dos cistos hidáticos.
Trematoda*	Fasciolidae**	<i>Fasciola</i>	Fígado	Hepatite, anemia, edema submandibular
PROTOZOÁRIOS				
Apicomplexa**	Eimeriidae**	<i>Eimeria</i>	ID/IG	Diarreia
	Sarcocystidae**	<i>Neospora</i>	Diversa	Alterações reprodutivas, aborto
		<i>Toxoplasma</i>	Diversa	Alterações reprodutivas, aborto

Nota: BB = Brônquios e bronquíolos; ID = intestino delgado; IG = intestino grosso; SNC = sistema nervoso central.

Fonte: Adaptado de Anderson (2000) e Taylor et al. (2016).

1. Protozooses

São doenças ocasionadas por protozoários (Protozoa/Apicomplexa), sendo as pertencentes à Família *Eimeriidae* as que mais acometem pequenos ruminantes, ocasionando prejuízos devido às enterites em animais jovens, doenças conhecidas como eimerioses ou coccidioses. Ainda, os protozoários pertencentes à Família *Sarcocystidae* (*Neospora sp.* e *Toxoplasma sp.*) são importantes causadores de desordens reprodutivas nos rebanhos.

1.1 *Eimeria* spp. (Eimeriose Coccidiose)

Epidemiologia: em pequenos ruminantes, muitas espécies são descritas como parasitos de ovinos (11 espécies) e caprinos (9 espécies) (Tabela 1). A principal característica da doença é a enterite ocasionada pela ruptura celular durante a reprodução do protozoário, sendo mais comum em animais jovens confinados ou semiconfinados. A distribuição é mundial, sendo as espécies mais patogênicas em ovinos: *E. crandallis* e *E. ovinoidalis* e, em caprinos: *E. ninakohlyakimovae*, *E. caprina*, *E. christensenii* e *E. hirci*.

Tabela 1: Locais de parasitismo e período pré-patente de espécies de *Eimeria* em ovinos e caprinos.

Espécies	*Órgão Parasitado	**PPP (dias)	
O V I N O S	<i>E. ahsata</i>	Intestino delgado	18-30
	<i>E. bakuensis</i>	Intestino delgado	18-29
	<i>E. crandallis</i>	Intestino delgado e grosso	15-20
	<i>E. faurei</i>	Intestino delgado e grosso	13-15
	<i>E. granulosa</i>	Desconhecido	Desconhecido
	<i>E. intricata</i>	Intestino delgado e grosso	23-27
	<i>E. marsica</i>	Desconhecido	14-16
	<i>E. ovinoidalis</i>	Intestino delgado e grosso	12-15
	<i>E. pallida</i>	Desconhecido	Desconhecido
	<i>E. parva</i>	Intestino delgado e grosso	12-14
	<i>E. weybridggensis</i>	Intestino delgado	23-33
C A P R I N O S	<i>E. alijevi</i>	Intestino delgado e grosso	7-12
	<i>E. aspheronica</i>	Desconhecido	14-17
	<i>E. arloingi</i>	Intestino delgado	14-17
	<i>E. caprina</i>	Intestino delgado e grosso	17-20
	<i>E. caprovina</i>	Desconhecido	14-20
	<i>E. christenseni</i>	Intestino delgado	14-23
	<i>E. hirci</i>	Desconhecido	13-16
	<i>E. jolchijevi</i>	Desconhecido	14-17
	<i>E. ninakohlyakimovae</i>	Intestino delgado e grosso	10-13

Nota: * Local de predileção. **PPP: Período pré-patente.

Fonte: Adaptado de Taylor et al. (2016).

Morfologia: possui vários estádios que podem ser visualizados na Figura 2. Nos exames coproparasitológicos, a forma identificada normalmente são os oocistos não-esporulados.

Possuem formato ovoide ou arredondado com dupla parede e coloração clara, variando em tamanho em decorrência da espécie (entre 27 a 40 µm).

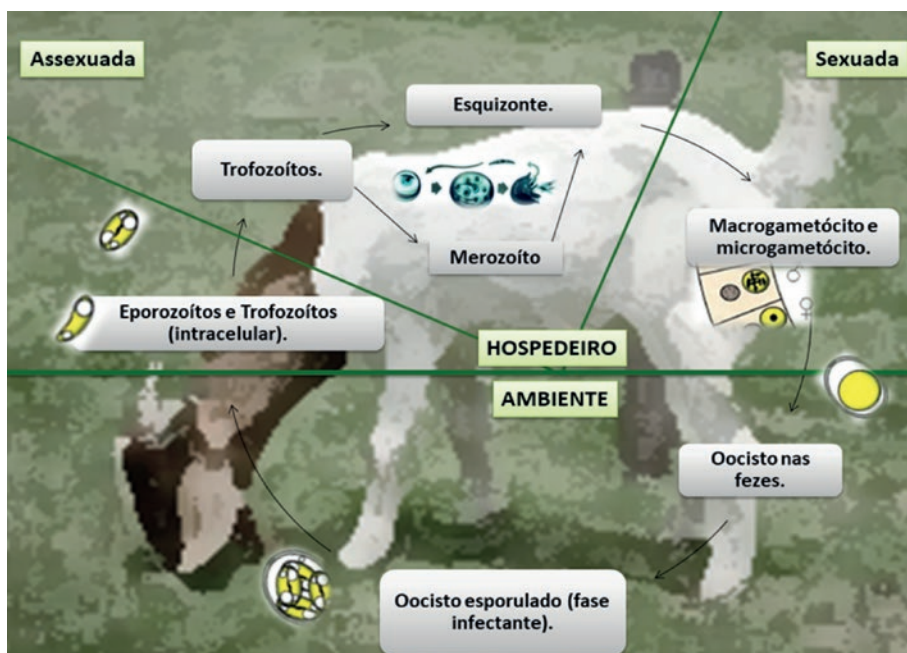


Figura 2: Ciclo de vida de *Eimeria* spp.

Fonte: Autoras, baseado em Blake e Tomley (2014).



Ciclo: envolve fases ambientais e no hospedeiro (sexuada e assexuada). No ambiente, o oocisto eliminado nas fezes esporula em 1 a 2 dias, formando oito esporozoítos no seu interior (esporogonia). Quando o animal ingere esses oocistos esporulados, os esporozoítos emergem e penetram nas células epiteliais do intestino. No ambiente intracelular, os esporozoítos evoluem para trofozoítos (forma arredondada) e esquizontes. Estes produzem, de forma assexuada (esquizogonia), uma primeira geração de merozoítos, que emergem da célula original e invadem outras células para originar a segunda geração de esquizontes (podem surgir outras gerações esquizogônicas). Na fase sexuada (gametogonia), o merozoíto se diferencia em macho (microgametócito) e fêmea (macrogametócito), ocorrendo então a fertilização no ambiente intracelular. Uma parede forma-se ao redor do zigoto, para formar o oocisto que será eliminado nas fezes (Monteiro, 2011).

Um aspecto importante do ciclo deste protozoário é que, para ocorrer a esporulação dos oocistos, são necessárias condições adequadas de temperatura, oxigenação e, principalmente, umidade. O oocisto esporulado, que é o estágio infectante, pode sobreviver por vários meses no ambiente em condições climáticas favoráveis, como em instalações úmidas, escuras e em temperaturas baixas. Pode ser inativado pela dessecação, luz solar direta e calor, mas é resistente à maioria dos desinfetantes comerciais (Vieira e Chagas, 2009).

Patogenia e sinais clínicos: a cada geração de gametogonia ou esquizogonia ocorrem sucessivas rupturas celulares no epitélio intestinal, o que ocasiona enterite. Os sinais clínicos são diarreia, desidratação e anorexia. Conforme a espécie de coccídio, pode ocorrer também acometimento do endotélio vascular, ocasionando hemorragias intestinais e fezes escurecidas.

Ruminantes que se recuperam de uma infecção severa ou moderada com *Eimeria* spp. se tornam resistentes a um desafio posterior com a mesma espécie, e é muito difícil que venham a apresentar sinais clínicos da enfermidade (Sanchez et al., 2013). No entanto, a imunidade não é completa, e os animais podem continuar eliminando oocistos de coccídeos e servindo como fonte de infecção (Vieira e Chagas, 2009). Ainda, podem apresentar sinais clínicos e alta eliminação de oocistos quando infectados com outra espécie de coccídio. Oliveira et al. (2013) relatam a ocorrência de um pico de eliminação de oocistos em cordeiros lactentes, semi-confinados e em regime de mamada controlada, seguido de novo pico de eliminação 20 dias depois.

Diagnóstico e controle: o diagnóstico se faz pela presença de oocistos nas fezes, que pode ser verificada

e contabilizada no exame coproparasitológico. No entanto, é comum os sinais clínicos iniciarem logo no primeiro ciclo equizogônico, quando ainda não há eliminação de oocistos. Portanto, os sinais clínicos aliados ao histórico de produção e categoria animal são auxiliares no diagnóstico.

O controle se dá por higiene das instalações, a fim de se evitar presença de fezes em cochos e bebedouros (com oocistos esporulados). Também é importante o controle da umidade nas instalações, como a correção de vazamentos em bebedouros e troca frequente da cama. Como o desenvolvimento da imunidade adquirida é essencial para limitar as perdas produtivas impostas pela coccidiose, é importante que os lotes de cordeiros e cabritos sejam homogêneos em idade. Desta forma, evita-se que os animais mais velhos e já imunes se tornem fonte de infecção para os mais jovens. Também é importante o controle da taxa de lotação e do estresse dos animais.

O tratamento dos animais sintomáticos é chave para evitar a contaminação do ambiente e as perdas produtivas. São indicados para tratamento curativo em ovinos e caprinos o amprólio (25-50 mg/kg por 5 a 10 dias) e a sulfaquinoxalina (8-70 mg/kg, por 5 dias) (Vieira e Chagas, 2009). Também é recomendado o uso preventivo de coccidiostáticos, fornecidos na água, leite ou ração. Os ionóforos (deocquinato, lasalocida, monensina e salinomocina) são as drogas mais utilizadas para este fim pois, além de coccidiostáticos, também apresentam efeito promotor de crescimento.

1.2 *Neospora* sp. (Neosporose)

Epidemiologia: Tradicionalmente, *N. caninum* é considerado a principal causa de aborto e morte neonatal em bovinos, enquanto *T. gondii* é considerado um dos principais agentes causadores do aborto em ovinos (Wang et al., 2018). No entanto, também há evidências de que *N. caninum* possa desempenhar um papel essencial no aborto espontâneo entre ovelhas (González-Warleta et al., 2014). Em pequenos ruminantes foi descrito pela primeira vez em ovinos por Dubey et al. (1990) em infecção via transplacentária.

Hospedeiro definitivo: cães, coiotes, dingos e lobos.

Hospedeiros intermediários: bovinos, caprinos, ovinos, equinos, caninos, cervídeos e outros animais.

Morfologia: os oocistos são subsféricos e quando esporulados apresentam dois esporocistos contendo quatro esporozoítos (12 µm); os taquizoítos são ovoides e intracelulares; os cistos (encontrados

principalmente no tecido nervoso) medem 107 µm e contém os bradizoítos com formato alongado (Monteiro, 2011).

Ciclo: os cães excretam oocistos com 5 ou mais dias após a ingestão de tecidos de animais infectados (Dubey et al., 2007). Os hospedeiros intermediários se infectam ao ingerirem água ou alimentos contaminados por oocistos esporulados. Os taquizoítos são encontrados em macrófagos

contidos nos tecidos dos animais. Também podem atingir a placenta e, por via vertical, ocasionar aborto ou infectar os filhotes. Após um período de infecção aguda, o protozoário se recolhe para a musculatura e outros tecidos de seus hospedeiros intermediários, formando cistos com bradizoítos. Os hospedeiros definitivos se infectam ao ingerirem tecidos (vísceras, carcaças, placentas) de hospedeiros intermediários (Figura 3).

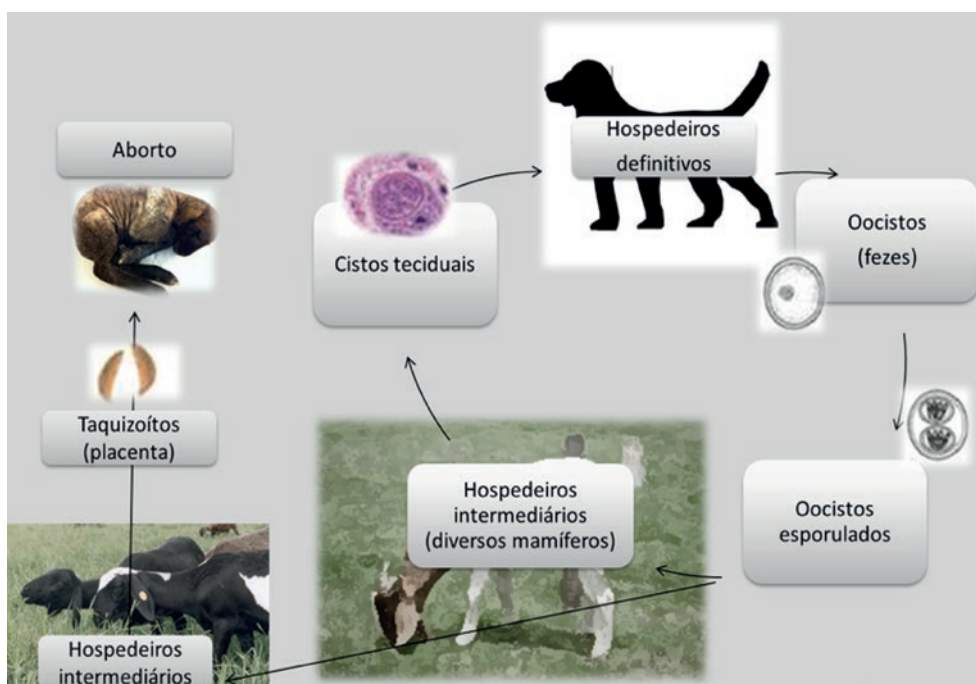


Figura 3: Ciclo de vida do *Neospora caninum*.
Fonte: Autoras, baseado em Cardoso (2010).

Patogenia e sinais clínicos: o parasito costuma cursar infecção assintomática no animal adulto, mas é capaz de produzir no feto lesões necróticas e ocasionar morte celular pela atividade de replicação do taquizoíto, o que ocasiona lesões neuromusculares, que pode resultar em aborto. Também é possível o nascimento de crias fracas, cegas e com sintomatologia nervosa. Diferentemente com o que é observado na toxoplasmose, é comum que fêmeas soropositivas manifestem abortos recorrentes.

Diagnóstico e controle: além dos sinais clínicos, o diagnóstico pode ser confirmado por sorologia, imunohistoquímica, isolamento do agente e PCR. O descarte de animais infectados pela via congênita evita a disseminação do parasito no rebanho através da infecção transplacentária. Outra forma de controle é a proteção dos alimentos e água da contaminação com oocistos provenientes das fezes de cães. Além disso, não fornecer nem permitir acesso dos cães à placenta, carne e vísceras de fetos abortados. Segundo Wang et al. (2018), ao realizarem um estudo na China, os fatores de risco associados à soropositividade ao *N. caninum* em ovinos foram a idade, a presença de cães e o sistema de criação.

1.3 *Toxoplasma* sp. (Toxoplasmose)

Epidemiologia: é uma zoonose de caráter cosmopolita, causada por *Toxoplasma gondii*, parasito intracelular obrigatório. Em animais de produção tais como suínos, bovinos, ovinos e caprinos, a infecção por *T. gondii* é comum e pode levar a problemas reprodutivos. Animais infectados possuem grande quantidade de cistos do parasito em variados órgãos e músculos e estes não são detectados durante a inspeção da carne nos abatedouros por serem microscópicos (Millar et al., 2008). O protozoário é heteroxeno facultativo, podendo ter o ciclo completo no hospedeiro definitivo (felídeos) ou com a presença de hospedeiros intermediários, uma gama de animais incluindo mamíferos e aves. Como também acomete o homem, é uma zoonose com grande importância em saúde pública. Além disso, ocasiona prejuízos na produção animal por estar ligado a problemas reprodutivos, assim como a neosporose. Na espécie ovina, é um importante agente causador de falhas reprodutivas e abortamento.



Hospedeiros definitivos: felídeos.

Hospedeiros intermediários: mamíferos, aves e homem.

Morfologia: os estádios infectantes são: taquizoítos (ocorrem na fase aguda), bradizoítos (fase crônica em cistos teciduais) e esporozoítos presentes no interior dos oocistos.

Ciclo: o ciclo é bastante semelhante ao de *Neospora*, ocorrendo a infecção nos hospedeiros intermediários pela ingestão de oocistos esporulados eliminados nas fezes dos hospedeiros definitivos (felídeos). Posteriormente, os esporozoítos penetram na circulação sanguínea atingindo diversos órgãos (fase extra-intestinal) e passam a ser chamados de taquizoítos, que se reproduzem de forma assexuada. Em decorrência da resposta imune dos hospedeiros, cistos contendo bradizoítos são formados nos tecidos. Os cistos são a forma latente, sendo a multiplicação mantida sob controle da imunidade do hospedeiro. Durante a fase aguda, pode haver transmissão transplacentária de taquizoítos, responsável pela infecção pré-natal que ocorre nos hospedeiros intermediários. Os felídeos se infectam ao ingerir tecidos de animais com cistos ou ao ingerir oocistos na água ou alimento. São considerados hospedeiros definitivos, pois neles ocorrem o ciclo gametogônico-esquizogônico no intestino, semelhante ao descrito para *Eimeria* spp.. Este ciclo é responsável pela contaminação do ambiente com oocistos (Monteiro, 2011; Taylor et al., 2016). No caso do homem, a infecção pode ocorrer tanto pela ingestão de oocistos (em alimentos contaminados por fezes de felídeos infectados), por ingestão de carne contendo cistos ou leite cru com taquizoítos. Como pequenos ruminantes são fonte produtora de carne e leite, a disseminação da zoonose é importante na cadeia produtiva desses animais.

Patogenia e sinais clínicos: os pequenos ruminantes são hospedeiros intermediários, sendo a formação de cistos muitas vezes assintomática. A toxoplasmose clínica se manifesta na primo-infecção de animais gestantes resultando na transmissão transplacentária para o feto. Esse fato ocasiona abortamento, malformações fetais e mortes neonatais, crias fracas e com sinais neurológicos.

Diagnóstico e controle: por meio de exames histológicos, sorológicos e isolamento e detecção de DNA de *T. gondii*. Em caso de abortos, pode-se observar alterações nos cotilédones placentários. Para a detecção do protozoário em tecido animal, recomenda-se o isolamento em cultivo celular ou em animais de laboratório. No meio ambiente, na presença de oxigênio e temperatura (20 °C a 30 °C), esporulam em cerca de três dias, tornando-se infectantes (Mitsuka-Breganó et al., 2010). Dessa forma, a limpeza das fezes dos felinos antes a esse período é importante para o controle. Em fazendas com gatos, é necessária a avaliação sanitária frequente destes animais, e a remoção de suas fezes nas áreas onde há comedouros e bebedouros.

2. Cestodioses

Os cestoides possuem o corpo achatado (em forma de fita) e segmentado, sendo dividido em 3 partes: escólex (cabeça), colo (pescoço) e estróbilo (corpo), sendo este composto por segmentos chamados proglotes (imaturas, maduras e grávidas).

2.1 *Moniezia* sp.

Epidemiologia: é um cestóide comum em ruminantes sendo *M. expansa* a espécie de maior importância em ovinos e caprinos. A prevalência é maior em animais jovens e o ciclo depende de um hospedeiro intermediário, um ácaro. A distribuição é mundial podendo ocorrer sazonalidade na infecção em decorrência da atividade dos hospedeiros intermediários, que ocorrem com maior frequência no verão.

Hospedeiros definitivos: ovinos, caprinos e, ocasionalmente, bovinos.

Hospedeiros intermediários: ácaros oribatídeos (500 a 600 µm), pelo menos oitenta espécies descritas em *M. expansa* (Amarante, 2015).

Morfologia: são cestoides longos, podendo chegar aos 2 m de comprimento, com segmentos mais largos que longos (mais de 1,5 cm de largura). Escólex globoso, ventosas proeminentes com aberturas em fenda longitudinal. Ovos têm formato triangular irregular com tamanho de 57 a 67 µm, as proglotes grávidas são facilmente visualizadas nas fezes como estruturas esbranquiçadas (Figura 4) (Monteiro, 2011).



Figura 4: Proglotes de *Moniezia* sp. em fezes de cordeiro. Fonte: Autoras.

Ciclo: os ovos são eliminados nas fezes sozinhos ou nas proglotes grávidas. No ambiente, os hospedeiros intermediários (ácaros) ingerem os ovos com oncosferas. Nos tecidos do ácaro,

forma-se a larva cisticercoide que é a forma infectante para os hospedeiros definitivos. A infecção do hospedeiro ruminante ocorre com a ingestão do ácaro juntamente com o pasto, sendo o local parasitado o intestino delgado. O período pré-patente é de aproximadamente 6 semanas (Xiao e Herd, 1992).

Patogenia e sinais clínicos: é um parasito de intestino que normalmente não causa muitas lesões, pois se alimenta apenas do quimo (resíduo do alimento), sendo assintomático na maioria dos casos. A presença de muitos parasitos pode causar obstrução no intestino, principalmente em animais jovens e debilitados.

Diagnósticos e controle: o diagnóstico é feito por meio da identificação dos ovos característicos em exames coproparasitológicos e/ou pela identificação de proglotes esbranquiçadas nas fezes. Por ser um parasito de tamanho grande, pode ser facilmente identificado à necropsia ou inspeção de intestinos no abatedouro. O tratamento normalmente se baseia em antiparasitários benzimidazóis, embora o praziquantel também seja considerado eficaz.

2.2 *Echinococcus* sp. (Hidatidose ou Echinococose)

Epidemiologia: echinococose cística ou hidatidose é uma importante zoonose cosmopolita que ocasiona consideráveis perdas na produção animal e prejuízos à saúde humana (Hammad et al., 2018). É ocasionada pelo estágio larvar de *E. granulosus*, para o qual os ruminantes, humanos e outros mamíferos se comportam como hospedeiros intermediários. No ciclo deste parasito, apenas os canídeos são hospedeiros definitivos e albergam o parasito em sua forma adulta, no intestino delgado. A eliminação dos ovos nas fezes destes animais permite a disseminação no pasto e infecção dos hospedeiros intermediários. No Brasil, e em outros lugares onde é comum o abate de ovinos e caprinos na fazenda, a ocorrência é grande devido ao acesso dos cães às vísceras dos animais abatidos. Por atingir o homem, é um problema de saúde pública, sendo uma doença altamente patogênica pela possibilidade de atingir órgãos vitais. Além disso, a presença do cisto hidático

é responsável pela condenação de órgãos e vísceras no abate. A epidemiologia vai depender da alta densidade populacional dos hospedeiros definitivos e intermediários.

Hospedeiros definitivos: cães domésticos e canídeos silvestres onde a forma adulta localiza-se no intestino delgado.

Hospedeiro Intermediário: ruminantes domésticos e silvestres, homens e primatas, suínos e lagomorfos; equídeos são resistentes.

Morfologia e diagnóstico: a fase larvar apresenta-se na forma de cisto hidático, uma vesícula formada por duas finas membranas aderidas. A membrana interna, ou germinativa, produz inúmeras vesículas filhas de onde nascem até 40 escólex invaginados e aderidos à parede por meio de pedúnculos. As vesículas filhas podem destacar-se da parede formando a “areia” vesicular. O cestóide adulto é pequeno (3 a 6mm), tem escólex globuloso, rostro com dupla coroa com 28 a 54 acúleos. Possuem três proglotes, sendo a última grávida, e o ovário é bilobado (Monteiro, 2011).

Ciclo: é indireto e requer dois animais como hospedeiros (o cão e outros mamíferos). O cestóide adulto vive no intestino delgado de canídeos (hospedeiros definitivos) e produz ovos que saem nas fezes. Os hospedeiros intermediários se infectam ao ingerir os ovos que contaminaram o ambiente. No estômago e intestino delgado dos hospedeiros intermediários, eles eclodem dando origem às oncosferas que penetram na parede intestinal e atingem o fígado ou pulmões através da circulação. Nestes órgãos, inicia-se o desenvolvimento que levará à formação de cistos hidáticos (metacestóides). O crescimento do cisto hidático é lento, atingindo a maturidade em torno de 6-12 meses. Em ovinos, a localização dos cistos hidáticos ocorre 70% nos pulmões, 25% no fígado e 5% nos demais órgãos. No interior do cisto podem se formar milhares de protoescólex. Quando os canídeos ingerem vísceras dos animais contendo cistos hidáticos, o ciclo se completa. O PPP (Período Pré-Patente) no hospedeiro definitivo é de 40-50 dias. As oncosferas têm sobrevivência prolongada fora do hospedeiro (cerca de 2 anos). O homem participa como hospedeiro intermediário (ou acidental) podendo ingerir os ovos e albergando cistos em diferentes órgãos (Figura 5).

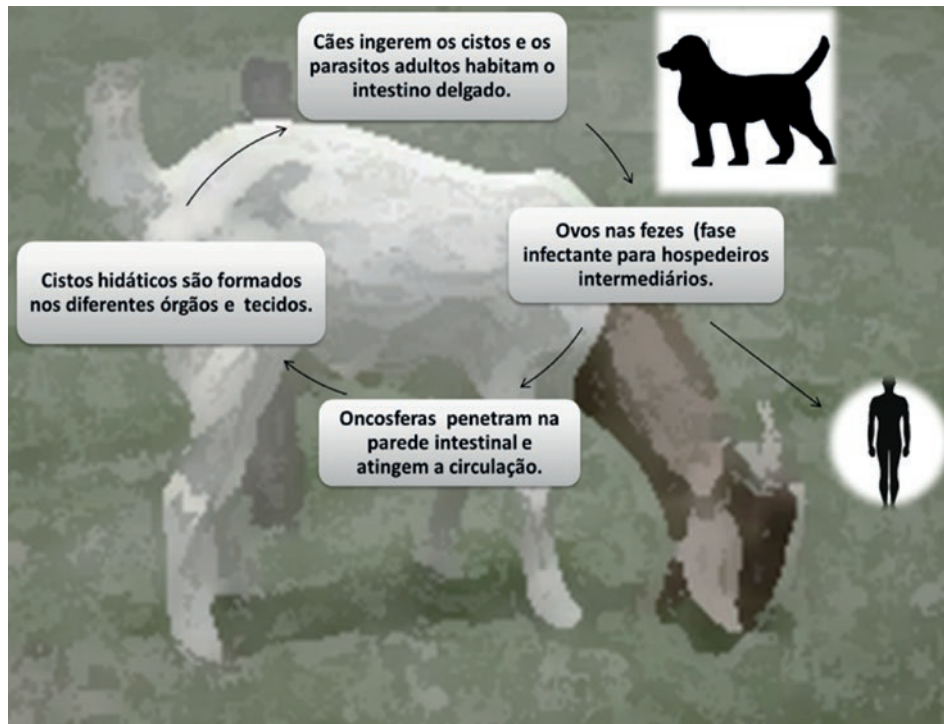


Figura 5: Ciclo do *Echinococcus granulosus*.
Nota: PPP: 40-50 dias.
Fonte: Autoras.

Patogenia e sinais clínicos: nos hospedeiros intermediários geralmente a infecção é assintomática, apenas sendo percebida nos frigoríficos após a inspeção dos órgãos. Porém, o cisto pode parasitar e comprometer órgãos importantes, ocasionando importantes lesões (SNC, medula óssea). Dessa forma, sinais variados podem ser observados nos hospedeiros intermediários dependendo do local de desenvolvimento do cisto.

Diagnóstico e controle: o diagnóstico nos hospedeiros intermediários se baseia em achados de cistos hidáticos na necropsia e inspeção de carcaças. Não há tratamento eficaz para os cistos, sendo o controle baseado na prevenção da infecção dos cães, evitando que tenham acesso às vísceras e carcaças, bem como no tratamento anti-helmíntico periódico de cães ovelheiros.

2.3 *Multiceps Multiceps* (Cenurose ou Teniose)

Epidemiologia: a cenurose é uma doença de distribuição mundial, diagnosticada principalmente em ovinos e caprinos, causada pelo estágio larvar de *Multiceps multiceps*, chamado *Coenurus cerebralis*. Como a localização preferencial do cenuro é o encéfalo, frequentemente o animal hospedeiro vem a óbito em decorrência da infecção.

Hospedeiros definitivos: canídeos domésticos e silvestres.

Hospedeiros intermediários: ruminantes, eventualmente equinos e humanos.

Morfologia: *Coenurus cerebralis* apresenta-se como uma vesícula de 5 a 6 cm de diâmetro, repleta de líquido e com diversos protoescolices (Monteiro, 2011; Rodrigues et al., 2016).

Ciclo: o parasito necessita de dois hospedeiros para completar seu ciclo. O cão e canídeos silvestres são o hospedeiro definitivo (HD), que alberga o cestódeo adulto em seu intestino delgado. O HD elimina os ovos com embrião hexacanto para o ambiente, juntamente com as fezes. Os ruminantes e outros hospedeiros intermediários ingerem os ovos juntamente com as fezes. O processo de digestão libera o embrião hexacanto, que cai na corrente sanguínea e se desenvolve até formar o cenuro no tecido nervoso. Cães se infectam ao ingerir carcaças e tecidos animais com cenuro.

Patogenia e sinais clínicos: o cenuro tem tropismo por tecido nervoso, e se instala preferencialmente no sistema nervoso central (SNC), onde causa lesão focal. Ao crescer, exerce ação mecânica compressiva no tecido adjacente, provocando sinais clínicos como alterações visuais, na marcha, hiperestesia, ataxia e paraplegia. Os animais atáxicos podem andar em círculos, o que originou o nome de “doença do rodeio” ou “rodeio verdadeiro”.

Diagnóstico e controle: nos ovinos e caprinos, o diagnóstico é realizado pelo exame necroscópico do encéfalo e identificação do cenuro. Para profilaxia, é importante realizar o tratamento anti-helmíntico trimestral dos cães presentes na propriedade rural, não deixá-los ter acesso a carcaças de animais mortos, nem fornecer-lhes carne e vísceras cruas ou mal-passadas.

3. Trematodioses

São helmintos que possuem formato semelhante a uma folha (foliáceos). Os trematoides de ruminantes são hermafroditas e possuem hospedeiro intermediário invertebrado no ciclo. No Brasil, três gêneros foram registrados em ovinos: *Paramphistomum* (rúmen), *Eurytrema* (canais pancreáticos) e *Fasciola* (fígado). Devido à maior importância em pequenos ruminantes, será descrita a fasciolose hepática.

3.1 Fasciola (Fasciolose)

Epidemiologia: é uma causa global de perdas significativas na pecuária (Calvani et al., 2018). A espécie de maior importância em pequenos ruminantes é *Fasciola hepatica*, com distribuição mundial. Provoca perdas na produção animal por comprometer o desempenho dos animais e gerar

descarte de fígados nos frigoríficos. Ocorre em áreas alagadas por depender da presença de um hospedeiro intermediário que vive nesses locais.

Hospedeiros definitivos: ovinos, caprinos, bovinos, bubalinos, suínos e outros animais inclusive silvestres. Pode parasitar acidentalmente o homem.

Hospedeiro Intermediário: caramujos do gênero *Lymnaea*: *L. columela*, *L. cubensis*, *L. viatrix*.

Morfologia: ovo com forma oval, casca fina, amarelo-acastanhado e grande, 130-145 x 70-90 µm, (Monteiro, 2011). As formas imaturas de *F. hepatica* são encontradas no parênquima hepático. No estágio adulto, apresentam forma de folha com tegumento coberto por espinhos e medindo de 2 a 3,5 cm (Amarante, 2015).

Ciclo: ovos eliminados nas fezes do hospedeiro mamífero eclodem liberando miracídios ciliados móveis (9 dias em tempo de 22 a 26 °C), que alcançam regiões alagadas. O miracídio deve localizar um caramujo dentro de 3 horas para que ocorra a penetração bem-sucedida. Nos caramujos infectados, o desenvolvimento prossegue pela formação de esporocistos, rédia e cercarias. Estas deixam o caramujo como forma móvel e se fixa no capim, onde se encistam formando a fase infectante (metacercária). Quando ingeridas pelo hospedeiro definitivo, as metacercárias desincistam-se no intestino delgado, migram para a parede intestinal, cruzam o peritônio e se fixam na cápsula hepática. Os trematoides jovens fazem túneis através do parênquima durante 6 a 8 semanas onde migram para os ductos biliares (Figura 6). O período pré-patente é de 10 a 12 semanas (Taylor et al., 2016).

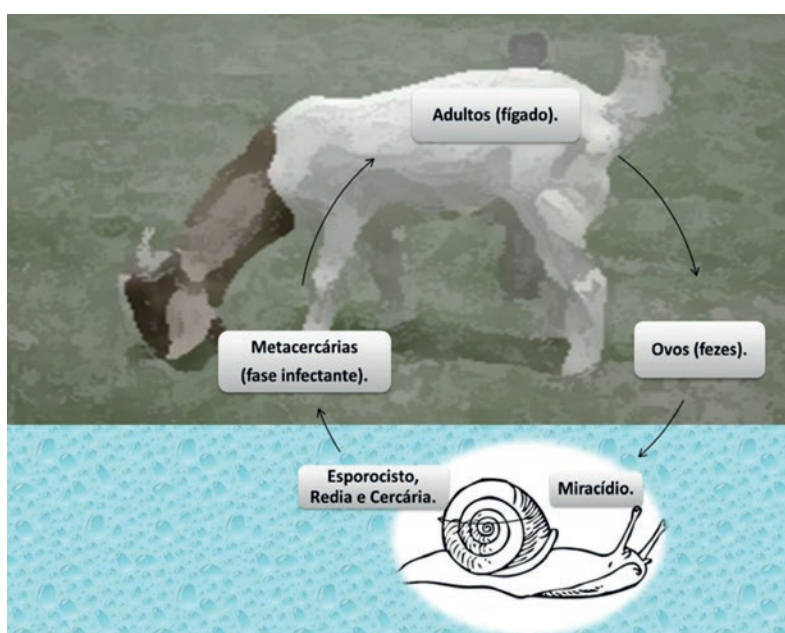


Figura 6: Ciclo da *Fasciola hepatica*.
 Nota: Período pré-patente: 10 a 12 semanas.
 Fonte: Autoras.



Patogenia e sinais clínicos: o animal se infecta ao ingerir pastagem contaminada com a larva em locais próximos alagados, que permitem o desenvolvimento dos caramujos. Em ovinos, manifesta-se nas formas aguda, subaguda ou crônica (Taylor et al., 2016). A doença aguda é a menos comum e ocorre 2-6 semanas após a infecção de grande número de parasitos (acima de 2000), ocorrendo extensa destruição do parênquima hepático e perda de sangue. Surtos ocorrem no outono e início do inverno. Os animais se apresentam anêmicos, apáticos e com o fígado aumentado à palpação, culminado com óbito. A forma subaguda ocorre quando são ingeridas metacercárias durante um longo período. Ocorre de 6-10 semanas após a infecção de aproximadamente 500-1500 metacercárias. Os animais apresentam perda de peso, anemia progressiva e ascite. A forma crônica é mais comum, observada principalmente no final do inverno e início da primavera. Ocorre 4-5 meses após a infecção de 200-500 metacercárias. Os efeitos patogênicos são observados principalmente em animais com baixa condição nutricional: perdas produtivas, anemia e hipoalbuminemia.

Diagnóstico e controle: diagnóstico baseia-se nos sinais clínicos e histórico epidemiológico. Juntamente com testes coproparasitológicos (para identificação de ovos nas fezes). Mattos et al. (2009) citam a técnica de Girão e Ueno (princípio da filtragem/quatro tamises – Ueno e Gonçalves, 1998), como a de maior sensibilidade na detecção de ovos de *Fasciola*. Exames auxiliares podem ser realizados, tais como testes de função hepática e imunológicos (ELISA). O controle se baseia na utilização de anti-

helmínticos eficazes nos hospedeiros definitivos, e no controle dos caramujos.

4. Nematodioses

Dentre as verminoses, as causadas por nematoides gastrintestinais são as que ocasionam maiores prejuízos em pequenos ruminantes. Esse fato ocorre devido à alta patogenicidade dos parasitos e sua capacidade de adquirir resistência aos medicamentos antiparasitários, mecanismo conhecido como resistência anti-helmíntica e discorrido mais adiante. Os nematoides possuem formato corporal redondo ou cilíndrico, sendo recobertos por uma cutícula translúcida. Possuem sistema digestivo e reprodutor tubular, que frequentemente são utilizados como caráter sistemático (Taylor et al., 2016). As principais espécies que parasitam os pequenos ruminantes, mostradas no Quadro 1, pertencem à Ordem *Strongylida*, Superfamílias *Trichostrongyloidea* e *Strongyloidea*, e são conhecidos como estrongilídeos. O ciclo de vida desses parasitos é muito semelhante, sendo direto ou monoxeno, com uma fase de vida livre (no ambiente) e outra parasitária (no hospedeiro). Ao longo da vida, os nematódeos passam pelas fases de ovo, cinco estádios larvais (L1, L2, L3, L4 e L5) até que haja a diferenciação em fêmeas e machos adultos (Figura 7).

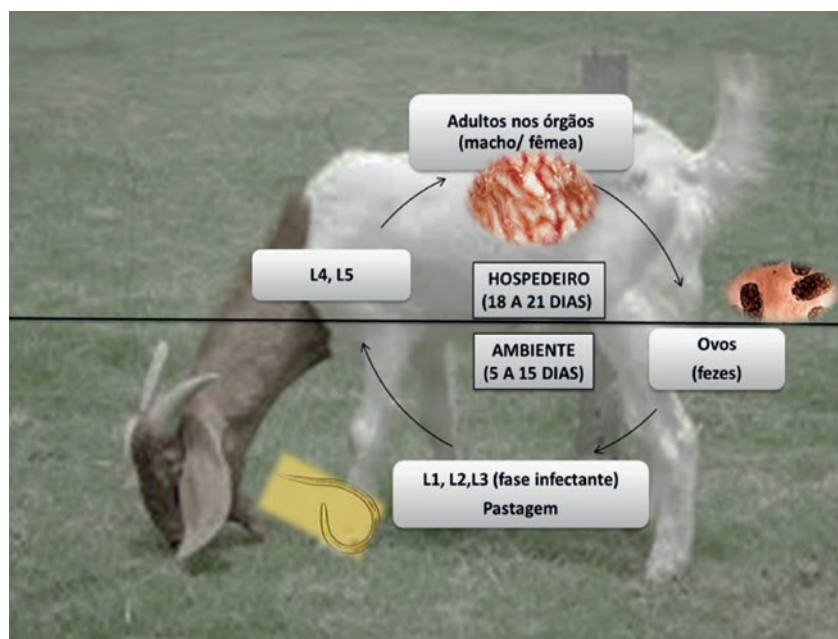


Figura 7: Ciclo de vida dos nematoides estrongilídeos.

Nota: Período pré-patente: 18 a 21 dias.

Fonte: Autoras.

Na fase de vida livre, os ovos do parasito são eliminados juntamente com as fezes dos animais no ambiente. Estes ovos são muito semelhantes dentro o grupo dos estromgilídeos, apresentando-se ovais, com casca fina e embrião na forma de mórula. Em condições adequadas, forma-se a larva de primeiro estágio (L_1) dentro do ovo. Após eclosão, esta passa por duas mudas, resultando na formação dos estádios L_2 e L_3 . A temperatura ideal para o desenvolvimento das fases de vida livre encontra-se na faixa de 18 a 26 °C, e 80-100% de umidade. A larva de terceiro estágio (L_3) é a fase infectante e possui uma bainha que a protege das condições ambientais; ela não se alimenta e pode sobreviver de semanas a meses na pastagem. O tempo de eclosão dos ovos até a larva infectante (L_3) é variável, de acordo com as condições ambientais e espécie parasitária, ocorrendo entre 5 a 15 dias. O desenvolvimento e a sobrevivência dos estádios de vida livre dos nematoides constituem elementos cruciais para a transmissão dos parasitos, sendo as épocas quentes e úmidas as mais favoráveis para o desenvolvimento das fases de vida livre da maioria dos parasitos.

A fase parasitária inicia quando o hospedeiro ingere o pasto contaminado com as L_3 . No trato gastrintestinal, sob ação das secreções gástricas, a larva libera a sua bainha e então progride para as fases de L_4 e L_5 (período variável entre espécies). Alguns nematoides, como *Teladorsagia* sp. e *Haemonchus* sp., podem ficar latentes na fase de L_4 , fenômeno chamado de hipobiose. Após a muda para L_5 , então os adultos diferenciam-se em parasitos machos e fêmeas, que se reproduzem e os ovos produzidos são eliminados nas fezes. Cada espécie de nematoide tem como *habitat* um órgão de eleição e uma preferência de alimentação (histiófaga/hematófaga) que vai ocasionar a sintomatologia clínica no hospedeiro. O período pré-patente (da infecção à eliminação de ovos) tem de duas a três semanas. Na fase

parasitária, o ciclo sofre influência de fatores inerentes ao manejo antiparasitário, características do hospedeiro (genética, categoria, estado nutricional) e sistema de produção animal.

Ciclos diferentes deste, assim como a particularidade de cada parasito, serão discutidos separadamente. Em nematoides, fogem ao ciclo típico descrito, os parasitos pulmonares (*Dictyocaulus*, *Muellerius*), *Trichuris* sp. e *Strongyloides* sp.. O diagnóstico e o controle das nematodioses gastrointestinais são semelhantes e serão discutidos em item à parte, sendo importante o conhecimento prévio da epidemiologia, morfologia e patogenia parasitária.

4.1 Que acometem o Abomaso

4.1.1 *Haemonchus* sp. (haemonchose)

Epidemiologia: haemonchose é uma doença de grande importância em pequenos ruminantes, sendo ocasionada por *Haemonchus contortus*, nematoide com maior prevalência em regiões tropicais e subtropicais.

Morfologia: os ovos são blastomerados, típicos dos estromgilídeos, com tamanho médio 74 x 44 µm. As L_3 têm tamanho médio (75 µm) e possuem 16 células intestinais, cabeça arredondada (ou em forma de ogiva) e a cauda da bainha projetada (Figura 8). Adultos (2 a 3 cm de comprimento) possuem papilas cervicais e uma lanceta na cápsula bucal (Taylor et al., 2016). As fêmeas possuem ovários brancos enrolados na forma espiral em volta do intestino cheio de sangue, produzindo um aspecto de “bastão de barbeiro” e apresentam apêndice vulvar. Os machos apresentam lobo dorsal assimétrico e espículos com ganchos (Figura 9).

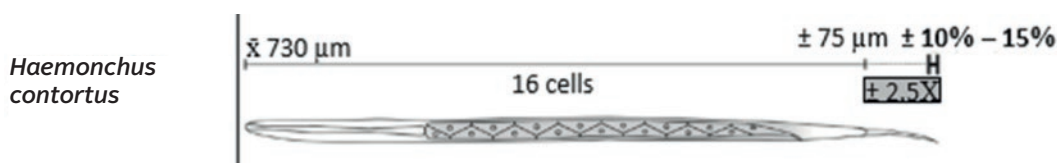


Figura 8: Morfometria de L_3 de *Haemonchus contortus*.

Fonte: Van Wyk e Mayhew (2013).

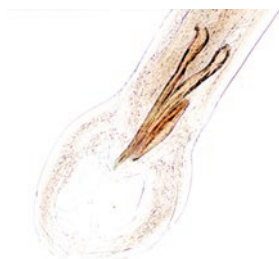


Figura 9: Exemplares de *Haemonchus contortus* adultos à microscopia óptica, aumento de 100X.

Nota: À esquerda, detalhe da bolsa copulatória do macho e, à direita, do processo vulvar da fêmea.

Fonte: Autoras.

Ciclo de vida: típico dos estromgilídeos, no pasto os ovos eclodem e evoluem até L_3 em cerca de 5 dias, sendo que o período pré-patente é de 2 a 3 semanas. Após a infecção e desencapsulamento no rúmen, as larvas sofrem duas mudas, em íntima aposição às glândulas gástricas.

Patogenia e sinais clínicos: a alta patogenicidade do parasito se deve ao seu alto potencial biótico (até 15.000 ovos/dia), acentuada virulência (capacidade de matar) e capacidade de adquirir resistência aos anti-helmínticos. Cada parasito remove cerca de 0,05 mL de sangue diariamente, de modo que um ovino com 5.000 parasitos pode perder 250 mL/dia (Taylor et al., 2016).



Dessa forma, os sinais clínicos são a progressiva perda de peso e anemia (Figura 10), caracterizada pela diminuição do volume globular. Em decorrência da perda de sangue, os animais podem apresentar-se edemaciados devido à anemia que se torna cada vez mais grave, sinal clínico comumente observado como edema submandibular ou “papeira” (Figura 11).



Figura 10: Edema submandibular (papeira) em ovino.
Fonte: Autoras.



Figura 11: Anemia observada em mucosa ocular de ovino.
Fonte: Autoras.

4.1.2 *Ostertagia* sp. ou *Teladorsagia* sp. (Ostertagiose)

Epidemiologia: é a causa principal de gastrite parasitária em ruminantes em regiões subtropicais e temperadas. No Brasil, tem maior ocorrência no estado do Rio Grande do Sul. Em pequenos ruminantes, *Teladorsagia circumcincta* (*Ostertagia circumcincta*) é o principal nematoide do gênero, ainda que possam ser parasitados por *O. ostertagi*, espécie comum em bovinos (Amarante, 2015). É dominante em áreas de chuva uniforme com temperaturas mais baixas; tem maior resistência à dessecação que *H. contortus* (O’ Connor et al., 2006).

Morfologia: ovos blastomerados típicos dos strongilídeos. L3 com tamanho médio de 830 µm, com cabeça quadrada e bainha curta (Figura 12). Adultos são nematoides delgados, castanho-avermelhados, machos medindo 6-8 mm e fêmeas 8-10 mm (Taylor et al., 2016). Possuem pequena cavidade bucal e papilas cervicais presentes. A cauda é afilada gradualmente e termina em ponta delgada arredondada. Machos com bolsa copulatória presente e bem desenvolvida com espículos longos e delgados. Fêmeas com vulva coberta por um apêndice vulvar bem desenvolvido.

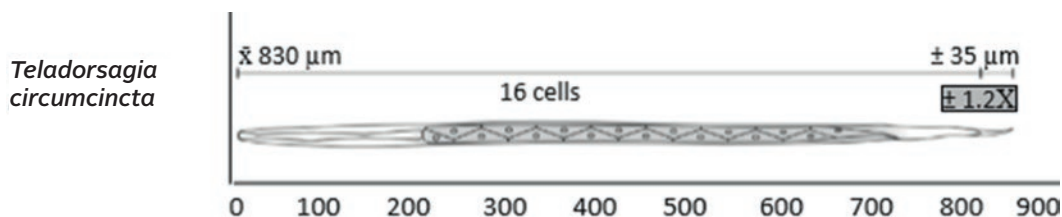


Figura 12: Morfometria de L3 de *Teladorsagia circumcincta*.
Fonte: Van Wyk e Mayhew (2013).

Ciclo de vida: típico dos strongilídeos, as L₃ ingeridas desencapsulam-se no rúmen e realizam duas mudas na luz das glândulas gástricas abomasais. As L₅ emergem para a superfície mucosa após 18 dias, onde há a diferenciação entre machos e fêmeas. Normalmente, o ciclo se completa em 3 semanas, mas as L₄ podem permanecer em hipobiose (latência), no

caso de condições adversas, podendo assim ficar até 6 meses (Monteiro, 2011).

Patogenia e sinais clínicos: em infecções graves, com média de 40.000 parasitos, há aumento do pH abomasal, ocasionando alterações nas secreções gástricas em decorrência da gastrite pela emergência de larvas nas glândulas gástricas e espoliação dos parasitos

adultos (Monteiro, 2011). Os nematoides luminais também têm importante papel em casos de primo-infecção, ocasionando importante resposta inflamatória (Scott et al., 2017). O sinal clínico mais frequente é perda de peso acentuada e diarreia intermitente. Na necropsia, observa-se hiperplasia das glândulas gástricas ocasionadas pelo parasitismo e subsequente gastrite na mucosa abomasal (Figura 13). Em infecções subclínicas, ocorre acentuada diminuição do apetite, interferência no metabolismo proteico pós-absorção e na utilização de energia metabolizável. Ostertagioses do tipo 1 e 2 são as mais descritas para bovinos, mas também podem ocorrer em ovinos: a tipo 1 afeta animais jovens durante a primeira estação de pastagem, quando se infectam com esses parasitos pela primeira vez; e a tipo 2, que afeta animais adultos quando as larvas em hipobiose retomam o desenvolvimento durante o inverno e início da primavera (Junqueira, 2017).



Figura 13: Hipertrofia de glândulas gástricas ocasionadas por *Ostertagia* sp.

Fonte: Junqueira (2017).

4.2 Que acometem o Intestino Delgado

4.2.1 *Trichostrongylus* spp.

Epidemiologia: *Trichostrongylus colubriformis* é a principal espécie deste gênero em pequenos ruminantes, podendo também ocorrer *T. axei*, que é mais comum em bovinos (parasito de abomaso). Apresenta distribuição mundial, sendo dominante no inverno e em áreas de chuva uniforme com temperaturas mais baixas, tem maior resistência à dessecação que *H. contortus* (O' Connor et al., 2006).

Morfologia: os ovos são típicos dos strongilídeos (blastomerados) (Figura 14). L3 com comprimento médio de 710 µm, contendo 16 células intestinais, cauda curta e sem filamento, com cabeça quadrada (Figura 14). Os adultos são pequenos e capiliformes, usualmente com menos de 7 mm de comprimento, sendo difícil de vê-los a olho nu. Extremidade anterior afilada e sem cápsula bucal, apresenta sulco (poro) excretor unilateral na região esofágica. Os espículos do macho são espessos e identificam a espécie pelo seu formato; no caso do *T. colubriformis*, são iguais e espessos com ponta em formato de arpão (Figura 15).

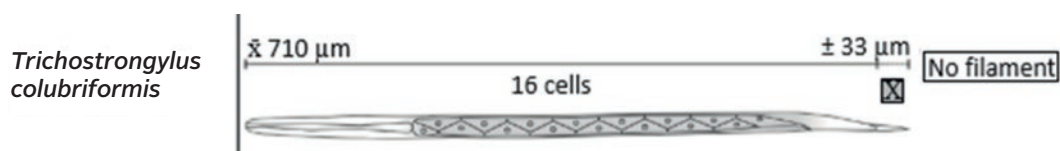


Figura 14: L3 de *Trichostrongylus colubriformis*.

Fonte: Van Wyk e Mayhew (2013).

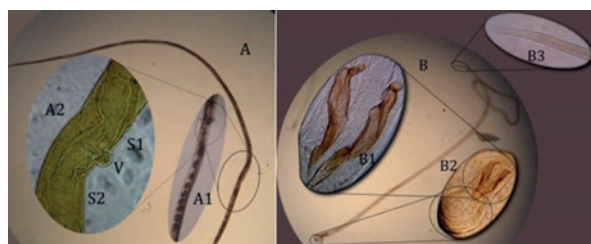


Figura 15: Nematoides *Trichostrongylus colubriformis*.

Nota: Fêmea (A) – extremidade posterior (A1). S1. Esfíncter anterior, S2. Esfíncter posterior, V. Apêndice vulvar. Macho (B). B1. Espículos, B2. Bolsa copulatória, B3 Extremidade anterior e poro excretor.

Fonte: González-Garduño et al. (2014).

Ciclo: típico dos trichostrongilídeos, com os ovos blastomerados e as L3 possuem alta capacidade de sobrevivência em condições adversas, sejam de frio extremo ou dessecação. O período de desenvolvimento de ovos a L3 ocorre em cerca de 1 a 2 semanas (Monteiro, 2011). Depois de ingeridas, as mudas ocorrem no intestino delgado onde são encontradas L₅ após 10 a 12 dias da infecção. O período pré-patente é de 2 a 3 semanas.

Patogenia e sinais clínicos: logo após a infecção, as larvas penetram na mucosa, desenvolvendo-se em canais abaixo da superfície do epitélio intestinal.



Quando os túneis subepiteliais se rompem para liberar os parasitos jovens (L5) há hemorragia, perda de proteínas e edema, o que é observado como enterite, sobretudo no duodeno. As vilosidades intestinais tornam-se achatadas, a mucosa fica inflamada, edematosa e com muco. Os principais sinais clínicos são perda de peso rápida e diarreia, frequentemente com coloração escura (Figura 16). Em níveis baixos de infecção, ocorre inapetência e baixos índices produtivos. No caso do *T. axei*, as alterações provocadas na mucosa gástrica são semelhantes às ostertagioses.



Figura 16: Ovelha da raça Santa Inês com diarreia e baixa condição corporal devida à infecção por *Trichostrongylus* sp. Fonte: Autoras.

4.2.2 *Cooperia* sp.

Epidemiologia: geralmente a infecção em pequenos ruminantes é leve e a espécie de maior importância é *C. curticei*. Porém, outras espécies podem ser encontradas em pequenos ruminantes quando estes compartilham pastejo com bovinos: *C. punctata*, *C. pectinata*, *C. sapatulata* e *C. oncophora* (Amarante, 2015). Têm distribuição mundial, com maior importância em áreas tropicais e subtropicais.

Morfologia: os ovos são ovais e blastomerados, típicos dos estrongilídeos. L₃ com tamanho médio de 780 µm, 16 células intestinais triangulares, cabeça na forma de quadrado com corpúsculos refráteis (que lembram olhos na região cefálica), cauda curta (Figura 17). Os adultos machos medem em torno 4,5 a 6 mm e as fêmeas 6 a 8 mm. As características mais notáveis são o aspecto semelhante à corda de relógio e as bolsas copulatórias muito grandes nos machos. Possuem vesícula cefálica e estrias cuticulares. Nos machos, os espículos em geral têm um prolongamento semelhante a uma asa na região central (a diferenciação de espécies se dá pelos espículos – Figura 18); nas fêmeas, o apêndice vulvar usualmente é pequeno.

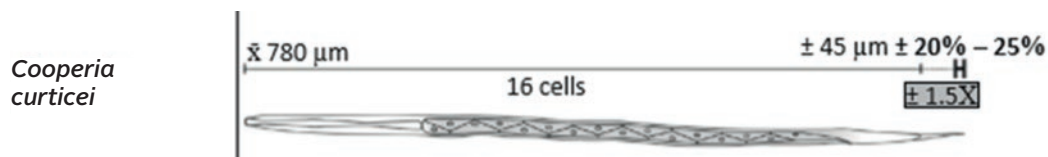


Figura 17: Morfometria de L₃ de *Cooperia curticei*. Fonte: Van Wyk e Mayhew (2013).

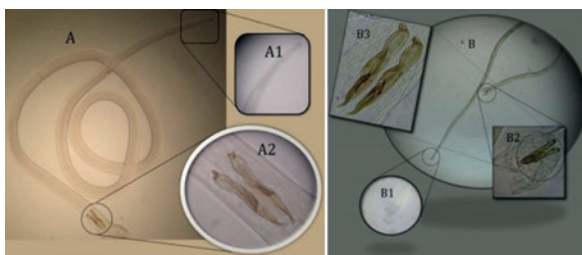


Figura 18: Machos de *Cooperia curticei* (esquerda, ovinos) e *Cooperia punctata* (direito, gado Zebu).

Nota: B2 = Bolsa copulatória; A2 e B3 = espículos; A1 e B1 = extremidade anterior.

Fonte: González-Garduño et al. (2014).

Ciclo: típico dos trichostrongilídeos, com período pré-patente de 15 a 18 dias. As L₃ ingeridas desembaiam-se e migram para dentro das criptas intestinais por duas mudas e, em seguida, os adultos se desenvolvem na superfície da mucosa intestinal.

Patogenia e sinais clínicos: *C. curticei* geralmente é considerado um patógeno moderado em animais jovens, mas pode ocasionar inapetência e baixo ganho

de peso. Em infecções maciças, ocasionam atrofia das vilosidades intestinais, perdas enzimáticas e enterite catarral com sinais clínicos de perda de apetite e diarreia.

4.2.3 *Nematodirus* sp.

Epidemiologia: possuem maior importância em infecções de animais jovens, sendo as principais espécies em pequenos ruminantes: *N. battus* (importante no Reino Unido, Europa, Canadá e Estados Unidos da América) enquanto *N. filicollis*, *N. spathiger* e *N. helvetianus* são cosmopolitas e presentes em infecções mistas (McMahon et al., 2017). Os ovos têm grande resistência no ambiente, podendo sobreviver por até dois anos. Como os animais adultos são relativamente resistentes, considera-se que a transmissão ocorra em animais jovens. Os bovinos também têm importância na transmissão, já que compartilham das mesmas espécies de *Nematodirus* (Amarante, 2015).

Morfologia: os ovos do gênero podem ser diferenciados dos demais estrongilídeos por serem muito maiores (150 µm), com formato ovoide e de coloração incolor. As L₃ têm cabeça arredondada, possuem 8 células intestinais e o formato da cauda é importante na diferenciação de espécies

(Figura 19). Os parasitos adultos são delgados, medindo aproximadamente 2 cm. Machos possuem espículos longos e finos com extremidade fundida, sendo a porção final diferente entre as espécies. As fêmeas apresentam cauda truncada com pequeno espinho.

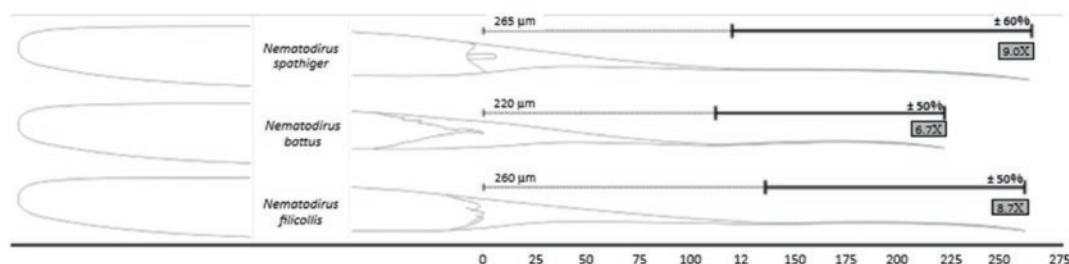


Figura 19: Morfometria das L₃ de *Nematodirus* spp.
Fonte: Van Wyk e Mayhew (2013).

Ciclo: o desenvolvimento da L₃ pode ocorrer dentro da casca do ovo. A eclosão da maioria dos ovos é lenta (no mínimo 2 meses) e requer temperaturas frias (10 °C). As L₃ ingeridas penetram na mucosa do intestino delgado e após 4 dias mudam para L₄. Após mudarem para L₅ (10-12 dias), os nematoides habitam o lúmen intestinal, podendo ficar enrolados junto às vilosidades. O período pré-patente é de 14-16 dias (Taylor et al., 2016).

Patogenia e sinais clínicos: O desenvolvimento de L₄ para L₅ culmina com erosão da mucosa e atrofia das vilosidades intestinais. Dessa forma, ocorre comprometimento na capacidade de trocas de fluidos e nutrientes no intestino o que culmina com diarreia e rápida desidratação, sendo mais grave em animais jovens.

4.2.4 *Strongyloides* sp.

Epidemiologia: são os menores helmintos gastrintestinais de ruminantes e atingem principalmente animais nos primeiros meses de vida, também acometendo fêmeas em lactação (Amarante, 2015). O ciclo é peculiar, onde há reprodução na fase de vida livre e parasitária. A espécie que parasita pequenos ruminantes é *S. papillosus*, com distribuição mundial.

Morfologia: os ovos são típicos do gênero, sendo pequenos (40-70 µm), transparentes e larvados. As L₃ filarioides (infectantes), ao contrário das demais descritas até agora, não possuem bainha, podendo ser diferenciadas das demais de vida livre pelo esfago, atingindo 40% do total do corpo. As fêmeas adultas são de tamanho pequeno (3 mm) com esfago filariforme ocupando ¼ do corpo. Os estádios de vida livre apresentam esfago rabdiforme.

Ciclo: a reprodução dos parasitos ocorre tanto na fase parasitária quanto na de vida livre, sendo apenas as fêmeas parasitas e partenogenéticas (ciclo homogônico). Estas fêmeas depositam ovos que embrionam ainda no hospedeiro. Em condições desfavoráveis, estas larvas evoluem rapidamente até a fase infectante, L₃ filarióide. No meio, em condições favoráveis de desenvolvimento, a L₁ deixa o ovo e realiza quatro mudas, levando à formação de machos e fêmeas rabditoides de vida livre (ciclo heterogônico). Estas fêmeas depositam ovos larvados que fazem duas mudas, transformando-se em L₃ filarióides, que são infectantes e com capacidade de penetração ativa na pele do hospedeiro definitivo, mas também podem infectar o animal por ingestão. Outras formas de infecção também são relatadas, como a transplacentária e transmamária. Uma vez no organismo hospedeiro, *Strongyloides* faz migração pela corrente linfática até o pulmão, onde acessa os brônquios, laringe, faringe e, através dela, o tubo digestório (Bowman, 2010).

Patogenia e sinais clínicos: reação eritematosa pode ocorrer na infecção cutânea, causando prurido e abrindo porta de entrada para outros organismos, como o caso de bactérias causadoras de podridão do casco. A passagem das larvas pelo sistema respiratório pode ocasionar bronquite e pneumonia. Nematoides adultos podem ser encontrados no duodeno e no jejuno proximal (semelhantes a fios de cabelo), ocasionando enterite catarral em infecções maciças. Sinais clínicos como são diarreia, anorexia e dermatite são mais comuns em animais jovens. É comum observar animais com hábito de “bater os pés”, devido ao prurido ocasionado pela infecção percutânea.



4.3 Que acometem o Intestino Grosso

4.3.1 *Oesophagostomum* sp.

Epidemiologia: a principal espécie que acomete os pequenos ruminantes é *O. columbianum*. Possui

distribuição mundial, com prevalência nas áreas tropicais e subtropicais.

Morfologia: ovos típicos de estrombilídeos (86 μ m x 49 μ m). L_3 possuem caudas filamentosas longas, 32 células intestinais e cabeça arredondada (Figura 20). Adultos são delgados, machos com 12-17 mm e fêmeas com 15-22 mm. Possuem cápsula bucal muito pequena com corona radiata dupla e vesícula cefálica pouco desenvolvida.

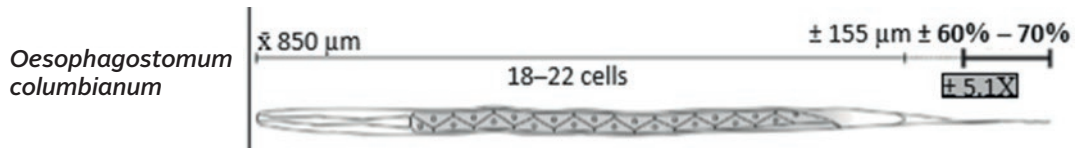


Figura 20: Morfometria das L_3 de *Oesophagostomum columbianum*.
Fonte: Van Wyk e Mayhew (2013).

Ciclo: a fase pré-parasitária conforme descrito para os outros estrombilídeos. Após infecção, L_3 entra na mucosa de qualquer parte do intestino delgado ou grosso, ficando inclusas em nódulos evidentes, nos quais tem lugar a muda para L_4 . Essas emergem da mucosa, migram para o cólon e se desenvolvem até o estágio adulto. O período pré-patente é de 45 dias. Na reinfecção, as L_4 podem permanecer inibidas por até um ano (Taylor et al., 2016).

Patogenia e sinais clínicos: a migração das L_3 na mucosa intestinal provoca uma resposta inflamatória com a formação de nódulos visíveis a olho nu e, algumas vezes, palpáveis ao toque retal (Figura 21). Na ocorrência de reinfecção, essa resposta é mais acentuada. Quando as L_4 emergem, ocorre ulceração da mucosa intestinal. Em infecções maciças, pode haver colite ulcerativa e a doença segue um curso debilitante com perdas produtivas. Os sinais clínicos nas infecções agudas são diarreia esverdeada escura, perda de peso, prostração e óbito. Em infecções crônicas, há inapetência, diarreia intermitente e anemia. Por parasitarem o intestino grosso, podem ser eliminados juntamente com as fezes logo após o tratamento antiparasitário (Figura 22).



Figura 22: Fezes ovinas com *Oesophagostomum* sp. após tratamento antiparasitário.
Fonte: Autoras.



Figura 21: Nódulos no intestino grosso ocasionados por *O. columbianum*.
Fonte: Lamb (2017).

4.3.2 *Trichuris* spp.

Epidemiologia: ocorre principalmente em animais jovens e, apesar do alto potencial biótico, somente em infecções muito intensas (acima de 25.000 OPG) produzem sinais clínicos (Monteiro, 2011). As espécies que parasitam os pequenos ruminantes são: *T. ovis* e *T. globulosa* (distribuição mundial); *T. discolor* e *T. skrjabini* (Europa, Ásia e EUA).

Morfologia: ovos são típicos do gênero: formato de barril, casca lisa, cor castanha e bioperclados (Figura 23). Os nematoides adultos são relativamente grandes (35 a 85 mm de comprimento) e podem ser visualizados quando fixados na parede intestinal. Possuem extremidade posterior ampla, espessa, afinando rapidamente para uma extremidade anterior filamentososa longa, que caracteristicamente fica inserida na mucosa intestinal (Figura 23). Cauda do macho é enrolada em espiral e possui um espículo que é envolvido por uma bainha, dando aspecto de prepúcio. As fêmeas são ovíparas e têm cauda curvada (Monteiro, 2011; Taylor et al., 2016).

Ciclo: os ovos eliminados nas fezes embrionam em aproximadamente 30 dias (25 °C), podendo ficar viáveis no ambiente por anos. A infecção por este gênero acontece somente pela ingestão de ovos larvados e não há migração visceral. A eclosão dos ovos ocorre no intestino delgado; a L₁ então migra até o intestino grosso onde invade a mucosa intestinal e muda para os outros estádios larvais (L₂, L₃, L₄ e L₅). Os adultos diferenciados em macho e fêmeas ficam aderidos à mucosa intestinal pela parte anterior, onde procriam e produzem ovos que são liberados nas fezes. O período pré-patente é de 2 a 3 meses (Monteiro, 2011).

Patogenia e sinais clínicos: geralmente as infecções são leves e assintomáticas. Em infecções maciças, pode ocorrer colite hemorrágica e inflamação da mucosa cecal. Nesses casos, os sinais clínicos são enterite e ocasionalmente diarreia com sangue.

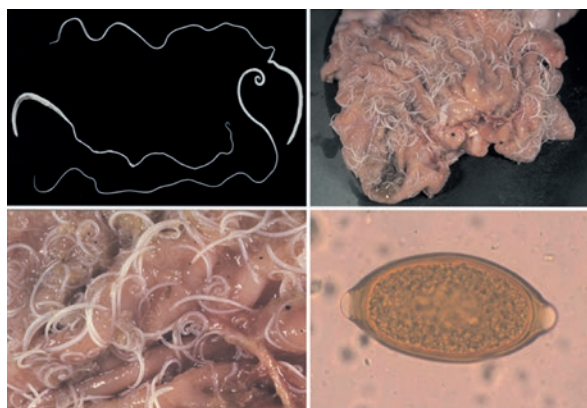


Figura 23: Morfologia do *Trichuris* sp.

Nota: A parte posterior das fêmeas é ligeiramente curvada, enquanto a do macho é enrolada em espiral (superior esquerda). *Trichuris* sp. no ceco (canto superior direito e inferior esquerdo). O ovo pode ser identificado ao nível do gênero em uma amostra fecal fresca – os opérculos e a aparência em forma de limão são característicos (inferior direito).

Fonte: Prof. Joop Boomker – online.

4.4 Pulmonares (Pneumonias Parasitárias)

4.4.1 *Dictyocaulus* sp.

Epidemiologia: importante causa de pneumonias parasitárias, sendo os pequenos ruminantes parasitados por *D. filaria*. Apesar de apresentar distribuição mundial, é responsável por surtos esporádicos em países de clima temperado. Está associado a uma síndrome crônica de tosse e retardo do crescimento em animais jovens.

Morfologia e diagnóstico: ovos são embrionados medindo 80 x 100 µm. As L1 medem 290 a 480 µm e diferenciam-se de outros vermes pulmonares por sua cauda de tamanho maior e romba. Essas larvas podem ser encontradas no exame de fezes frescas para diagnóstico (método de Baermann) sendo bastante lentas e com células intestinais contendo grânulos escuros. Os adultos são nematoides brancos, de 6 a 10 cm de comprimento, apresentando o intestino visível com uma faixa escura. Possuem boca trilabiada e esôfago filariforme. Machos com bolsa copulatória pequena, espículos iguais, curtos e levemente curvos.

Ciclo: as fêmeas, localizadas no pulmão, são ovovivíparas. Portanto, os ovos são depositados contendo a larva (L₁) já desenvolvida, que eclode imediatamente após a postura. As L₁ migram para a traqueia, sendo posteriormente deglutidas e eliminadas nas fezes. Essas larvas evoluem até L₃ (em condições ideais em 5 dias) que deixam o ambiente fecal para atingir a pastagem. Também é relatada a dispersão das L₃ com auxílio de fungos saprófitos, como *Pilobolus* sp.. O estágio infectante deve ser ingerido. Alcança o intestino e migra pelo mesentério onde sofre mudas. Com cerca de uma semana pós-infecção, as L₄ atingem os alvéolos pulmonares por meio da circulação linfática. Posteriormente, a muda para L₅ ocorre nos bronquíolos, movendo-se para a parte superior dos brônquios onde há o amadurecimento dos adultos (Figura 24). Período pré-patente de 4 a 5 semanas (Monteiro, 2011; Taylor et al., 2016).

Patogenia e sinais clínicos: a infecção provoca bronquite catarral, mas não são comuns as lesões disseminadas devido ao pequeno número de parasitos que geralmente ocorrem em pequenos ruminantes (comparando às infecções por *D. viviparus* em bovinos). Os sinais clínicos geralmente são observados em animais jovens, nos casos mais graves ocorre tosse, dispneia, taquipneia, secreção nasal e retardo no crescimento.

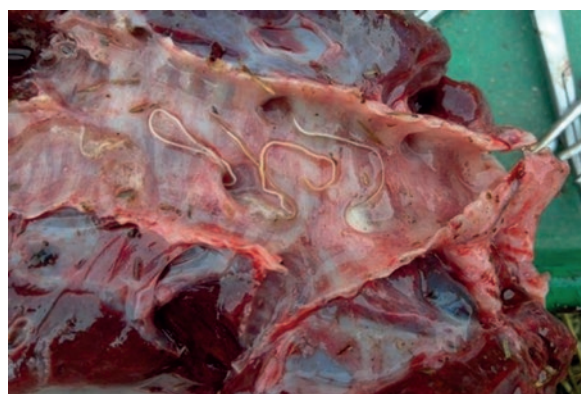


Figura 24: *Dictyocaulus filaria* em pulmão ovino.
Fonte: Hurtado Preciado et al. (2014).



4.4.2 *Muellerius* sp.

Epidemiologia: são nematoides pulmonares nodulares, identificados na maioria das vezes por necropsia. É considerado o parasito pulmonar mais comum em ovinos e caprinos (Caswell e Williams, 2016). A espécie que parasita os pequenos ruminantes é *M. capillaris*, sendo de grande importância em áreas temperadas (Taylor et al., 2016).

Morfologia: são parasitos de tamanho pequeno (machos com 12-24 mm e fêmeas com 19-30 mm) de coloração vermelho-acinzentada. São difíceis de observar a olho nu por ficarem inseridos no tecido pulmonar. O macho apresenta bolsa copulatória muito pequena e a extremidade posterior é enrolada em forma de espiral. Os espículos possuem dois braços dentados distais, o gubernáculo é representado por dois botões esclerosados. Os ovos são embrionados e com a casca grossa. As L1 possuem a cauda em forma de “S” e um pequeno espinho adjacente à extremidade. O diagnóstico pode ser realizado pela identificação de L1 no exame de fezes ou de vermes adultos no pulmão à necropsia.

Ciclo: é indireto, necessitando de um hospedeiro intermediário que é um caramujo (molusco gastrópode terrestre). As fêmeas são ovovivíparas, sendo as L1 eliminadas nas fezes. Estas, uma vez no ambiente, penetram no hospedeiro intermediário onde se desenvolvem até fase larvar L₃ (2 a 3 semanas). O hospedeiro definitivo irá ingerir o caramujo com a fase larvar L₃. O molusco é então digerido e a larva atravessa a parede intestinal, chegando aos linfonodos mesentéricos por meio da circulação linfática. Nos linfonodos, ocorre a muda para L₄, e de seguida, para L₅. Esta migra para os pulmões através da circulação sanguínea. O período pré-patente é de 6-10 semanas.

Patogenia e sinais clínicos: nódulos pulmonares acinzentados (lembrando projétil de chumbo) podem ser observados à necropsia. Essas lesões são massas necróticas, resultantes da degeneração dos leucócitos, sendo focais, localizando-se mais comumente na superfície pulmonar. Os sinais pneumônicos têm ocorrência rara. Sendo assim, a doença geralmente é assintomática, podendo ocorrer tosse e dispneia em infecções maciças.

5. Diagnóstico das Nematodioses Gastrointestinais

O diagnóstico das nematodioses gastrointestinais é de suma importância para se traçar formas adequadas de controle. Há vários métodos de

diagnóstico que englobam desde ensaios mais requeitados (marcadores imunológicos e biologia molecular) até exames coproparasitológicos e a observação dos sinais clínicos dos animais. De qualquer forma, cada diagnóstico corresponde a uma ferramenta que irá auxiliar na tomada de decisão com vistas a formas de controle mais adequadas para cada rebanho. Atualmente, as principais formas de diagnóstico ocorrem por: A) Necropsia, B) Exames coproparasitológicos e C) Sinais clínicos do hospedeiro. Todas elas devem ser vinculadas à análise da epidemiologia parasitária presente em cada região.

5.1 Necropsia

A realização de necropsia e avaliação da carga parasitária no animal após o óbito é a forma mais precisa de diagnóstico, pois se avalia a situação real do parasitismo em cada órgão do hospedeiro. É de suma importância a realização desse exame para qualquer doença no rebanho, incluindo todas as doenças parasitárias. A avaliação de um animal com gastrite parasitária, por exemplo, com presença de parasitos no abomaso, anemia em órgãos e mucosas, é um diagnóstico de haemonchose, podendo ser confirmado pela identificação do parasito em questão. Também é relevante no exame de inspeção após o abate dos animais em frigorífico, fornecendo importantes informações sanitárias para o produtor. Além disso, e principalmente para fins de pesquisa, o exame parasitário na necropsia pode ser feito para a avaliação de eficácia de antiparasitários após o tratamento dos animais, sendo contabilizado o número de parasitos que sobreviveram ao fármaco. Dessa forma, a necropsia é um método direto e preciso de diagnóstico, mas é necessário o uso de outras formas de diagnóstico para que se possa obter resultados *in vivo*.

5.2 Exames Coproparasitológicos

Os exames coproparasitológicos são uma forma de fazer inferência à carga e gênero parasitários, possível de ser realizada sem o óbito do hospedeiro. Uma série de exames é descrita para diagnóstico de parasitoses em pequenos ruminantes, sendo os mais utilizados a contagem de OPG (ovos de helmintos por grama de fezes) e a coprocultura. O exame de OPG consiste na avaliação quantitativa da carga de ovos eliminados nas fezes, e está relacionada com a carga parasitária de helmintos adultos presentes no trato digestório do hospedeiro. A metodologia mais utilizada e difundida é o método de Gordon e Witlock (1939), com suas variações. De forma geral, utiliza-se uma quantidade de fezes que é misturada a uma solução saturada e, posteriormente, é feita

a observação dos ovos na câmara de MacMaster. O resultado é multiplicado pelo fator de correção, sendo especificado em ovos por gramas de fezes (OPG). Como cada parasito tem um potencial biótico diferenciado (capacidade de postura de ovos), a interpretação do exame requer conhecimento dos gêneros de estrongilídeos presentes na propriedade

(Tabela 2). Recentemente, outras metodologias para determinação do OPG têm sido descritas, como o FLOTAC e suas variações. Bosco et al. (2018) verificaram que o Mini-FLOTAC combinado com Fill-FLOTAC são métodos precisos sem necessidade de pesagem e filtração das fezes, podendo ser utilizados tanto na fazenda como em laboratórios.

Tabela 2: Interpretação do grau de infecção de ovinos pela quantificação dos ovos de helmintos por grama de fezes (OPG).

GÊNERO DE HELMINTOS	GRAU DE INFEÇÃO (OPG)		
	Leve	Moderada	Maciça
Infecção mista	–	1.000	2.000
Infecção mista mas sem <i>Haemonchus</i> sp.	–	500	1.000
<i>Haemonchus</i> sp.	100-2.500	2.500-8.000	8.000
<i>Ostertagia</i> spp.	50-200	200-2.000	2.000
<i>Trichostrongylus axei</i>	–	–	3.000
<i>Trichostrongylus</i> spp.	100-500	500-2.000	2.000
<i>Nematodirus</i> sp.	50-100	100-600	600
<i>Strongyloides papillosus</i>	–	–	10.000
<i>Chabertia ovina</i>	–	–	1.000
<i>Oesophagostomum columbianum</i>	100-1.000	1.000-2.000	3.000

Fonte: Ueno e Gonçalves (1998).

O exame de OPG dá a possibilidade de se obter uma estimativa do grau de infecção parasitária, que pode auxiliar no tratamento do rebanho. Além disso, o OPG é muito importante no teste de eficácia de anti-helmínticos que compara os resultados antes e após tratamento (TRCOF: teste de redução na contagem de ovos nas fezes), mencionado na parte de RAH. Porém, apenas com o OPG não é

possível saber quais dos gêneros de estrongilídeos (*Haemonchus* sp., *Trichostrongylus* sp., *Cooperia* spp. ou outros) estão presentes no rebanho e em que proporções (Figura 25). Para que seja possível a identificação dos gêneros de nematoides, é necessário a realização de coprocultura, um exame que identifica o estágio larvar (L₃) dos parasitos por meio de morfometria.

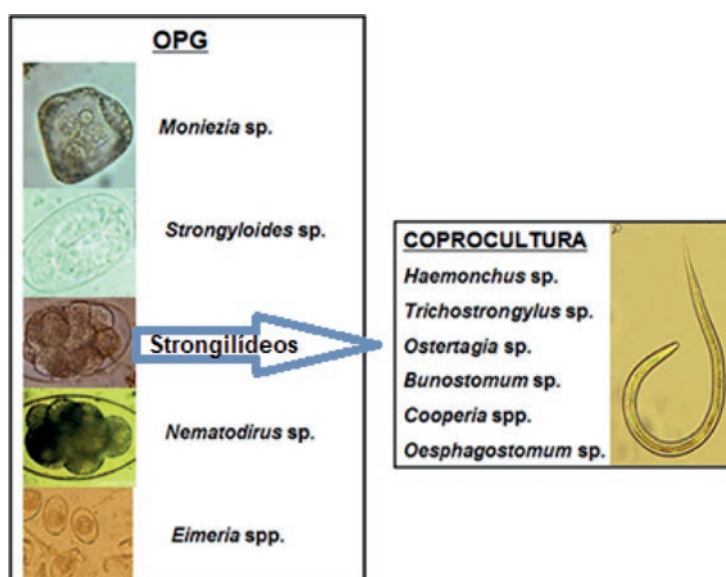


Figura 25: Ovos de endoparasitos de pequenos ruminantes no exame de OPG e gêneros de nematoides estrongilídeos identificados por meio de morfometria de L₃.
 Fonte: Salgado e Rosalinski-Moraes (2014).



Quando as fezes são coletadas diretamente do reto dos ovinos ou caprinos, é possível obter uma amostra fecal com ovos de parasitos que serão contados no exame de OPG. Porém, para a identificação dos gêneros dos estrongilídeos, é necessário fazer com que estes ovos evoluam até a fase infectante (L_3), pois esta é passível de identificação por gênero. Sendo assim, a coprocultura se baseia em fornecer em laboratório as condições adequadas para que ovos presentes nas amostras de fezes possam evoluir até L_3 e serem identificados. O resultado final será dado em porcentagem de gêneros encontrados, e possibilita saber qual(is) o(s) parasito(s) presente(s) no rebanho.

5.3 Sinais Clínicos

Os sinais clínicos comumente associados às infecções por nematoides gastrointestinais são: diarreia, perda de condição corporal e anemia. Porém, para que se possa avaliar o sinal clínico, é necessário o conhecimento prévio de quais parasitos estão presentes no rebanho e em que quantidade (exames de OPG e coprocultura). Sendo assim, rebanhos com alto índice de *Trichostrongylus* sp., por exemplo, costumam apresentar animais com diarreia e perda de condição corporal, que podem ser identificados e tratados. Da mesma forma, animais com haemonchose, podem ser tratados pelo grau de anemia, método conhecido como FAMACHA (Van Wyk e Bath, 2002) e discorrido adiante. A identificação de animais que demonstram sinais clínicos típicos de parasitoses gastrintestinais pode ser utilizada como critério de tratamento seletivo com antiparasitários, que será melhor discutido adiante.

6. Resistência anti-helmíntica

Como foi visto, há muitos parasitos que acometem os pequenos ruminantes, sendo os nematoides gastrintestinais importantes causas de perdas produtivas (Gasser et al., 2016; Politi et al., 2018). O controle dessas enfermidades se dá basicamente pelo uso de anti-helmínticos, que têm seu uso limitado devido à rápida perda de eficácia, fenômeno conhecido como resistência anti-helmíntica (RAH). Em pequenos ruminantes, a situação é grave porque os nematoides gastrintestinais desses animais possuem características genéticas que promovem o rápido desenvolvimento de RAH, como rápidas taxas de seleção e de fluxo gênico e elevado nível

de diversidade genética (Blouin et al., 1995). Como resultado, esses parasitos têm potencial genético para responder rapidamente ao efeito dos anti-helmínticos e os meios para assegurar a disseminação de seus genes resistentes (Fleming et al., 2006).

A RAH ocorre quando há maior frequência de parasitos dentro de uma população capaz de tolerar doses de um medicamento que seria letal, sendo essa característica hereditária (Prichard et al., 1980). Ou seja, quando o medicamento utilizado não faz mais efeito devido à seleção de nematoides resistentes, houve um aumento na frequência de genes de resistência através do uso repetido de um anti-helmíntico. De forma geral, quanto maior a pressão de seleção do fármaco (maior número de aplicações), maior será o processo de seleção por organismos resistentes. Sendo assim, anti-helmínticos que são utilizados de forma indiscriminada tendem a perder a sua eficácia com o passar do tempo. Então, quando se administra um determinado composto, selecionam-se os nematoides resistentes a ele e, com o passar das administrações, a população parasitária do rebanho apresentará maior quantidade de genes de resistência, ocasionando a perda de eficácia desse anti-helmíntico.

Os mecanismos responsáveis pela RAH são muito complexos e vêm sendo exaustivamente estudados. Atualmente, sabe-se que a RAH tem sido atribuída a vários fatores genéticos envolvendo mudanças qualitativas e quantitativas nos receptores alvo dos medicamentos no parasito (ex: canais de cloro/glutamato e beta-tubulina) e relacionados à metabolização dos princípios ativos, como as glicoproteínas de transporte (ABC – Glic P). Este último caso está mais relacionado à resistência a múltiplos anti-helmínticos (Turnbull et al., 2018).

Em ovinos e caprinos, a RAH ocorre para todas as classes de medicamentos lançadas, sendo as mais citadas os benzimidazóis, lactonas macrocíclicas e imidazotiazóis (Salgado e Santos, 2016). A perda de eficácia desses fármacos ocorre de forma rápida, e não consegue acompanhar os estudos e lançamentos de outros compostos, em vista que é um processo lento e burocrático. Os últimos anti-helmínticos lançados foram um derivado de aminocetonitrila, o monepantel (Kaminsky et al., 2008), e o derquantel que foi comercializado associado à abamectina (Little et al., 2010). Entretanto, relatos de resistência já foram feitos ao monepantel (Scott et al., 2013) e derquantel (Kaminsky et al., 2011), poucos anos após o lançamento destes fármacos na Nova Zelândia e Austrália. Na América Latina, já foram registrados relatos recentes de resistência ao monepantel no Uruguai (Mederos et al., 2014) e Brasil (Cintra et al., 2016; Albuquerque et al., 2017; Martins et al., 2017; Cintra et al., 2018), mostrando a alta vulnerabilidade dos novos fármacos ao desenvolvimento de RAH.

O problema da resistência anti-helmíntica é mundialmente discutido. No entanto, as peculiaridades de clima e sistema de criação na América Latina, aliadas à expressividade da produção animal destes países, levou à Fundação das Nações unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO, 2003) a desenvolver programas específicos de pesquisa, desenvolvimento e difusão de tecnologia sobre ferramentas de controle integrado de parasitos e manejo de resistência

aos fármacos nesta parte do mundo. Devido sua ampla extensão, o Brasil é um dos países com maior número de estudos epidemiológicos de prevalência de RAH (Tabela 3). Estes estudos demonstram a intensidade de desenvolvimento de resistência múltipla nos rebanhos, sendo que no sul e sudeste do país a maior parte das propriedades não apresenta princípio ativo capaz de controlar a verminose gastrointestinal (Veríssimo et al., 2012; Salgado e Santos, 2016).

Tabela 3: Rebanhos comerciais com resistência anti-helmíntica detectada por teste de redução de ovos de helmintos por grama de fezes no Brasil, em publicações de 1999 a 2017.

Princípio ativo ou grupo de anti-helmíntico	Clima dominante	% de propriedades com resistência (n = número de rebanhos testados)
Benzimidazóis	Tropical	100% (n = 15) ¹ ; 100% (n = 30) ¹¹ ; 90% (n = 10) ¹² ; 100% (n = 2) ¹³
	Semi-árido	55,9% (n = 34) ³ ; 87,5% *(n = 8) ² ; 88% (n = 17) ² ; 90% *(n = 30) ¹⁰
	Subtropical	88,1% (n = 42) ⁴ ; 100% (n = 4) ⁵ ; 100% *(n = 3) ⁵ ; 100% (n = 10) ⁶ ; 13% (n = 74) ⁷ ; 75% (n = 9) ⁸ ; 100% (n = 5) ⁹
Avermectinas	Tropical	100% (n = 15) ¹ ; 100% (n = 28) ¹¹ ; 50% (n = 4) ¹³
	Semi-árido	59% (n = 17) ² ; 37,5% *(n = 8) ² ; 36,6% *(n = 30) ¹⁰
	Subtropical	78,6% (n = 42) ⁴ ; 100% (n = 12) ⁵ ; 100% *(n = 5) ⁵ ; 80% (n = 10) ⁶ ; 75% (n = 65) ⁷ ; 100% (n = 9) ⁸ ; 100% (n = 5) ⁹
Moxidectin	Tropical	86,7% (n = 15) ¹ ; 96,6% (n = 28) ¹¹
	Subtropical	23,6% (n = 38) ⁴ ; 93,7% (n = 16) ⁵ ; 83,3% *(n = 6) ⁵ ; 20% (n = 10) ⁶ ; 66,7% (n = 9) ⁸ ; 100% (n = 5) ⁹ ; 100% (n = 5) ⁹
Levamisole	Tropical	86,7% (n = 15) ¹ ; 53,6% (n = 28) ¹¹ ; 70% (n = 10) ¹²
	Semi-árido	52,9% (n = 34) ³ ; 75% *(n = 8) ² ; 41% (n = 17) ²
	Subtropical	38,0% (n = 42) ⁴ ; 43,7% (n = 16) ⁵ ; 83,3% *(n = 6) ⁵ ; 30% (n = 65) ⁷ ; 44,4% (n = 9) ⁸ ; 80% (n = 5) ⁹
Triclorfon	Tropical	86,7% (n = 15) ¹
Closantel	Tropical	92,9% (n = 28) ¹¹
	Subtropical	85,7% *(n = 7) ⁵ ; 13% (n = 65) ⁷

Fonte: ¹ Sczesny-Moraes et al., 2010; ² Melo et al., 2003; ³ Vieira e Cavalcante, 1999; ⁴ Thomaz-Soccol et al., 2004; ⁵ Milczewski et al., 2006; ⁶ Cunha Filho et al., 1998; ⁷ Ramos et al., 2002; ⁸ Rosalinski-Moraes et al., 2007; ⁹ Rosalinski-Moraes et al., 2008; ¹⁰ Coelho et al., 2010; ¹¹ Veríssimo et al., 2012; ¹² Duarte et al., 2012; ¹³ Batista et al., 2017.

Nota: * Rebanhos caprinos.

De acordo com as diretrizes da Associação Mundial para o Avanço da Parasitologia Veterinária (World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology – WAAVP), considera-se resistência anti-helmíntica (RAH) quando a eficácia de um anti-helmíntico reduz abaixo de 95% a carga parasitária alvo (Coles et al., 2006). Atualmente, como a situação de RAH é grave em vários rebanhos, esse índice é difícil de ser alcançado, então se considera o anti-helmíntico com maior eficácia para tratamento do rebanho. Para isso, é necessário testar os compostos por meio de testes de eficácia.

A obtenção de um diagnóstico preciso e precoce da resistência é importante para auxiliar no controle

parasitário, com o objetivo de preservar a vida útil dos anti-helmínticos e limitar o desenvolvimento da resistência parasitária (Taylor et al., 2016). Ao longo dos anos, os métodos para avaliação de RAH em ruminantes e outros animais vêm sendo discutidos pela WAAVP, e compreendem metodologias *in vivo*, *in vitro* e moleculares (Coles et al., 2006). O método mais utilizado e acessível atualmente para diagnóstico a campo é o teste de redução da contagem de ovos nas fezes, no qual se compara o OPG de um grupo controle (não tratado) com um grupo tratado por algum anti-helmíntico (14 dias após a aplicação):

$$EFICÁCIA (\%) = \frac{(\text{Média OPG grupo controle} - \text{Média OPG grupo tratado}) \cdot 100}{\text{Média OPG grupo controle}}$$



O uso indiscriminado de anti-helmínticos ocasiona contaminação ambiental, o que pode aumentar a resistência parasitária em animais que estão em pastejo. French et al. (2018) analisaram 17 espécies de pastagens utilizadas na pecuária inglesa e encontraram mais de 32 compostos entre antimicrobianos e anti-helmínticos contaminantes dessas plantas, sugerindo um importante risco de resistência aos medicamentos utilizados para os animais. Aliado a isso, o uso indiscriminado de medicamentos antiparasitários pode ocasionar resíduos destes nos produtos de origem animal, comprometendo também a saúde humana (Baptista et al., 2017).

Para retardar a perda de eficácia dos antiparasitários e elaborar guias adequados de tratamento antiparasitário, é necessário identificar práticas de manejo que estão relacionadas à RAH, e que estas sejam repassadas aos profissionais ligados à atividade no campo. Com isso, há um apelo para o uso de práticas mais sustentáveis, como o tratamento direcionado ou seletivo do rebanho e fortalecimento imunológico do hospedeiro (Kotze et al., 2017; Jaeger e Carvalho-Costa, 2018). Para tanto, o conhecimento da epidemiologia dos parasitos é de suma importância no desenvolvimento de um controle estratégico parasitário.

7. Controle das nematodioses gastrintestinais

Atualmente, no controle dos nematódeos de pequenos ruminantes, há um consenso de que o uso excessivo de AH resulta em resistência anti-helmíntica e que a frequência de tratamento é uma das principais variáveis que está significativamente associada à resistência (Falzon et al., 2014). Sendo assim, para que possa ser efetivo, o controle deve considerar as ferramentas de diagnóstico para avaliação da carga e epidemiologia parasitária, buscando tratar somente os animais que necessitam. De acordo com Craig (2018), alguns fatores devem ser considerados no controle de parasitos gastrointestinais: categoria animal e ambiente, animais acometidos clinicamente, sistema imunológico do hospedeiro e utilização de fármacos com eficácia comprovada e de forma sustentável. Com este novo enfoque, o Manejo Integrado de Parasitos (MIP) utiliza várias ferramentas de controle, deixando de lado o uso exclusivo do tratamento químico (Hoste e Torres-Acosta, 2011). Molento et al. (2004) citam o SICOPA

como sendo um “sistema integrado de controle parasitário” desenvolvido para as condições do produtor do Brasil, que preconiza um conjunto de estratégias utilizada no tratamento parcial seletivo do rebanho, a fim de preservar parasitos com característica susceptível (ou em *Refugia*). População *Refugia* é a porção de parasitos que não é exposta à droga quando ocorre o tratamento anti-helmíntico e, portanto, mantém genes de susceptibilidade à droga anti-helmíntica utilizada (Van Wyk, 2001). Esta população é constituída tanto dos parasitos que se encontram no trato gastrointestinal dos hospedeiros que não foram tratados quanto aos estádios de vida livre (Van Wyk, 2001; Kenyon et al., 2009).

Uma das causas da RAH é o tratamento supressivo de todos os animais do rebanho, o que diminui a *Refugia*. Sendo assim, quando há o tratamento de todos os animais de um rebanho, os nematoides resistentes a um determinado composto são os que sobrevivem e acabam “povoando” o ambiente, posteriormente infectando os animais. Dessa forma, o tema “tratamento seletivo”, propõe o tratamento apenas dos animais que realmente precisam (identificados por meio de diagnóstico), deixando os demais animais parasitados. Assim, há uma diluição de parasitos resistentes juntos aos susceptíveis, por meio do aumento da *Refugia*. Portanto, admite-se que o tratamento de todo o rebanho ao mesmo tempo é tão importante quanto a frequência do tratamento no desenvolvimento da resistência. De acordo com Van Wyk (2001), a proporção da população de parasitos em *Refugia* pode ser considerado o fator mais determinante da taxa de desenvolvimento da resistência e deve ser a principal preocupação na implementação de quaisquer estratégias de controle.

Este conceito de “tratar menos” é o fundamento do tratamento seletivo (do termo em inglês – **Targeted Selective Treatment** – TST), pelo qual somente uma proporção do rebanho (e não todo o rebanho) é tratada em determinado momento (Van Wyk et al., 2006). O tratamento seletivo aumenta significativamente a porcentagem da população em *Refugia*, exatamente porque apenas uma pequena proporção do rebanho será tratada cada vez. Isso é possível porque os parasitos não são distribuídos de forma igual em grupos de animais, com relativamente poucos animais infectados com relativamente muitos parasitos. Enquanto grande parte dos animais apresenta-se saudável, uma minoria de indivíduos elimina um alto número de ovos de helmintos nas fezes e mostra sinais clínicos de parasitose (Sotomaior et al., 2007; Rosalinski-Moraes et al., 2011). Portanto, é possível direcionar o tratamento anti-helmíntico nos animais que mais precisam, ou que mais vão se beneficiar do tratamento, fazendo

o chamado tratamento seletivo (Kenyon et al., 2009). O não tratamento com anti-helmíntico dos animais faz com que os parasitos susceptíveis possam ser preservados e, assim, completar seu ciclo de vida,

perpetuando os alelos susceptíveis para a próxima geração (Kenyon et al., 2009). Isto pode promover uma “diluição” de parasitos resistentes junto aos susceptíveis, conforme esquematizado na Figura 26.

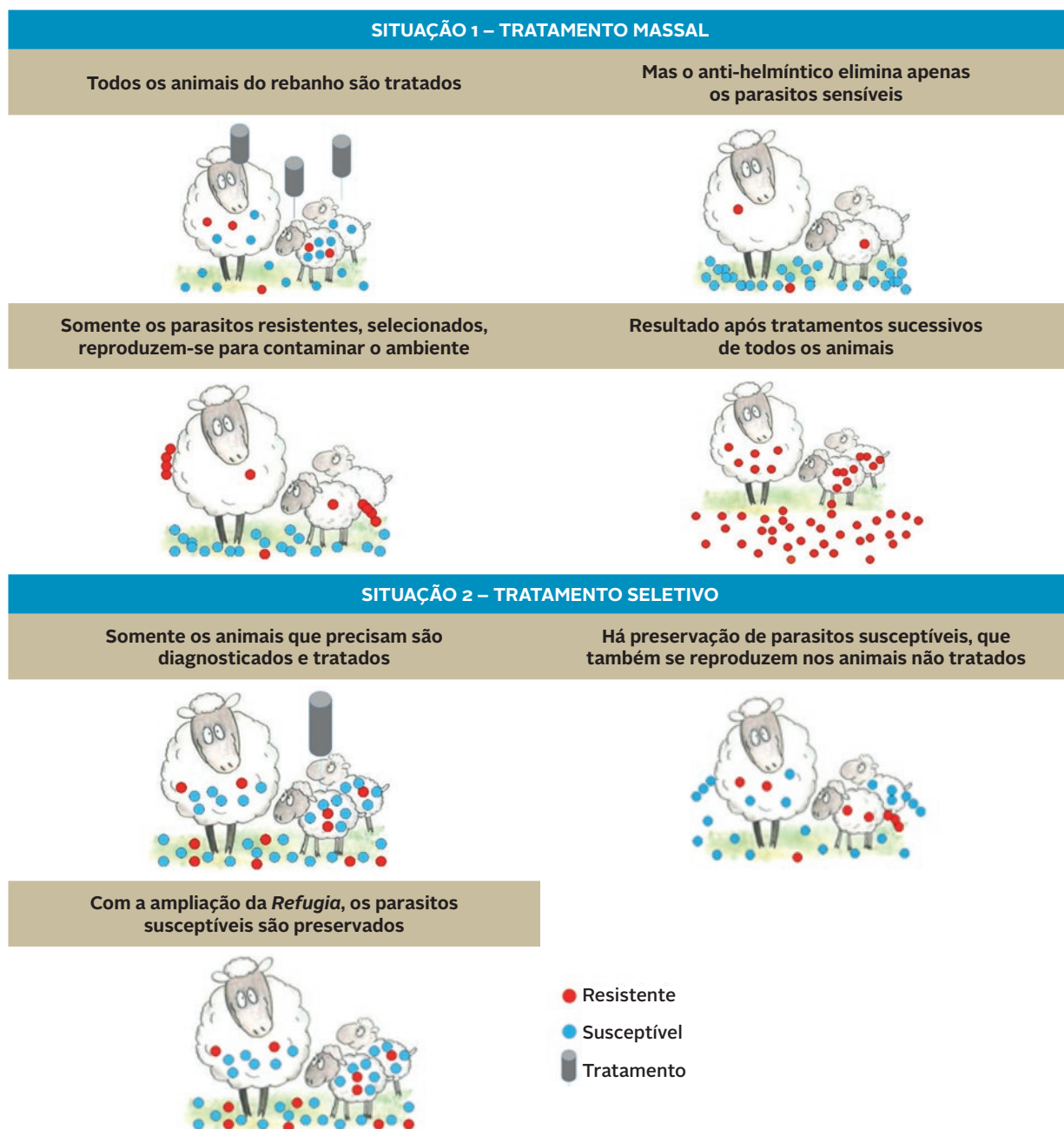


Figura 26: Apresentação esquemática da dinâmica de seleção de parasitos resistentes aos anti-helmínticos, quando os animais do rebanho são tratados de forma massal ou seletiva. Fonte: Autoras.

7.1 Tratamento Seletivo em Pequenos Ruminantes

Algumas particularidades, relacionadas ao hospedeiro, precisam ser compreendidas antes da utilização de um tratamento seletivo de controle de parasitos. A resistência e/ou resiliência genética, o

fator raça e a nutrição irão influenciar diretamente a carga parasitária animal, podendo ser utilizadas como fatores auxiliares na eleição do manejo integrado a ser implementado numa propriedade (Salgado et al., 2017).

Os nematódeos são distribuídos de forma desigual entre os indivíduos de um mesmo rebanho. A existência de uma capacidade fenotípica de animais resistirem a infecções por parasitos gastrintestinais é



amplamente conhecida (Good et al., 2006; Sotomaior et al., 2007; Babar et al., 2015). Esta capacidade é controlada geneticamente (Stear e Murray, 1994), o que torna possível a ideia de seleção genética de animais resistentes a infecções por *H. contortus*.

Segundo Albers e Gray (1987), consideram-se animais como resistentes aqueles capazes de eliminar cargas parasitárias a que são expostos. Os resilientes são animais que, mesmo parasitados, conseguem manter índices de produção satisfatórios. Estudos demonstraram que a resistência genética do hospedeiro a nematódeos gastrintestinais é herdável e os índices de herdabilidade variam de 0,3 a 0,5 (Barger, 1989). Em longo prazo, o processo de seleção genética pode produzir animais resistentes e resilientes à infecção parasitária, por meio da identificação de animais susceptíveis para descarte (Albers e Gray, 1987; Rosalinski-Moraes et al., 2011; Kahn e Woodgate, 2012).

No tratamento seletivo, os critérios mais utilizados para identificar os animais que precisam ser tratados são indicadores de parasitismo clínico, como anemia (método FAMACHA®), emagrecimento (escore corporal), diarreia ou redução na produtividade (ganho de peso ou produção de leite) (Molento et al., 2004; Bath e Van Wyk, 2009; Sotomaior et al., 2009; Rosalinski-Moraes et al., 2012). Esses critérios, quanto mais práticos e de fácil execução, mais viáveis se tornam (Bath e Van Wyk, 2009; Kenyon et al., 2013). Portanto, ao se comparar com o OPG e outros indicadores laboratoriais, os critérios clínicos são mais facilmente mensuráveis a campo, o que facilita sua avaliação periódica.

O método FAMACHA® é considerado um dos melhores indicadores de tratamento seletivo para rebanhos infectados pelo parasito *H. contortus* (Besier, 2012; Leask et al., 2013). Além da eficiência na identificação da anemia causada pelo parasito, a utilização do método não gerou perdas produtivas quando comparado a métodos de tratamento anti-helmíntico frequentemente utilizados em diferentes rebanhos (Mahieu et al., 2007; Molento et al., 2009). O método tem um custo relativamente baixo, sendo necessário apenas o treinamento de quem realizará as avaliações, e é possível identificar a necessidade de tratamento no momento da avaliação do animal (Van Wyk e Bath, 2002; Maia et al., 2014). Em longo prazo, programas de seleção genética baseados em históricos de avaliação pelo método FAMACHA® poderão ser utilizadas com maior efetividade e menor custo do que outros parâmetros do tratamento seletivo.

O método FAMACHA® foi desenvolvido na África do Sul, por um grupo de pesquisadores, com o objetivo de se tornar uma ferramenta para a identificação e tratamento seletivo de ovinos

parasitados por *H. contortus* (Bath et al., 2001). Seu nome é uma homenagem ao pesquisador que originou a ideia: FA (Faffa) MA (Malan) CHA (Chart). O método se baseia na avaliação da mucosa conjuntiva ocular comparada com um cartão padrão. Neste, estão presentes cinco categorias de cores que variam de 1 (vermelho brilhante) a 5 (pálida, quase branca). Cada uma das cinco categorias representa um intervalo de valores de hematócrito, sendo 28, 23, 18 e 13, respectivamente, os limites inferiores para os grupos de 1 a 4 (Bath et al., 2001; Van Wyk e Bath, 2002). Aos animais classificados como 4 e 5, é sempre recomendado o tratamento anti-helmíntico e, em alguns casos, também para os animais que apresentam coloração de mucosa compatível com o grupo 3 (Bath et al., 2001; Van Wyk e Bath, 2002; Sotomaior et al., 2012) (Figura 27).



Figura 27: Avaliação do grau FAMACHA® pela exposição da conjuntiva ocular na pálpebra inferior de um ovino após fechamento da pálpebra superior com leve pressão digital.

Nota: A coloração da conjuntiva deve ser comparada com um cartão com cinco cores padronizadas.

Fonte: Autoras.

No Brasil, os primeiros relatos do uso do FAMACHA® são do ano de 2003 e 2004 (Sotomaior et al., 2003; Molento et al., 2004). A partir de então, o método tem sido utilizado em diferentes regiões (Depner et al., 2007; Vilela et al., 2008; Molento et al., 2009; Maia et al., 2014; 2015).

No país, a porcentagem na redução do uso de anti-helmínticos foi no mínimo de 75,6% quando comparada a métodos de desverminação realizados em intervalos frequentes. As taxas de desverminação brasileiras corroboram com resultados de pesquisas realizadas em outros países. No Quênia, Ejlersen et al. (2006) relataram 89% e 79% de redução no número de tratamentos anti-helmínticos em caprinos de duas fazendas diferentes, acompanhadas durante 4 meses, quando comparados a sistemas de desverminações mensais. Segundo Miller et al. (2011), nos Estados Unidos, comparando sistemas de tratamento mensal com tratamento pelo FAMACHA®

em 3 diferentes grupos (ovelhas, cordeiros e cabritos), as médias de redução no tratamento foram de 95%, 53% e 68%, respectivamente. A redução no uso de anti-helmínticos reflete diretamente na redução de gastos. No Brasil, Depner et al. (2007) encontraram valores de redução de custos de 87,5% e Pinto et al. (2009), de 75%, com a utilização do FAMACHA®.

O método, apesar de eficiente para diagnosticar a anemia causada por *H. contortus* em ovinos e caprinos, possui limitações. Seu uso seguro, sem taxas de mortalidades elevadas, dependerá da compreensão de sua utilização. Precauções devem ser tomadas nas categorias consideradas mais sensíveis e quando existirem outras causas de anemia (Ejlertsen et al., 2006; Kenyon et al., 2009). Também é necessário o monitoramento periódico por coproculturas, a fim de verificar se o *H. contortus* continua sendo o principal parasito (Bath et al., 2001). Portanto, o treinamento é imprescindível para plena utilização da metodologia (Bath et al., 2001; Maia et al., 2014).

Em trabalho realizado pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) em conjunto com

técnicos da Associação de Especialistas em Pequenos Ruminantes (AVEPER), Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná (SEAB) e Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), denominado “Treinamento de pequenos produtores de ovinos e caprinos na utilização do método FAMACHA® como auxiliar no controle da verminose gastrointestinal”, foram realizados treinamentos do método FAMACHA® em 25 cidades paranaenses, entre julho de 2009 e maio de 2011.

Posteriormente, foram publicados os dados de um levantamento realizado com o objetivo de avaliar o grau de adoção e a correta utilização do método FAMACHA®. Para tanto, foram enviados questionários aos participantes do “Treinamento de pequenos produtores de ovinos e caprinos na utilização do método FAMACHA® como auxiliar no controle da verminose gastrointestinal” (Maia et al., 2015). Os principais resultados mostram que os produtores adotaram o tratamento seletivo (Tabela 4), havendo uma redução de 67,2% para 12,1% dos criadores que tratavam todo os animais do rebanho.

Tabela 4: Práticas adotadas para tratamento do rebanho antes e depois do curso, comparadas com quantidade de animais tratados, segundo questionário enviado aos participantes do Treinamento do método FAMACHA® nos anos de 2012 e 2013 no Estado do Paraná.

Critério de tratamento	Quais animais			Total
	Somente alguns	Sempre todos	Por grupo	
Antes do curso				
Usando FAMACHA®	4 (6,9%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	4 (6,9%)
De acordo com o manejo	3 (5,2%)	8 (13,8%)	5 (8,6%)	16 (27,6%)
Quando sinais de verminose	3 (5,2%)	12 (20,7%)	2 (3,4%)	17 (29,3%)
De acordo com OPG	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Mensalmente	2 (3,4%)	18 (31,0%)	0 (0,0%)	20 (34,5%)
Outro	0 (0,0%)	1 (1,7%)	0 (0,0%)	1 (1,7%)
Total	12 (20,7%)	39 (67,2%)	7 (12,1%)	58 (100%)
Depois do curso				
Usando FAMACHA®	33 (56,9%)	2 (3,4%)	5 (8,6%)	40 (69,0%)
De acordo com o manejo	6 (10,3%)	1 (1,7%)	1 (1,7%)	8 (13,8%)
Quando sinais de verminose	4 (6,9%)	2 (3,4%)	0 (0,0%)	6 (10,3%)
De acordo com OPG	1 (1,7%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (1,7%)
Mensalmente	0 (0,0%)	2 (3,4%)	1 (1,7%)	3 (5,2%)
Total	44 (75,9%)	7 (12,1%)	7 (12,1%)	58 (100%)

Nota: * Porcentagem calculada em relação ao número total de respostas obtidas (58).

Fonte: Maia et al. (2015).

Uma das formas de melhorar a capacidade de identificar clinicamente animais para tratamento seletivo é a inclusão de mais de uma variável como critério de identificação. Neste sentido, Bath e Van Wyk (2009) propuseram um sistema chamado “*The Five Point Check*®” (5.✓©), no qual o tratamento seletivo seria baseado na avaliação de cinco lugares

no corpo do animal: nariz (*Oestrus ovis*), olhos (anemia), mandíbula (edema sub-mandibular), dorso (condição corporal) e cauda (diarreia).

A utilização de critérios baseados em índices de produção, avaliados isoladamente, ainda não estão muito difundidos, devido à falta de validação das metodologias. Entretanto, dados produtivos vêm



sendo levados em consideração quando se buscam parâmetros para tratamento seletivo. Os indivíduos parasitados têm redução no apetite e demandam mais energia para tentar combater a infecção, o que resulta em menor ganho de peso. A redução no ganho de peso pode ser utilizada como uma forma de tratamento seletivo, mas ainda não há uma padronização para a utilização deste método (Kenyon e Jackson, 2012). Experimentos na Nova Zelândia demonstraram não haver diferença significativa no ganho de peso de cordeiros quando comparados grupo de tratamento preventivo, baseado em cinco tratamentos de todos os animais em um intervalo de 98 dias, com grupo de tratamento seletivo, onde os 10% ou 15% de cordeiros mais pesados do rebanho eram deixados sem tratamento (Leathwick et al., 2006 a; b). Na França, utilizando como parâmetro para tratamento o ganho de peso diário de cordeiros menor que 0,10 kg/dia, e/ou grupo com OPG mais alto do lote (20%-30%), a redução nos tratamentos foi de 90% comparando com o grupo que recebia tratamento mensal (Gaba et al., 2010).

O escore corporal como critério de tratamento seletivo foi utilizado por Gallidis et al. (2009), que trataram animais com escore corporal menor que 2, possibilitando uma redução de 73% nos tratamentos em caprinos e 50% em ovinos. Idika et al. (2012), ao realizar estudos com cordeiros infectados por *H. contortus* experimentalmente, constataram redução na média de escore corporal inicial 3,5, após 28 dias, comparando grupo controle e infectado.

Além do contexto dos fatores produtivos, a presença ou ausência de diarreia é um fator patofisiológico estudado como forma de tratamento seletivo em pequenos ruminantes. Bath e Van Wyk (2009) listam, entre um dos cinco fatores a serem observados para o controle seletivo de verminose, a presença ou não de diarreia, principalmente nos casos em que o parasita *H. contortus* não é o mais prevalente. O DAG-SCORE pontua o grau de diarreia dos animais, de acordo com o acúmulo de fezes na região da cauda, períneo, ânus e membros posteriores (Broughan e Wall, 2007; Bath e Van Wyk, 2009). A avaliação subjetiva deste índice pode indicar a necessidade de tratamento dos animais (Bath e Van Wyk, 2009). No entanto, alguns valores altos de DAG-SCORE não foram associados a valores altos de OPG (Morris et al., 2000; 2005).

Outra maneira de determinar o tratamento anti-helmíntico pela presença ou não de diarreia é a metodologia DISCO, que estima o teor de matéria seca encontrada nas fezes no momento da colheita. Os animais são ranqueados em três categorias (1, 2 e 3) sendo que os classificados como 3 são individualmente tratados (Ouzir et al., 2011). A utilização deste método foi capaz de identificar

corretamente 70% e 80% de ovelhas parasitadas por *Teladorsagia* e *Nematodirus*, segundo estudos realizados por Ouzir et al. (2011) e Bentounsi et al. (2012), respectivamente.

Rosalinski-Moraes et al. (2012) não obtiveram correlação entre valores de escore de diarreia com OPG, em um rebanho cujo 80% dos estrongilídeos eram *Haemonchus* sp.. Os critérios utilizados para avaliação deste escore foram baseados na inspeção visual das amostras de fezes no momento da colheita e classificando de 0 (normal) a 4 (aquosa).

A contagem de ovos por grama de fezes (OPG) demonstra eficiência em identificar animais parasitados. Estudos em várias regiões do mundo demonstraram redução no tratamento baseado em valores de OPG segundo diferentes critérios (Leathwick et al., 2006a; Gallidis et al., 2009). Porém, o OPG só é válido como tratamento seletivo dos animais quando todos são avaliados, pois, como visto entre os fatores genéticos, apenas uma pequena parcela da população não é capaz de suportar os efeitos de altas cargas parasitárias. A desvantagem do OPG em relação aos demais métodos é a de que requer certo tempo para análise das amostras, o que impede que as medidas preventivas de tratamento seletivo sejam realizadas na hora da avaliação do animal (Torres-Acosta e Hoste, 2008; Kenyon et al., 2009).

Vários trabalhos mostram uma importante redução no uso de anti-helmínticos, quando o tratamento seletivo é utilizado. Estas reduções variam de 50% (Busin et al., 2014) a 90% (Gaba et al., 2010). Outros dados bastante importantes na utilização do tratamento seletivo dizem respeito ao retardamento da resistência, demonstrado em experimentos (Gaba et al., 2010; Kenyon et al., 2013; Albuquerque et al., 2017) e simulações (Gaba et al., 2010).

Portanto, a adoção de um sistema integrado de controle parasitário que compreenda o uso de metodologias de tratamento anti-helmíntico seletivo e monitoramento da eficácia das drogas tem se mostrado o caminho mais viável para o controle das endoparasitoses em ovinos e caprinos.

Referências

Albers GAA, Gray GD. Breeding for worm resistance: a perspective. *International Journal for Parasitology*. 1987; 17:559-566.

Albuquerque CAC, Bassetto CC, Almeida FA, Amarante AFT. Development of *Haemonchus contortus* resistance in sheep under suppressive

or targeted selective treatment with monepantel. *Veterinary Parasitology*. 2017; 246:112-117.

Amarante AFT. Os parasitas de ovinos. São Paulo: Editora Unesp Digital; 2014.

Anderson RC. Nematode Parasites of Vertebrates: their development and transmission. 2nd ed. Wallingford: CABI Publishing; 2000.

Babar ME, Hussain T, Ahmad MS, Ali A, Abbas K, Ali MM. Evaluation of Pakistani goat breeds for genetic resistance to *Haemonchus contortus*. *Acta Vet. Brno*. 2015; 84:231-235.

Baptista RC, Fernandes MAM, Gilaverte S, Queiroz SCN, Assalin MR, Ferracini VL, Monteiro ALG, Reyes FGR. Determination of Moxidectin in Serum by Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry and Its Application in Pharmacokinetic Study in Lambs. *Journal of the Brazilian Chemical Society*. 2017; 28(2):250-256.

Barger IA. Genetic resistance of hosts and its influence on epidemiology. *Veterinary Parasitology*. 1989; 32:21-35.

Bath GF, Hansen JW, Krecek RC, van Wyk JA, Vatta AF. Sustainable approaches for managing haemonchosis in sheep and goats. FAO (Technical Cooperation Project n. TCP/SAF/8821A), Rome: FAO; 2001.

Bath GF, van Wyk JA. The Five Point Check© for targeted selective treatment of internal parasites in small ruminants. *Small Ruminant Research*. 2009; 86(1-3):6-13.

Batista LF, Ramos LF, Brito SNS, Castro ALO, Antunes CR, Oliveira LLS. Resistência anti-helmíntica em nematoides gastrintestinais de ovinos. *Pubvet*. 2017; 11(12):1245-1249.

Bentounsi B, Meradi S, Cabaret J. Towards finding effective indicators (diarrhoea and anaemia scores and weight gains) for the implementation of targeted selective treatment against the gastro-intestinal nematodes in lambs in a steppic environment. *Veterinary Parasitology*. 2012; 187(1-2):275-279.

Besier RB. Refugia-based strategies for sustainable worm control: factors affecting the acceptability to sheep and goat owners. *Veterinary Parasitology*. 2012; 186(1-2):2-9.

Blake DP, Tomley FM. Securing poultry production from the ever-present *Eimeria* challenge. *Trends in Parasitology*. 2014; 30(1):12-19.

Blouin MS, Yowell CA, Courtney CH, Dame JB. Host movement and the genetic structure of populations

of parasitic nematodes. *Genetics*. 1995; 141(3):1007-1014.

Boomker J. Helminth infections of ruminants [Internet]. Available from: <http://www.afrivip.org/sites/default/files/Helminths-ruminants/nematodes.html>.

Bosco A, Maurelli MP, Ianniello D, Morgoglione EE, Amadesi A, Coles GC, Cringoli G, Rinaldi L. The recovery of added nematode eggs from horse and sheep faeces by three methods. *BMC Veterinary Research*. 2018; 14(1):7.

Bowman DD. *Georgis – Parasitologia Veterinária*. 9. ed. São Paulo: Saunders-Elsevier; 2010.

Broughan JM, Wall R. Fecal soiling and gastrointestinal helminth infection in lambs. *International Journal for Parasitology*. 2007; 37:1255-1268.

Busin V, Kenyon F, Parkin T, McBean D, Laing N, Sargison ND, Ellis K. Production impact of a targeted selective treatment system based on liveweight gain in a commercial flock. *The Veterinary Journal*. 2014; 200:248-252.

Calvani NED, George SD, Windsor PA, Bush RD, Šlapeta J. Comparison of early detection of *Fasciola hepatica* in experimentally infected Merino sheep by real-time PCR, coproantigen ELISA and sedimentation. *Veterinary Parasitology*. 2018; 251:85-89.

Cardoso JMS. Aspectos epidemiológicos da infecção por Neosporocaninun em bovinos leiteiros da região do Vale do Paraíba Paulista [thesis]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2010.

Caswell JL, Williams KJ. Respiratory System. In: Maxie MG, editor. *Jubb, Kennedy & Palmer's Pathology of Domestic Animals: volume 2*. 6th ed. St. Louis: Elsevier; 2016. Available from: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/muellerius-capillariss>.

Cintra MCR, Teixeira VN, Nascimento LV, Ollhoff RD, Sotomaior CS. Monepantel resistant *Trichostrongylus colubriformis* in goats in Brazil. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*. 2018; 11:12-14.

Cintra MCR, Teixeira VN, Nascimento LV, Sotomaior CS. Lack of efficacy of monepantel against *Trichostrongylus colubriformis* in sheep in Brazil. *Veterinary Parasitology*. 2016; 216:4-6.

Coelho C, Ahid SMM, Vieira LS, Fonseca ZAAS, Silva IP. Resistência anti-helmíntica em caprinos do município de Mossoró, RN. *Ci. Anim. Bras*. 2010; 11(3):589-599.

Coles GC, Jackson F, Pomroy WE, Prichard RK, von Samson-Himmelstjerna G, Silvestre A, Taylor



- MA, Vercruysse J. The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology*. 2006; 136:167-185.
- Craig TM. Gastrointestinal nematodes: diagnosis and control. *Vet. Clin. Food. Anim.* 2018; 34:185-199.
- Cunha Filho LFC, Pereira ABL, Yamamura MH. Resistência anti-helmíntica em ovinos da região de Londrina - Paraná - Brasil. *Semina: Ci. Agr. Londrina*. 1998; 19:31-37.
- Depner R, Gavião AA, Cecim M, Rocha R, Molento MB. Desempenho de cordeiros naturalmente infectados com parasitas gastrintestinais utilizando o tratamento seletivo com o método Famacha e o tratamento preventivo. *Arch. Vet. Sci.* 2007; 12:32-37.
- Duarte ER, Silva RB, Vasconcelos VO, Nogueira FA, Oliveira NJF. Diagnóstico do controle e perfil de sensibilidade de nematódeos de ovinos ao albendazol e ao levamisol no norte de Minas Gerais. *Pesq. Vet. Bras.* 2012; 32(2):147-152.
- Dubey JP. Toxoplasmosis and other causes of abortions in sheep from north central United States. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1990; 196(2):287-90.
- Dubey JP, Schares G, Ortega-Mora LM. Epidemiology and Control of Neosporosis and *Neospora caninum*. *Clin. Microbiol. Rev.* 2007; 20(2):323-367.
- Ejlertsen M, Githigia SM, Otieno RO, Thamsbprg SM. Accuracy of an anaemia scoring chart applied on goats in sub-humid Kenya and its potential for control of *Haemonchus contortus* infections. *Veterinary Parasitology*. 2006; 141:291-301.
- Falzon LC, O'Neill TJ, Menzies PI, Peregrine AS, Jones-Bitton A, Vanleeuwene J, Mederos A. A systematic review and meta-analysis of factors associated with anthelmintic resistance in sheep. *Preventive Veterinary Medicine*. 2014; 15:388-402.
- FAO. Resistencia a los Antiparasitarios: Estado Actual con Énfasis en América Latina. Roma: FAO; 2003.
- Fleming SA, Craig T, Kaplan RM, Miller JE, Navarre C, Rings M. Anthelmintic Resistance of Gastrointestinal Parasites in Small Ruminants. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2006; 20:435-444.
- French KE, Harvey J, McCullagh JSO. Targeted and Untargeted Metabolic Profiling of Wild Grassland Plants identifies Antibiotic and Anthelmintic Compounds Targeting Pathogen Physiology, Metabolism and Reproduction. *Scientific Reports*. 2018; 8(1):1695.
- Gaba S, Cabaret J, Sauvéb C, Cortetb J, Silvestre A. Experimental and modeling approaches to evaluate different aspects of the efficacy of Targeted Selective Treatment of anthelmintics against sheep parasite nematodes. *Veterinary Parasitology*. 2010; 171:254-262.
- Gallidis E, Papadopoulos E, Ptochos S, Arsenos G. The use of targeted selective treatments against gastrointestinal nematodes in milking sheep and goats in Greece based on parasitological and performance criteria. *Veterinary Parasitology*. 2009; 164:53-58.
- Gasser RB, Schwarz EM, Korhonen PK, Young ND. Understanding *Haemonchus contortus* better through genomics and transcriptomics. *Advances in Parasitology*. 2016; 93:519-67.
- González-Garduño R, Martínez FN, Arece-García J. Presence of *Cooperia curticei*, *C. punctata* and *Trichostrongylus colubriformis*, (Strongylida: Trichostrongylidae) in Tabasco, Mexico. *Rev. Salud Anim.* 2014; 36(3):159-163.
- González-Warleta M, Castro-Hermida JA, Regidor-Cerrillo J, Benavides J, Álvarez-García G, Fuertes M, Ortega-Mora LM, Mezo M. *Neospora caninum* infection as a cause of reproductive failure in a sheep flock. *Veterinary Research*. 2014; 45:88.
- Good B, Hanrahan JP, Crowley BA, Mulcahy G. Texel sheep are more resistant to natural nematode challenge than Suffolk sheep based on fecal egg count and nematode burden. *Veterinary Parasitology*. 2006; 136:317-327.
- Gordon HM, Whitlock HV. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. *Journal of the Council of Scientific and Industrial Research*. 1939; 12:50-52.
- Hammad SJ, Cavallero S, Milardi GL, Gabrielli S, Amelio DS, Al-Nasiri FS. Molecular genotyping of *Echinococcus granulosus* in the North of Iraq. *Veterinary Parasitology*. 2018; 249:82-87.
- Hoste H, Torres-Acosta JFJ. Non chemical control of helminths in ruminants: adapting solutions for changing worms in a changing world. *Veterinary Parasitology*. 2011; 180(1-2):144-154.
- Hurtado Preciado H, Serrano Fraile LA, González Barquero D, Almaraz García J, Pulido Sánchez DA, Masa Pérez R, Ávila Rosado J. Contribución a la identificación etiológica parasitaria en el ganado ovino en la provincia de Cáceres. In: *Informativo Veterinario Albeitar* [Internet]; 2014. Available from: <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/11482/articulos-rumiantesarchivo/contribucion-a-la-identificacion-etiolologica-parasitaria-en-el-ganado-ovino-en-la-provincia-de-caceres.html>.
- Idika IK, Chienjina SN, Mhomga LI, Nnadi PA, Ngongeh LA. Changes in the body condition scores of Nigerian West African Dwarf sheep experimentally infected

with mixed infections of *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis*. *Veterinary Parasitology*. 2012; 188(1-2):99-103.

Jaeger LH, Carvalho-Costa FA. Status of benzimidazole resistance in intestinal nematode populations of livestock in Brazil: a systematic review. *BMC Veterinary Research*. 2017; 13:358.

Junqueira P. *Ostertagia* and *Teladorsagia* spp. parasitic brown stomach worms of cattle, sheep and goats: biology, prevention and control. *Ostertagiasis*. In: *Parasitipedia.net* [Internet]; 2017. Available from: http://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=2636&Itemid=291.

Kahn LP, Woodgate RG. Integrated parasite management: products for adoption by the Australian sheep industry. *Veterinary Parasitology*. 2012; 186:58-64.

Kaminsky R, Bapst B, Stein PA, Strehlau GA, Allan BA, Hosking BC, Rolfe PF, Sager H. Differences in efficacy of monepantel, derquantel and abamectin against multi-resistant nematodes of sheep. *Parasitology Research*. 2011; 109(1):19-23.

Kaminsky R, Ducray P, Jung M, Clover R, Rufener L, Bouvier J, Weber SS, Wenger A, Wieland-Berghausen S, Goebel T, Gauvry N, Pautrat F, Skripsky T, Froelich O, Komoin-Oka C, Westlund B, Sluder A, Mäser P. A new class of anthelmintics effective against drug-resistant nematodes. *Nature*. 2008; 452:176-180.

Kenyon F, Greer AW, Coles GC, Cringoli G, Papadopoulos E, Cabaret J, Berrag B, Varady M, van Wyk JA, Thomas E, Vercruysse J, Jackson F. The role of targeted selective treatments in the development of refugia-based approaches to the control of gastrointestinal nematodes of small ruminants. *Veterinary Parasitology*. 2009; 164:3-11.

Kenyon F, Jackson F. Targeted flock/herd and individual ruminant treatment approaches. *Veterinary Parasitology*. 2012; 186:10-17.

Kenyon F, McBean D, Greer AW, Burgess CG, Morrison AA, Bartley DJ, Bartley Y, Devin L, Nath M, Jackson F. A comparative study of the effects of four treatment regimes on ivermectin efficacy, body weight and pasture contamination in lambs naturally infected with gastrointestinal nematodes in Scotland. *International Journal for Parasitology. Drugs and Drug Resistance*. 2013; 3:77-84.

Kotze AC, Ruffell A, Lamb J, Elliot TP. Response of drug-susceptible and -resistant *Haemonchus contortus* larvae to monepantel and abamectin alone or in combination in vitro. *Vet Parasitol*. 2018; 249:57-62.

Lamb J. *Oesophagostomum columbianum*: a view from the laboratory. In: *Wormboss* [Internet]; 2017. Available from: <http://www.wormboss.com.au/news/articles/worms-and-other-parasites/oesophagostomum-columbianuma-view-from-the-laboratory.php>.

Leask R, van Wyk JA, Thompson PN, Bath GF. The effect of application of the FAMACHA® system on selected production parameters in sheep. *Small Ruminant Research*. 2013; 110(1):1-8.

Leathwick DM, Miller CM, Atkinson DS, Haack NA, Alexander RA, Oliver AM, Waghorn TS, Potter JF, Sutherland IA. Drenching adult ewes: implications of anthelmintic treatments pre- and post-lambing on the development of anthelmintic resistance. *New Zealand Veterinary Journal*. 2006a; 54(6):297-304.

Leathwick DM, Waghorn TS, Miller CM, Atkinson DS, Haack NA, Oliver AM. Selective and on-demand drenching of lambs: impact on parasite populations and performance of lambs. *New Zealand Veterinary Journal*. 2006b; 54(6):305-312.

Little PR, Hodges A, Watson TG, Seed JA, Maeder SJ. Field efficacy and safety of an oral formulation of the novel combination anthelmintic, derquantel-abamectin, in sheep in New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal*. 2010; 58(3):121-129.

Mahieu M, Arquet R, Kandassamy T, Mandonnet N, Hoste H. Evaluation of targeted drenching using Famacha method in Creole goat: Reduction of anthelmintic use, and effects on kid production and pasture contamination. *Veterinary Parasitology*. 2007; 146(1-2):135-147.

Maia D, Rosalinski-Moraes F, Torres-Acosta JFJ, Cintra MCR, Sotomaior CS. FAMACHA® system assessment by previously trained sheep and goat farmers in Brazil. *Vet. Parasitol*. 2015; 209(3-4):202-209.

Maia D, Rosalinski-Moraes F, van Wyk JA, Weber S, Sotomaior CS. Assessment of a hands-on method for FAMACHA® system training. *Vet. Parasitol*. 2014; 200(1-2):165-171.

Martins AC, Bergamasco PLF, Felippelli G, Tebaldi JH, Moraes MFD, Testi AJP, Lopera IM, Hoppe EGL. *Haemonchus contortus* resistance to monepantel in sheep: fecal egg count reduction tests and randomized controlled trials. *Semina: Ciências Agrárias*. 2017; 38(1):231-238.

Mattos MJT, Cunha FOV, Marques SMT. Comparison of two parasitological techniques in identification of eggs with *Fasciola hepatica*. *Revista da FZVA*. 2009; 16(1):105-112.



- McMahon C, Edgar HWJ, Barley JP, Hanna REB, Brennan GP, Fairweather I. Control of Nematodirus spp. infection by sheep flock owners in Northern Ireland. *Irish Veterinary Journal Iris Tréidliachta Éireann*. 2017; 70:31.
- Mederos AE, Ramos Z, Banchemo GE. First report of monepantel *Haemonchus contortus* resistance on sheep farms in Uruguay. *Parasites & Vectors*. 2014; 7:598-602.
- Melo ACFL, Reis IF, Bevilacqua CML, Vieira LS, Echevarria FAM, Melo LM. Nematódeos resistentes a anti-helmíntico em rebanhos de ovinos e caprinos do estado do Ceará, Brasil. *Ciência Rural*. 2003; 33(2):339-344.
- Milczewski V et al. Resistência Anti-helmíntica em rebanhos ovinos e caprinos do Estado do Paraná. In: XIV Congresso Brasileiro de Parasitologia Veterinária e II Simpósio Latino-Americano de Rickettsioses. Programa & Resumos. Ribeirão Preto: Colégio Brasileiro de Parasitologia Veterinária; 2006. p. 289-289.
- Millar PR, Sobreiro LG, Bonna ICF, Amendoeira MRR. The importance of food animals in the infection for *Toxoplasma gondii* in Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*. 2008; 29(3):693-706.
- Miller JE, Burke JM, Terril TH, Kearney MT. A comparison of two integrated approaches of controlling nematode parasites in small ruminants. *Veterinary Parasitology*. 2011; 178(3-4):300-310.
- Mitsuka-Breganó R, Lopes-Mori FMR, Navarro IT, orgs. Toxoplasmose. In: Mitsuka-Breganó R, Lopes-Mori FMR, Navarro IT, orgs. Toxoplasmose adquirida na gestação e congênita: vigilância em saúde, diagnóstico, tratamento e condutas. Londrina: EDUEL; 2010. p. 1-5.
- Molento MB, Gavião AA, Depner RA, Pires CC. Frequency of treatment and production performance using the FAMACHA method compared with preventive control in ewes. *Veterinary Parasitology*. 2009; 162(3-4):314-319.
- 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). *Ciência Rural*. 2004; 34(4):1139-1145.
- Monteiro SG. *Parasitologia Veterinária*. São Paulo: Rocca; 2011.
- Morris CA, Vlassoff A, Bisset SA, Baker RL, Watson TG, West CJ, Wheeler M. Continued selection of Romney sheep for resistance of susceptibility to nematode infection: estimates of direct and correlated responses. *Animal Science*. 2000; 70(1):17-27.
- Morris CA, Wheeler M, Watson TG, Hosking BC, Leathwick DM. Direct and correlated responses to selection for high or low faecal nematode egg count in Perendale sheep. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 2005; 48(1):1-10.
- O'Connor LJ, Walkden-Brown SW, Kahn LP. Ecology of the free-living stages of major trichostrongylid parasites of sheep. *Veterinary Parasitology*. 2006; 142(1-2):1-15.
- Oliveira MV, Ferreira IC, Macedo Júnior GL, Rosalinski-Moraes F, Antunes MM, França MAS, Naves JG, Rodrigues VJC. Benefícios da utilização de Monensina sódica na nutrição de cordeiros semi-confinados. *Bioscience Journal*. 2013; 29(6):1961-1970.
- Ouzir M, Berrag B, Benjouad A, Cabaret J. Use of pathophysiological indicators for individual decision of anthelmintic treatment of ewes against gastrointestinal nematodes in Morocco. *Veterinary Parasitology*. 2011; 180(3-4):372-377.
- Pinto S, Barros CS, Scolari APR, Monteiro ALG, Cabrita CM, Rocha FMP. Método Famacha® no controle de parasitos em caprinos. *Ciência Animal Brasileira*. 2009; Suplemento 1:695-700 (Anais do VIII Congresso Brasileiro de Buiatria).
- Politi FAS, Souza Júnior AA, Fantatto RR, Pietro RCLR, Barioni Júnior W, Rabelo MD, Bizzo HR, Chagas ACS, Furlan M. Chemical composition and in vitro anthelmintic activity of extracts of *Tagetes patula* against a multidrug-resistant isolate of *Haemonchus contortus*. *Chem Biodivers*. 2018; 15(2):e1700507.
- Prichard RK, Hall CA, Kelly JD, Martin IC, Donald AD. The problem of anthelmintic resistance in nematodes. *Australian Veterinary Journal*. 1980; 56(5): 239-251.
- Ramos CI, Bellato V, Ávila VS, Coutinho GC, Souza AP. Gastro-intestinal parasites resistance in sheep to some anthelmintics in Santa Catarina State, Brazil. *Cienc. Rural*. 2002; 32(3):473-477.
- Rodrigues DSA, Alencar DF, Medeiros BLN. Aspectos epidemiológicos, clínicos e patológicos da cenurose. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia – PUBVET*. 2016; 10(1):83-86.
- Rosalinski-Moraes F, Fernandes FG, Munaretto A, Oliveira S, Wilmsen MO, Pereira MW, Meirelles ACF. Método FAMACHA®, escore corporal e de diarreia como indicadores para o tratamento anti-helmíntico

- seletivo de ovelhas em reprodução. *Bioscience Journal*. 2012; 28(6):1015-1023.
- Rosalinski-Moraes F, Sotomaioir CS, Schimidt EMS, Thomaz-Socool V. Uso de marcadores parasitológicos e imunológicos na seleção de ovelhas resistentes às parasitoses gastrintestinais. *Archives of Veterinary Science*. 2011; 16(1):7-20.
- Rosalinski-Moraes F, Moretto LH, Bresolin WS, Kafer L, Gabrielli I, Sonaglio F, Zanchet IK, Thomaz-Socool V. Resistencia anti-helmintica em rebanhos ovinos da região da Associação dos Municípios do Alto Irani (AMAI), Oeste de Santa Catarina. *Ciência Animal Brasileira*. 2007; 8(3):559-565.
- Rosalinski-Moraes F, Sperafico E, Paiva LF, Wilmsen M, Piroca L, Gayardo T, Parada CC. Resistência anti-helmíntica em rebanhos ovinos da Região de Toledo, Oeste do Paraná. In: Congresso Brasileiro de Parasitologia Veterinária, 15., Seminário de Parasitologia Veterinária dos Países do Mercosul, 2., 2008, Curitiba. *Proceedings... Curitiba: CBPV*; 2008.
- Salgado JA, Rosalinski-Moraes F. Coprocultura: um exame importante no controle de verminose. In: Milk Point [Internet]; 25/09/2014 [cited 2016 Jun 05]. Available from: <http://www.milkpoint.com.br/radartecnico/ovinos-e-caprinos/vale-a-penal-ler-de-novo-coprocultura-um-exame-importante-no-controle-de-verminose-78933n.aspx>.
- Salgado JA, Molento MB, Sotomaioir CS, Dias LT, Castro LLD, Faisca LD, Monteiro ALG. Endoparasite and nutritional status of Suffolk lambs in seven production systems. *Animal Production Science*. 2017; 58(9):1667-1676.
- Salgado JA, Santos CP. Overview of anthelmintic resistance of gastrointestinal nematodes of small ruminants in Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*. 2016; 25(1):3-17.
- Sanchez R, Romero J, Rossanigo C. Epidemiología y Control de Coccidios y Cryptosporidium. In: Fiel C, Nari A. Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur; 2013. p. 357-380.
- Scott I, Umair S, Savoian MS, Simpson HV. Abomasal dysfunction and cellular and mucin changes during infection of sheep with larval or adult *Teladorsagia circumcincta*. *Revista PLOS*. 2017; 12(10):e0186752. doi:10.1371/journal.pone.0186752.
- Scott I, Pomroy WE, Kenyon PR, Smith G, Adlington B, Moss A. Lack of efficacy of monepantel against *Teladorsagia circumcincta* and *Trichostrongylus colubriformis*. *Veterinary Parasitology*. 2013; 198(1-2):166-171.
- 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):229-236.
- Sotomaioir CS, Carli LM, Tangleica L, Kaiber BK, Souza FP. Identificação de ovinos e caprinos resistentes e susceptíveis a helmintos gastrintestinais. *Revista Acadêmica*. 2007; 5(4):397-412.
- Sotomaioir CS, Milczewski V, Schwartz MG, Moraes FR. Evaluation of FAMACHA System: accuracy of anaemia estimation and use of the method on commercial sheep flocks. In: International Seminar in Animal Parasitology, 5., 2003, Merida. *Proceedings... Merida: SENASICA-INIFAP-INFARVET-UADY-FAO-AMPAVE*; 2003. p. 61-66.
- Sotomaioir CS, Rosalinski-Moraes F, Souza FP, Milczewski V, Pasqualin CA. Parasitoses Gastrintestinais dos Ovinos e Caprinos: alternativas de controle. Curitiba: Instituto EMATER; 2009. (Série Informação Técnica, n. 080).
- Sotomaioir CS, Rosalinski-Moraes F, Costa AR, Maia D, Monteiro AL, van Wyk JA. Sensitivity and specificity of the FAMACHA® system in Suffolk sheep and crossbred Boer goats. *Vet. Parasitol*. 2012; 190(1-2):114-119.
- Stear MJ, Murray M. Genetic resistance to parasitic disease: particularly of resistance in ruminants to gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology*. 1994; 54(1-3):161-176.
- Taylor MA, Coop RL, Wall RL. *Parasitologia Veterinária*. Revisão técnica de Maria Cecília Reale Vieira Bressan. Tradução de Cid Figueiredo, Idília Ribeiro Vanzelloti e Ronaldo Frias Zanon. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2016.
- Thomaz-Socool V, Souza FP, Sotomaioir CS, Castro EA, Milczewski V, Mocelin G, Silva MCP. Resistance of gastrointestinal nematodes of anthelmintics in sheep (*Ovis aries*). *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2004; 47(1):41-47.
- Torres-Acosta JFJ, Hoste H. Alternative or improved methods to limit gastro-intestinal parasitism in grazing sheep and goats. *Small Ruminant Research*. 2008; 77(2-3):159-173.
- Turnbull F, Jonsson NN, Kenyon F, Skuce PJ, Bisset SA. P-glycoprotein-9 and macrocyclic lactone resistance status in selected strains of the ovine gastrointestinal nematode, *Teladorsagia circumcincta*. *Int. J. Parasitol. Drugs Drug Resist*. 2018; 8(1):70-80. doi:10.1016/j.ijpddr.2018.01.004.

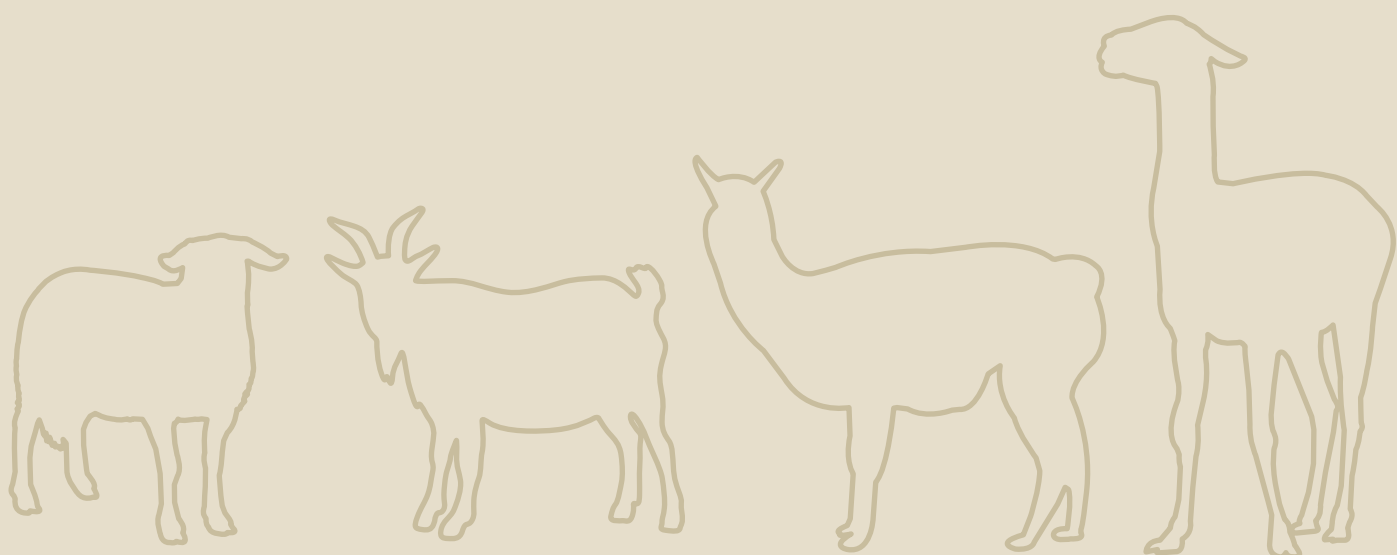


- Ueno H, Gonçalves PC. Manual para diagnóstico das helmintoses de ruminantes. 4th ed. Tokyo: Japan International Cooperation Agency – JICA; 1998. p. 60-67.
- van Wyk JA, Hoste H, Kaplan RM, Besier RB. Targeted selective treatment for worm management: How do we sell rational programs to farmers?. *Veterinary Parasitology*. 2006; 139(4):336-346.
- van Wyk JA, Bath GF. The FAMACHA system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. *Veterinary Research*. 2002; 33(5):509-529, 2002.
- van Wyk JA, Mayhew E. Morphological identification of parasitic nematode infective larvae of small ruminants and cattle: a practical lab guide. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. 2013; 80(1):1-14. doi:10.4102/ojvr.v80i1.539.
- van Wyk JA. Refugia – overlooked as perhaps the most important factor concerning the development of anthelmintic resistance. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. 2001; 68(1):55-67.
- Veríssimo CJ, Niciura SC, Alberti AL, Rodrigues CF, Barbosa CM, Chiebao DP et al. Multidrug and multispecies resistance in sheep flocks from Sao Paulo state, Brazil. *Veterinary Parasitology*. 2012; 187(1-2):209-216.
- Vieira LS, Cavalcante ACR. Resistência anti-helmíntica em rebanhos caprinos do Estado do Ceará. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 1999; 19(3-4):99-103.
- Vieira LS, Chagas ACS. Eimeriose. In: Cavalcante ACR, Vieira LS, Chagas ACS, Molento MB. *Doenças Parasitárias de Caprinos e Ovinos: epidemiologia e controle*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; 2009. p. 145-167.
- Vilela VLR, Solano GB, Araújo MM, Sousa RVR, Silva WAS, Feitosa TF, Athayde ACR. Ensaios preliminares para validação do método Famacha® em condições de semi-árido paraibano. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* 2008; 17(Supl.1):154-157.
- Wang S, Li L, Lu Y, Zhang H, Xie Q, Zhang Z. Seroprevalence and risk factors of *Neospora caninum* infection among domestic sheep in Henan province, central China. *Parasite*. 2018; 25:15.
- Xiao L, Herd RP. Infectivity of *Moniezia benedeni* and *Moniezia expansa* to oribatid mites from Ohio and Georgia. *Vet. Parasitol.* 1992; 45(1-2):101-110.



Parte 2

CABRAS



Reproducción caprina y avances biotecnológicos

*Adela Inocencia Bidot Fernández*¹

1. Introducción

Uno de los instrumentos disponibles para lograr competitividad en la reproducción animal, es la aplicación de la biotecnología y sus componentes al servicio de la industria pecuaria. En diversos países de la región, se tiene el criterio de que el empleo de herramientas biotecnológicas en la producción animal ofrecerá nuevas oportunidades para el desarrollo de una producción más sustentable en el tiempo y altamente competitiva a nivel mundial.

Algunas de las aplicaciones más prometedoras de la biotecnología nacieron en el campo de la producción y de la salud de los animales, como es el caso de la reproducción asistida, de las nanotecnologías aplicadas al diagnóstico y al tratamiento “inteligente”, del mejoramiento de las vacunas y de las técnicas de diagnóstico. Sin embargo, hay que asegurar que estas nuevas tecnologías sean evaluadas exhaustivamente y aplicadas con responsabilidad (MacKenzie, 2005).

En este sentido, la biotecnología abre un nuevo mundo de oportunidades para la economía de los países de la región, ya que las exportaciones de recursos naturales y sus derivados son, en general, el principal motor para el crecimiento de la economía. En algunos países se han establecido estrategias enfocadas a aumentar la productividad y calidad de los sistemas pecuarios con el fin de competir con mayores ventajas en los mercados internacionales, a través de la creación de programas nacionales destinados al crecimiento y desarrollo de esta actividad.

El manejo de la reproducción en el ganado caprino, utilizando métodos biotecnológicos, permite elegir de forma controlada, los períodos de partos más adecuados, donde la alimentación sea el soporte

principal que garantice la prolificidad, disminuya los períodos improductivos y, por ende, se aumente la velocidad en la mejora genética.

Para hablar de los avances biotecnológicos más recientes en la reproducción animal, lo primero que debe definirse es qué se entiende por biotecnología. Partamos de que etimológicamente, bio significa vida, tecno es el prefijo de tecnología y logos significa razón de ser, o sea, la razón técnica de la vida.

2. Biotecnología

En términos generales, biotecnología se puede expresar como el uso de organismos vivos o de compuestos obtenidos de organismos vivos para obtener productos de valor para el hombre o animales. La biotecnología moderna está compuesta por una variedad de técnicas derivadas de la investigación en biología celular y molecular, las cuales pueden ser utilizadas en cualquier industria que utilice microorganismos o células vegetales o animales. Es la aplicación comercial de organismos vivos o sus productos, la cual involucra la manipulación deliberada de sus moléculas de ADN (Roldan, 2003).

Otra definición es aquella que plantea que la biotecnología es toda aplicación tecnológica a la biología para la creación de productos y procesos. Es decir, es toda aplicación de tecnología que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos en usos específicos, de ahí la importancia que tiene el uso de las biotecnologías en la reproducción animal.

¹ MV, Dra., PhD. Miembro del Salón de la Fama de la Federación de Ovejeros y Cabreros de América Latina (FOCAL) de la que fue su Secretaria General durante varios años. Coordinadora de la Red Nacional de Pequeños Rumiantes (RECUPER) y Editora de su Boletín. Asesora del Centro de Investigación para el Mejoramiento Animal de la Ganadería Tropical (CIMAGT), Ministerio de la Agricultura. E-mail: abidot@infomed.sld.cu

La biotecnología moderna, surge en la década de los 80's y utiliza técnicas, denominadas en su conjunto "ingeniería genética", para modificar y transferir genes de un organismo a otro (Rodríguez et al., 2011).

Describiremos a continuación un conjunto de técnicas aplicadas a la reproducción, que constituyen la base de la Biotecnología moderna.

3. Inseminación Artificial

Históricamente, el pionero de la inseminación artificial (IA) fue Lázaro Spallanzani (1785, citado en Wikipedia, 2010) que fecundó una perra en celo con espermatozoides procedente de un macho, obteniéndose una camada de cachorros normales con las características de sus progenitores. Ante este hecho exclamó su famosa frase "mi mente llena de admiración y estupor no tiene otro pensamiento que el amplísimo porvenir que con tales resultados se abre a la reproducción animal".

En 1914, Amantea crea la primera vagina artificial y es a partir de esos momentos cuando esta técnica empieza a extenderse en Europa, sobre todo en Rusia, país en el que como consecuencia de la revolución, precisaba reponer su ganadería que había quedado muy mermada.

En 1938 se exporta a Estados Unidos desde Europa la inseminación artificial, como mejora genética. La IA se creó principalmente para aprovechar el hecho de que un macho, en cada monta, aporta suficientes espermatozoides para inseminar y dejar cubiertas varias hembras. Las mejoras conseguidas en la genética de los animales gracias a la IA han sido muy notables.

A mediados de los años setenta, las técnicas de inseminación artificial eran rutinarias en las explotaciones ganaderas más modernas y hoy en día pocas son las granjas que empleen la monta natural en lugar de la inseminación artificial, aunque en algunas especies domésticas, su uso no ha sido tan intensivo por problemas ajenos a la técnica en sí, más bien relacionados con las características anatómicas de algunas especies y con la composición seminal de otras, que ha dificultado la sobrevivencia de la célula espermática por los períodos deseados.

De ahí la importancia que tiene lograr la reproducción acelerada de la especie caprina tomando en cuenta las características fisiológicas de este animal que es poliéstrica estacional, pero que

con el uso de métodos modernos podemos lograr una gestación en cualquier época del año (Santa María et al., 1990).

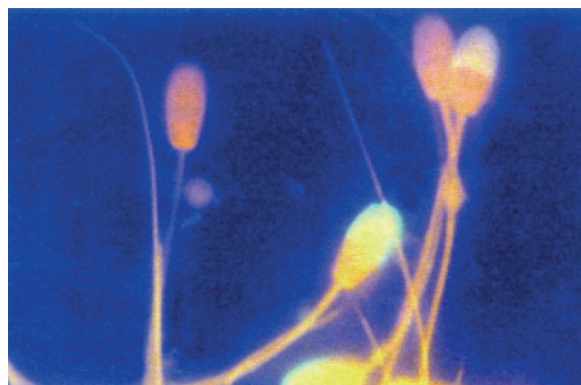
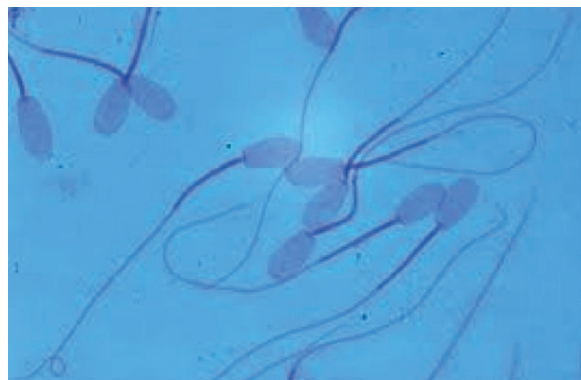


Figura 1: Espermatozoides caprinos.

Fuente: Adela Inocencia Bidot Fernández / Laboratorios del CIMAGT.

Debido a que la inseminación artificial no es por sí misma una herramienta de mejoramiento genético, pero que mediante ella se obtienen grandes cantidades de descendientes de un mismo macho, es lógico que la selección de los sementales ha de ser muy exigente (alto índice de selección). Es así como sólo unos pocos machos de una determinada raza o especie son progenitores de un alto porcentaje de los individuos de las siguientes generaciones (Chemineau et al., 1993).

También con el uso de la inseminación artificial se ha conseguido la regresión de genes letales recesivos y un mejor control sanitario de transmisión de ciertas enfermedades venéreas como la tricomoniasis y la leptospirosis (Pérez, 2000).

Asimismo, en porcinos, que durante muchos años presentó serias dificultades la conservación y sobrevivencia del semen, el progreso de la inseminación artificial en los últimos diez años ha sido vertiginoso y hoy en día podemos decir que un porcentaje importante de las cerdas gestantes han sido inseminadas (Parrilla et al., 2004; 2005).



En otras especies animales como la yegua, la inseminación artificial no se emplea tanto, aunque también existen los métodos para ello (Canisso et al., 2008; Díaz et al., 2009; Díaz, 2010; Díaz et al., 2012).

De forma paralela, ginecólogos de los años 70 comprendieron las enormes posibilidades de aquellos métodos de inseminación artificial para resolver problemas de fertilidad en el hombre y pidieron a los especialistas del sector ganadero que les enseñasen cómo hacerlo.

Éste fue el caso, por ejemplo, del doctor francés Jacques Testart, citado por Pérez (1986) que enseñó a los ginecólogos franceses lo que él hacía con las vacas y que podía llevarse a cabo también con las mujeres con problemas de fertilidad.

Actualmente las técnicas han mejorado y dentro de este apartado podemos decir que una nueva técnica dentro del campo de la inseminación artificial es la inseminación artificial intrauterina, utilizada en algunas especies (Salomon, 1990).

La Inseminación Artificial es la técnica más utilizada dentro de las llamadas biotecnologías, y tiene como ventajas el mejor aprovechamiento del macho, y por otro lado, sus genes son distribuidos en una mayor cantidad de crías. Ha de tenerse en cuenta también que, dado que el semen puede conservarse en forma prácticamente indefinida, se pueden obtener crías de éstos aun cuando hayan muerto. Esto permite, entre otras cosas, seleccionar animales por características que sólo se pueden evaluar después de largos períodos, incluso una vez muertos, en las pruebas de progenie (Ossa, 2007).

La correcta determinación de las características a seleccionar y de la selección misma de los reproductores hace que estos animales adquieran un alto valor por aquellos ganaderos que desean poner en práctica esta tecnología en sus explotaciones.

Otra de las ventajas es que, con la inseminación artificial, se reducen los costos de gestar las hembras, porque no requieren de sementales presentes en las fincas y por otro lado, porque el material seminal, en la medida que la biotecnología se masifica, ha alcanzado valores relativamente bajos.

Como desventaja tiene que el uso de un animal no estudiado puede provocar una disminución en la producción y se necesita personal especializado para ponerla en práctica. Otro factor de desventaja es que las enfermedades pueden diseminarse rápidamente en animales que no son clínicamente sanos, así como la transmisión de genes no deseados cuando no se lleva un control estricto en su genética.



Figura 2: Extracción de semen en caprino.
Fuente: Adela Inocencia Bidot Fernández / Estación INIA, La Serena, Chile.



Figura 3: Muestra de semen colectado.
Fuente: Adela Inocencia Bidot Fernández / Estación INIA, La Serena, Chile.

Sin embargo, es indiscutible la importancia de la IA como herramienta para el logro de avances genéticos significativos. La implementación de la IA en la especie caprina implica el desarrollo de técnicas de procesamiento y conservación de semen, principalmente la criopreservación. De este aspecto depende el futuro de la IA, dado que por la marginalidad de la especie y de algunas zonas productoras, no resulta sencillo practicar esta biotécnica de forma masiva sin contar con semen congelado, además de los inconvenientes anatómicos de la propia especie.

4. Control de la Actividad Ovárica

Casi paralelamente al desarrollo y mejora de los métodos de inseminación artificial nacieron los métodos para sincronizar la actividad sexual o reproducción programada.

Los tres puntos fundamentales que conlleva controlar la actividad ovárica son:

- Sincronizar la presentación de los partos en una determinada época del año.
- Permitir el uso de la inseminación artificial de una manera práctica con sus ventajas inherentes.
- Controlar el anestro posparto y sobre todo el estacional, momentos en los que no se obtiene productividad.

Con la sincronización del estro, se logra que grupos determinados de hembras presenten su celo al mismo tiempo, con lo que pueden cubrirse dentro de un corto margen, facilitando el éxito de la inseminación artificial; sus gestaciones coincidirán y sus partos serán en un corto periodo de tiempo, incluso predeterminado, cuando la disponibilidad de pastos sea mayor.

El control del ciclo sexual se realiza empíricamente desde la más remota antigüedad. Consistía en introducir machos en un rebaño de hembras, durante una estación determinada del año, lográndose que se sincronizaran los celos y por lo tanto los partos. Este método tradicional de sincronización se continúa utilizando y es conocido con la denominación de “efecto macho” (Pérez, 1987; Cruz, 2011).

La sincronización consiste en la aplicación de un producto hormonal obtenido en el laboratorio. Según cada producto es la forma, momento y número de aplicaciones. La progesterona y los progestágenos han sido las hormonas y productos hormonales que más se han utilizado y que actualmente se siguen utilizando. Los principales métodos utilizados para el control del ciclo sexual son los de: Dautier et al. (1954), Robinson (1965), Pérez García (1970; 1987), Chemineau et al. (1993), González-Bulnes et al. (2004), López (2004).

Los progestágenos más frecuentemente usados en caprinos son el acetato de medroxiprogesterona (MAP) y el acetato de fluorogestona (FGA) impregnados en esponjas intravaginales en diferentes momentos de acuerdo a diferentes autores (Romano, 1998; 2004; Regueiro et al., 1999; Ruiz et al., 2002).

Estos métodos empleados para la sincronización del celo son tratamientos hormonales, que han ido evolucionando simultáneamente con los avances en el conocimiento de los procesos fisiológicos que acontecen en el ovario durante el ciclo sexual de las hembras.

Los caprinos están considerados como reproductores poliéstricos estacionales de fotoperíodo descendente (Corteel et al., 1975; Evans y

Maxwell, 1990). Las hembras de los genotipos Nubia, Saanen, Toggenburg y Alpina, muestran un carácter estacionario en sus países de origen (González et al., 2011).

En las zonas próximas a la línea del Ecuador, asumen la poliestría continua y el efecto macho es evidente y efectivo en todo el tiempo (Ritar, 1993). Sin embargo, en zonas tropicales y subtropicales, debido a la baja incidencia del fotoperíodo, la estacionalidad es poco marcada y se hace necesario la aplicación de biotécnicas reproductivas para organizar el manejo reproductivo (Pérez-Clariget et al., 2012).

5. Transferencia de Embriones

En 1960, se definía la transferencia de embriones como una técnica que permitía extraer los embriones de una hembra y su implantación en otra de la misma especie o diferente para su ulterior desarrollo (Pérez García, 1960) o bien hacer desarrollar el fruto de una fecundación en otra hembra que no es la madre de dicho fruto.

Erickson (1978) señaló que los ovarios de las hembras están capacitados para producir cientos de miles de ovocitos durante su vida reproductiva; sin embargo, el número de crías que se obtienen de las hembras gestantes es muchísimo menor. Con la transferencia de embriones, se obtiene un mayor rendimiento de la producción ovárica de esas hembras.

De ahí, que se puede definir la transferencia de embriones como el conjunto de técnicas que consisten en producir, simultáneamente, varios embriones y recuperarlos de su útero para después introducirlos en el de otras hembras, en las que se va a instaurar la gestación. Esta idea no es nueva, ya que Heape (1890, citado por Biggers, 1991), transfirió con éxito huevos fecundados de coneja en estadio de 2 a 4 blastómeros.

Por lo tanto, de la hembra denominada donante, tratada con hormonas, se obtenía que en un ciclo produjera 10-12 ovocitos que se fecundaban *in vitro* con semen de alta calidad genética y así se podían obtener 10-12 embriones de calidad extraordinaria en un solo ciclo (Gibbons y Cueto, 1995).

En la década de los 80's y principios de los años 90's numerosos fueron los estudios que se realizaron para conseguir que hembras de alta calidad genética, ovularan ovocitos después de un



tratamiento hormonal (hiperestimulación ovárica o superovulación), se les inseminara con semen de un macho también de alta calidad genética (Torres Acosta et al., 1996; Rubianes et al., 1999; Rubianes, 2000).

La respuesta superovulatoria es una de las variables de mayor importancia en el éxito de un programa de TE. Teniendo en cuenta que se practica hace aproximadamente 35 años, fueron pocos los progresos cuali y cuantitativos que se lograron en los últimos 20. Posiblemente ello se deba a la complejidad de factores que afecta la respuesta hormonal (Hasler, 1992; Palma et al., 1995).

Los embriones de la hembra donante de alta calidad genética serán transferidos a otras hembras denominadas receptoras o nodrizas. Aunque al principio solo se podían recoger por métodos quirúrgicos, años más tarde se empezaron a emplear métodos no quirúrgicos de recogida de embriones en grandes animales. A los 4-6 días de la inseminación en la vaca y mediante la introducción de un catéter de 2 vías, se realiza la perfusión de los cuernos uterinos con solución salina, posteriormente se recoge el líquido inyectado y se procede a la búsqueda y selección de los embriones obtenidos para su transferencia directa a una hembra receptora (Loparatova et al., 2010).

En el caso de las cabras, las donantes se deben de inseminar (IA) preferentemente por la vía laparoscópica. La recolección de embriones se realiza por la técnica de laparotomía con la exposición de los cuernos uterinos al 6° día después del retiro del dispositivo intravaginal. Una vez realizado el lavado uterino, se comienza con la colecta y clasificación de embriones. Los embriones de calidad excelente y buena se transfieren en fresco mediante laparoscopia o bien, pueden ser congelados para su uso posterior; si este fuera el caso, se omite el manejo de las receptoras. La transferencia de embriones se realiza depositando dos embriones en el cuerno uterino del ovario que presente mayor número de cuerpos lúteos, estando en sincronía del estro receptora/donadora en no más de 12 horas (González-Bulnes et al., 2004).

Esta tecnología permite explotar mejor el potencial genético de los animales de tal manera que en sus inicios era una técnica experimental y desde finales de los años 90, ha pasado a ser una técnica utilizada de aplicación comercial.

Entre las ventajas de esta técnica cabe destacar la posibilidad de una mejora genética paralela a la realizada mediante la inseminación artificial, obtención de gestaciones gemelares univitelinas o no, posibilidad de introducción y multiplicación de razas exóticas, traslocación de especies y su aclimatación, transporte de individuos y conservación de especies en peligro de extinción.

Además, los embriones también pueden ser congelados con una edad de 6-7 días, conservados en pajuelas de 0,25 ml y a una temperatura de -196 °C, aunque existen variaciones de acuerdo a la especie. Diversos autores han trabajado sobre los distintos factores que influyen en el proceso de criopreservación (Whittingham, 1977; Leibo, 1978; 1980; Leibo y Oda, 1993; Leibo y Songsasen, 2002; Mazur, 1984; Choez, 2010).

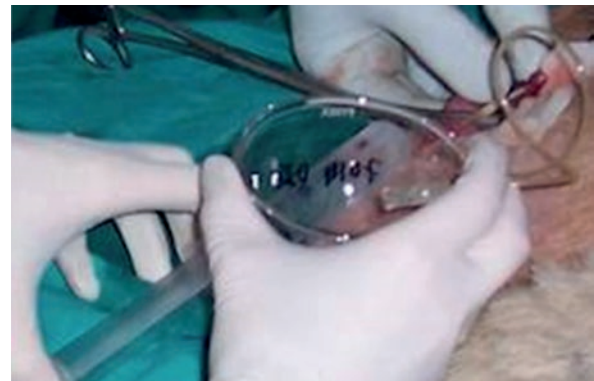


Figura 4: Colecta de embriones.

Fuente: Adela Inocencia Bidot Fernández / Laboratorio de FIV del CIMAGT.



Figura 5: Búsqueda de embriones.

Fuente: Adela Inocencia Bidot Fernández / Laboratorio de FIV del CIMAGT.



Figura 6: Cigoto con dos pronúcleos.

Fuente: Adela Inocencia Bidot Fernández / Laboratorio de FIV del CIMAGT.

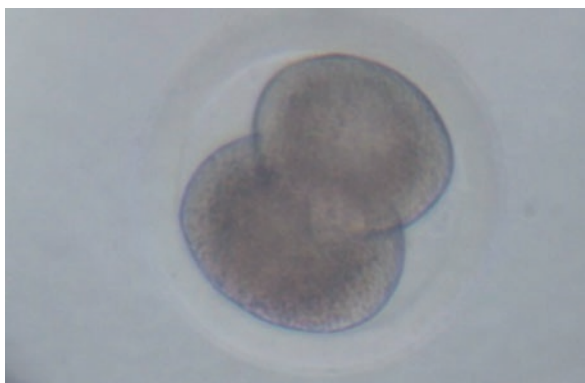


Figura 7: División en dos células.

Fuente: Adela Inocencia Bidot Fernández / Laboratorio de FIV del CIMAGT.

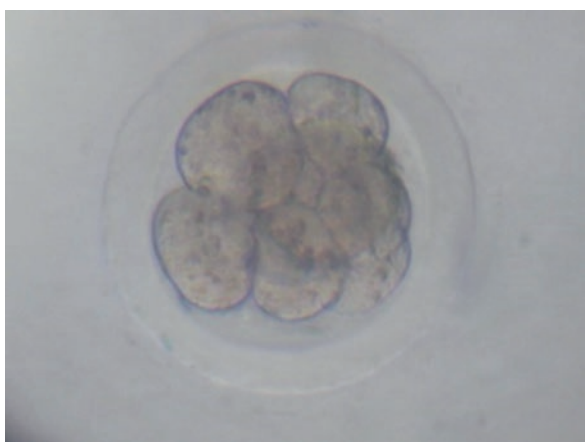


Figura 8: Embrión con ocho células.

Fuente: Adela Inocencia Bidot Fernández / Laboratorio de FIV del CIMAGT.

6. Producción de Embriones *in vitro* y Crioconservación de Gametos

Muchas de las técnicas tales como la transferencia de embriones, la fecundación *in vitro*, la determinación del sexo y la producción de animales transgénicos, dependen sobre todo de la capacidad de mantener la viabilidad de los embriones durante un tiempo variable que puede ser desde horas hasta años fuera del aparato genital de la hembra, asegurando su posterior desarrollo. Para poder producir embriones *in vitro*, primero tenemos que conseguir la maduración de los ovocitos, la capacitación del semen que vamos a utilizar para fecundar y después el cultivo de los embriones obtenidos.

Los estudios de los últimos años han conseguido notables avances y han explicado numerosas incógnitas que hace unos años eran imposibles de descifrar. Si bien en realidad hoy en día la técnica se basa en que ovocitos madurados, fecundados y cultivados *in vitro*, cuando son transferidos a hembras receptoras no se producen más de un 30-40% de gestaciones, a pesar de todos los avances realizados, hay que conseguir mejores resultados de gestación (Martino et al., 1996).

Más de un 60% de gestaciones se obtienen cuando se recogen ovocitos preovulatorios directamente del ovario por ultrasonidos (OPU), se maduran, fecundan y desarrollan *in vitro* (Kane, 2003).

La maduración citoplasmática de ovocitos involucra eventos moleculares que incluyen la síntesis y fosforilación de proteínas y activación de vías metabólicas particulares (Del Corso et al., 1994; Ishii et al., 1981), cambios esenciales para la fecundación y el desarrollo embrionario normal.

Probablemente fuese Spallanzani en 1776, quien primero se preocupó de valorar cuantitativamente los efectos del frío sobre las células, con sus estudios pioneros sobre la supervivencia de espermatozoides de caballo o de huevos de gusanos de seda expuestos al frío de la nieve.

Pero hasta finales de los años 30 del siglo pasado no se iniciaron los estudios sistemáticos sobre el uso de agentes crioprotectores para la congelación de células y gametos.

En el campo de la investigación, cabe destacar los numerosos aportes que los equipos de Polge y Rowson, en 1952, en Inglaterra y más tarde Leibo, en 1980, en Estados Unidos, realizaron desde los primeros años de la crioconservación, investigando la cinética de la deshidratación celular, la acción de los crioprotectores y la variación de la permeabilidad de las membranas a la congelación.

Por esta razón, resultaron negativos los primeros intentos de congelación, ya que la célula no sobrevivía, o en caso de hacerlo, se afectaba su aparato microtubular, dando lugar a la formación de blastómeros cromosómicamente anormales (Leibo y Songsasen, 2002).

En cuanto a las perspectivas se refiere, cabe citar los esfuerzos por validar métodos ultrarrápidos de crioconservación de ovocitos (Trounson et al., 1987; Kane, 2003), desarrollados con eficaces protocolos en nuevos métodos en la crioconservación.

La congelación de ovocitos resultó ser, en sus inicios, técnicamente más problemática de lo esperado. El ovocito maduro se encuentra en una fase de la división celular en la que el aparato microtubular que dirige el correcto reparto de los cromosomas a las células hijas tras la fecundación está ya formado



y es muy sensible a los cambios de temperatura (Kuwayama y Leibo, 2010).

La criopreservación de embriones se ha transformado en una práctica importante dentro de los métodos de reproducción asistida, tanto en humanos como en animales. La sensibilidad de los embriones a la criopreservación difiere de acuerdo a variables tales como la especie, el estadio de desarrollo y el origen del embrión (Martínez, 2006).

Los resultados encontrados muestran que:

- Las soluciones de criopreservación formuladas con etilenglicol, tienen mayor habilidad para conservar los embriones que aquellas que contienen glicerol o propilenglicol.
- El agregado de bajas concentraciones de sacarosa en las soluciones de incorporación y en las de remoción del crioprotector, es beneficioso.
- La transferencia directa de embriones producidos *in vivo* permite alcanzar tasas de éxito similares a los métodos que involucran varios pasos de remoción, que lo hace un método práctico para ser aplicado en condiciones de campo.
- La vitrificación es un método aceptable con resultados comparables al congelamiento lento.
- Los embriones producidos *in vitro* tienen tasas de éxito menores que los producidos *in vivo*.
- Los terneros y corderos provenientes de embriones producidos *in vitro* tienen alto peso al nacimiento y esto provoca un aumento en los partos distócicos. Esto hace que se limite el empleo de los embriones producidos *in vitro* en los sistemas productivos (Cocero et al., 2002; Dattena et al., 2004; Martínez, 2006).

Pero este breve recuento sobre la producción de embriones no es completo si no se hace mención al último acontecimiento en esta área de los pequeños rumiantes, con el nacimiento de la oveja Dolly en 1996 (Martínez, 2006).

7. Fecundación *in vitro*

La fertilización *in vitro* (FIV) es una biotecnología del área de la reproducción asistida que nos permite producir embriones en el laboratorio, fuera del animal vivo. Han sido producidas con estas tecnologías, crías de diferentes especies, incluyendo al hombre. En el área de la producción animal, de los embriones bovinos transferidos a nivel mundial en

1998, alrededor del 7% fueron producidos *in vitro* (Thibier, 1999).

El objetivo de la fertilización *in vitro* es propiciar la interacción de los gametos, la formación del cigoto y el desarrollo del embrión hasta la formación del blastocisto.

En 1976, nació en Inglaterra la primera niña probeta, lo cual constituyó un hecho de suma importancia en el desarrollo de la reproducción asistida (Steptoe y Edwards, 1976). Posteriormente se logró reproducir este hecho en bovinos, obteniéndose el primer toro probeta (Brackett et al., 1982).

Al contrario de lo que sucede en el ovocito, que es capaz de fecundarse en el momento de la ovocitación, la célula espermática debe sufrir un proceso de capacitación. Después de la capacitación sucede un cambio de las membranas espermáticas; se trata de la reacción acrosómica que permite la liberación de importantes enzimas para que el ovocito pueda ser fecundado produciéndose la singamia y posterior cariogamia. Diversos autores han trabajado sobre los mecanismos desencadenantes de la capacitación y reacción acrosómica (Liebfried-Rutledge et al., 1986; Fukui y Ono, 1989).

Durante esta etapa, también se empezó a investigar sobre las posibilidades de desarrollo "*in vitro*" que tenían los ovocitos preovulatorios, obteniéndose unos resultados muy similares a los conseguidos con ovocitos postovulatorios (Moore y Bondioli, 1993).

Ha sido preciso disponer de una serie de métodos que permitan diagnosticar muy precozmente la gestación como han sido el de enzimoimmunoanálisis (ELISA), aplicación de ultrasonidos (ecografía bidimensional) y radioimmunoanálisis (RIA) (Pérez García, 1999), para corroborar esta tecnología.

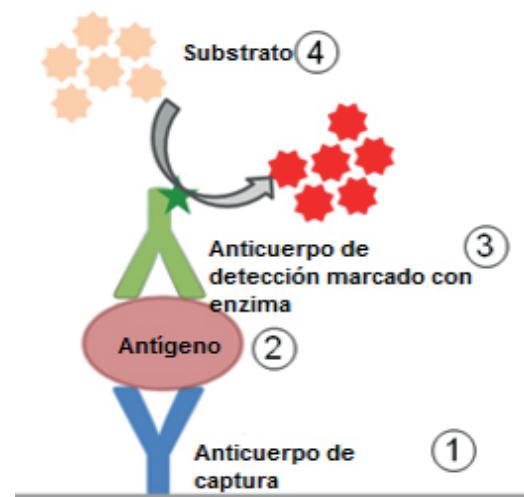


Figura 9: Esquema del método ELISA
Fuente: British Society for Immunology (BSI).

La FIV en la actualidad es una tecnología de rutina en varios laboratorios de investigación de muchos países, los cuales la utilizan como herramienta para el estudio de diferentes aspectos relacionados con la maduración de los ovocitos, la fertilización y el desarrollo temprano del embrión.

Existe suficiente experiencia acumulada desde el nacimiento del primer ternero en 1982 como para hacerla extensible a la ganadería comercial, con tasas de preñez aceptables a nivel de campo. No cabe dudas de que los embriones producidos *in vivo* por superovulación, en diferentes especies, muestran superioridad sobre los embriones producidos *in vitro*, sin embargo, un aspecto a destacar con el uso de la FIV lo es, la masiva y rápida producción de embriones de determinado mestizaje, a un bajo costo e independiente de la variabilidad de la respuesta superovulatoria de las donantes (Martínez, 2002; Herradón et al., 2007; Castillo et al., 2012).

8. Determinación del Sexo en Gametos y Embriones

Si fuera posible separar los espermatozoides X e Y sin destruir muchas células espermáticas y sin reducir la fertilidad, sería un logro para las empresas de inseminación artificial, porque existe un enorme interés económico en seleccionar el sexo de la descendencia para aumentar la eficacia reproductiva. Éste ha sido uno de los objetivos más perseguidos en los últimos 50 años (Cran et al., 1993; Amann, 1999; Bathgate et al., 2005).

El método más efectivo para seleccionar el sexo sería separar los espermatozoides X e Y en dos poblaciones distintas para poder realizar dosis de inseminación con espermatozoides sexados. Las ventajas de la aplicación práctica de esta tecnología sería: a) programar la producción de un sexo dependiendo de las necesidades del mercado y b) acelerar y mejorar los programas de mejora genética.

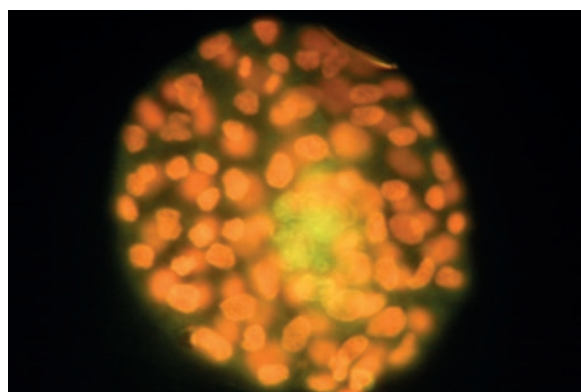
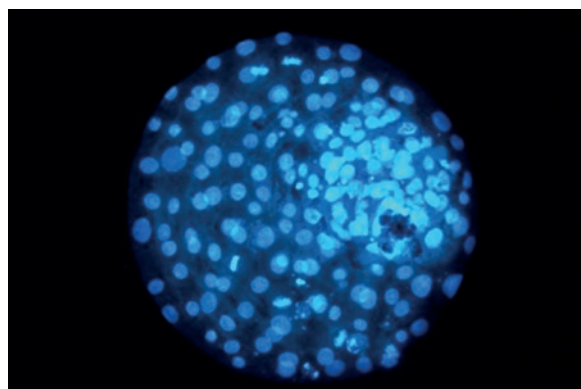
Varios son los métodos de separación de espermatozoides estudiados en los últimos años, si bien podríamos resumirlos en dos: aquellos que intentan separar espermatozoides sobre la base de sus características físicas o cinéticas y aquellos que actúan sobre las diferencias nucleares de los espermatozoides que transportan el cromosoma X o Y.

Para separar espermatozoides, es necesario conocer que el núcleo del espermatozoide que transporta el cromosoma X es más grande y contiene

una mayor cantidad de ADN que el espermatozoide que transporta el cromosoma Y (Elsden, 1986).

En la especie humana esta diferencia es de 2,8%, en espermatozoides de verraco es de 3,4% (Johnson et al., 1999) y en espermatozoides de macho cabrío es de 4,2 (Parrilla et al., 2004).

La mejora con los años en los equipos de citometría de flujo ha permitido poder separar realmente esos espermatozoides que contenían una mayor cantidad de ADN y así establecer poblaciones de espermatozoides bien caracterizados y diferenciados (Seidel et al., 1999; Parrilla et al., 2003).



Figuras 10 y 11: Contenido de DNA celular.

Fuente: Adela Inocencia Bidot Fernández / Laboratorio de FIV del CIMAGT.

9. Micromanipulación de Embriones

La micromanipulación de embriones en ganado actualmente permite aumentar la eficacia reproductiva, incrementando el número de individuos obtenidos a partir de un embrión, al partir éstos en diferentes estadios de desarrollo.

La técnica de micromanipulación de mayor interés en la actualidad es la microinyección de ADN en los pronúcleos y núcleos celulares. Gracias a ella



se obtienen los llamados individuos transgénicos, que constituirán una parte importante de la ganadería del futuro, tanto por mejorar la calidad y cantidad de los productos, como por solucionar problemas sanitarios de gran incidencia en este sector.

La disponibilidad de embriones a través de la TE ha permitido desarrollar la micromanipulación o microcirugía, la cual tiene como aplicaciones la toma de biopsias para el diagnóstico del sexo, la producción de quimeras y mellizos idénticos. Por medio de la división microquirúrgica es posible aumentar el número de terneros nacidos en un programa convencional de TE de 0,6-0,7 a 0,9-1,2 por cada embrión dividido. También es posible aumentar la exactitud de trabajos experimentales por que los mellizos idénticos constituyen modelos adecuados para la investigación. Pruebas llevadas a cabo con hermanos idénticos permitió obtener con mayor exactitud la estimación del valor génico como también resultados más precisos del efecto ambiental sobre los individuos, cuando un hermano fue sometido a condiciones de estudio y el otro, como control, quedó en el lugar de origen (Palma et al., 2001).

También y en combinación con el análisis de los cromosomas, se puede utilizar para diagnosticar el sexo de un embrión antes de su nacimiento. A un nivel más experimental, estas técnicas permiten microinyectar esperma, realizar clonaciones y unir células de dos o más embriones para producir una quimera, con unas aplicaciones importantes a nivel de investigación.

La identificación del sexo de los embriones se lleva a cabo comercialmente por medio de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) para determinar secuencias específicas de ADN, presentes solo en el cromosoma Y. Bajo condiciones de campo se puede disponer de diferentes posibilidades de sexado de embriones (Nibart et al., 1997). Estas pueden ser:

- 1) Biopsia de los embriones – transferencia a receptoras – sexado de las muestras – aborto de las gestaciones no deseadas;
- 2) Biopsia – sexado – embriones deseados;
- 3) Biopsia – congelación – sexado – transferencia de los embriones descongelados y seleccionados.

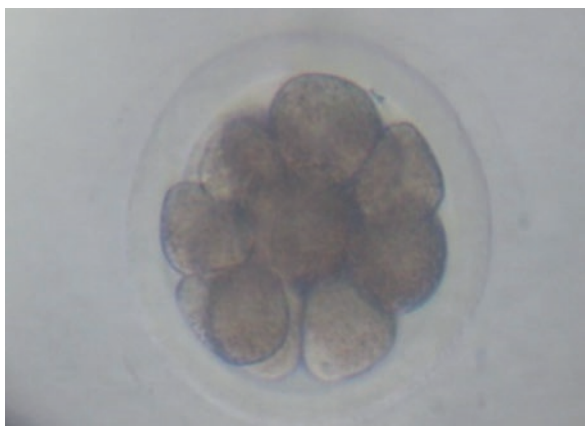


Figura 12: Observación de embriones.
Fuente: Adela Inocencia Bidot Fernández / Laboratorio de FIV del CIMAGT.

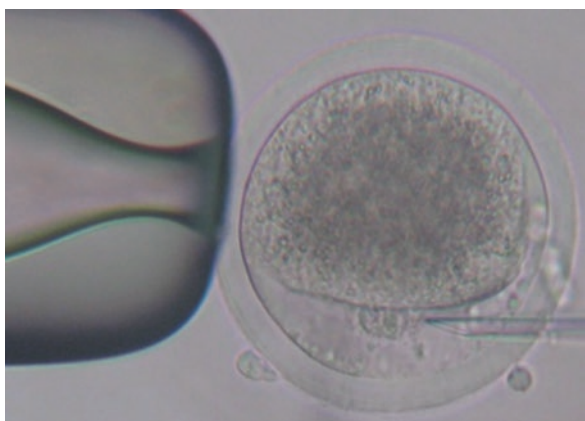


Figura 13: Manipulación de embriones.
Fuente: Adela Inocencia Bidot Fernández / Laboratorio de FIV del CIMAGT.

10. Clonación

Hay que diferenciar el uso de la palabra clonación en distintos contextos de la biología. Si nos referimos al ámbito de la Ingeniería Genética, clonar es aislar y multiplicar en un tubo de ensayo, un determinado gen o en general, un trozo de ADN. En el contexto a que nos referimos, clonar significa obtener uno o varios individuos a partir de una célula somática o de un núcleo de otro individuo, de modo que los individuos clonados son idénticos o casi idénticos al original.

En los animales superiores, la única forma de reproducción es la sexual, por lo que dos células reproductivas o gametos (óvulo y espermatozoide) se unen, formando un cigoto (o huevo), que se desarrollará hasta dar el individuo adulto. La reproducción sexual fue un invento evolutivo (del que quedaron excluidas las bacterias y muchos organismos unicelulares), que garantiza que en cada generación de una especie van a aparecer nuevas combinaciones de genes en la descendencia, que posteriormente serán sometidas a la dura prueba de la selección y otros mecanismos evolutivos. Las células de un animal proceden en última instancia de la división repetida y diferenciación del cigoto (Gurdon, 1962).

Las células somáticas, que constituyen los tejidos del animal adulto, han recorrido un largo camino “sin retorno”, de modo que, a diferencia de las células de las primeras fases del embrión,

han perdido la capacidad de generar nuevos individuos y cada tipo se ha especializado en una función distinta (a pesar de que, salvo excepciones, contienen el mismo material genético) (Gurdon, 1997).

Algunos investigadores consideran que los primeros experimentos de clonación en animales se iniciaron desde 1890, con la producción de gemelos inducidos experimentalmente, al separar las células de un cigoto (óvulo fecundado) en un estadio máximo de ocho células, donde cada una de ellas forma un organismo completo. En etapas más avanzadas del desarrollo embrionario, las células comienzan a diferenciarse y a pesar de contener un juego completo de cromosomas, algunos genes se activan, en tanto otros se inactivan y las células pierden la totipotencialidad (capacidad para formar un organismo completo). El mecanismo de las reacciones que ocurren en la diferenciación aún no se conoce bien, asimismo no se sabía cómo revertir el proceso para pasar de una célula diferenciada a una condición totipotente (Hernández y Ruiz, 2001).

Spemann (1928) fue quien, por primera vez, con ayuda de un cabello, seccionó un embrión de salamandra, generando de cada uno de los embriones producidos, una salamandra normal. La técnica, sin embargo, se originó en 1938, con la idea del propio premio Nobel Hans Spemann, quien propuso la transferencia nuclear como un experimento que parece a primera vista algo fantástico, que quizá pudiera aportar información decisiva sobre esta cuestión. El primer experimento de clonación en vertebrados fue el de Briggs y King, en 1952, citado por Campbell et al. (1996), en ranas.

La continuación de experimentos con anfibios condujo al nacimiento de ranas obtenidas a partir de la clonación con las células intestinales de *Xenopus laevis* (Gurdon, 1962). En los años 70, Gurdon logró colecciones de sapos de espuelas (*Xenopus laevis*) idénticos para insertar núcleos de células de fases larvianas tempranas en ovocitos (óvulos) a los que se había despojado de sus correspondientes núcleos. Pero el experimento fracasa si se usan como donadoras células de ranas adultas.



Figura 14: Estadio de ocho células de división.

Fuente: Hernández y Ruiz (2001).

Desde hace unos años, se vienen obteniendo mamíferos clónicos, pero sólo a partir de células embrionarias muy tempranas, debido a que aún no han entrado en diferenciación (y por lo tanto poseen la propiedad de pluripotencia). No es extraño pues el revuelo científico cuando el equipo de Ian Wilmut, del Instituto Roslin de Edimburgo, comunicó que habían logrado una oveja por clonación a partir de una célula diferenciada de un adulto (Wilmut et al., 1997).

El clonado o clonación, por tanto, es la biotecnología que permite la producción asexual de un individuo idéntico al material nuclear con que se generó. La clonación con células somáticas fue ubicada cronológicamente constituyendo la cuarta generación de la biotecnología. Se tomó como referencia el nacimiento del primer clon mamífero, originado de una célula adulta diferenciada (Wilmut et al., 1997).

Esencialmente el método (que aún presenta una alta tasa de fracasos) consiste en obtener un óvulo de oveja, eliminarle su núcleo, sustituirlo por un

núcleo de célula de oveja adulta (en este caso, de las mamas) e implantarlo en una tercera oveja que sirve como “madre receptora” para llevar el embarazo. Así pues, Dolly carece de padre y es el producto de tres “madres”: la donadora del óvulo que contribuye con el citoplasma (que contiene, además mitocondrias que llevan material genético), la donadora del núcleo (que es la que aporta la inmensa mayoría del ADN) y la que parió, que genéticamente no aporta nada (Wilmut et al., 1997; Wilmut, 1998).

Como se sabe, la reproducción normal en los vertebrados, y fundamentalmente en los mamíferos, es la reproducción sexual en la que intervienen los dos gametos, el masculino y el femenino; sin embargo, hoy día se ha conseguido la reproducción asexual que si en algunos casos es normal, como sucede en los gemelos univitelinos, verdaderos clones, actualmente este mismo proceso que se da en la naturaleza se puede reproducir mediante micromanipulación embrionaria y obtener copias genéticamente idénticas de los animales.



Los gemelos univitelinos se dan en casi todos los animales siendo clásica la presencia de cuádruples idénticos en el armadillo de nueve bandas y hasta diez o más en el de once bandas. Con la técnica del clonaje hoy en día es teóricamente posible obtener un número ilimitado de individuos genéticamente idénticos, lo que en parte puede representar un cierto desafío para la humanidad.

Existe un informe interesante en bovinos que describe la transferencia nuclear utilizando ovocitos de vacas Holstein (*Bos taurus*) con núcleos de células aisladas de embriones Brangus (5/8 Angus, *Bos taurus* y 3/8 Brahman, *Bos indicus*). En otra etapa del estudio, utilizaron blastómeros de embriones de ocho a dieciséis células de ovino que se fusionaron con ovocitos enucleados de caprino, desarrollándose hasta el estado de ocho células al ser cultivados *in vivo* en oviducto de ovino. Lo anterior demuestra que es factible obtener un clon a partir de dos células provenientes de diferentes especies animales y cultivarlo *in vivo* en el aparato reproductor de una especie no homóloga (Willadsen, 1989).

Relacionado con la especie humana, Pastor (1997) refiere que es posible intervenir en embriones humanos cuya causa puede responder a fines y objetivos muy variados de acuerdo a los avances alcanzados en los laboratorios.

¿Cuál es la situación en el caso de la especie humana? Como es bien sabido, la FIV en humanos ha supuesto como muchos reconocen, trasladar la formación de un nuevo ser humano del ámbito amoroso de la entrega sexual al quehacer técnico del laboratorio. Este hecho, no solo significa que físicamente una persona pueda venir al mundo en un lugar distinto al habitual sino que la causa de su venida puede responder a fines y objetivos muy variados, que han impulsado a intervenir cada vez más sobre los embriones humanos.

La producción de embriones humanos y su empleo en clonado terapéutico generó en el mundo prohibiciones, recomendaciones, modificaciones de leyes y dictado de decretos. Las discusiones éticas están aún en pleno desarrollo porque la terapia de clonación, además de generar conflictos éticos y religiosos, permite importantes innovaciones médicas que despiertan en millones de pacientes en el mundo grandes expectativas (Palma et al., 2001).

La discusión ética no debería circunscribirse sólo a la protección del embrión humano, como indicador para despertar el reconocimiento y respeto por la dignidad humana (Rendtorff, 2000). Debería incluir además la integridad ética de las actividades relacionadas con su desarrollo y aplicación. En la

evaluación ética del clonado terapéutico deben considerarse las alternativas que no eliminen solamente el problema del uso de embriones humanos, sino también que eviten las complicaciones éticas adicionales que provocan la obtención de los ovocitos de las mujeres o el empleo de los de otras especies (Rendtorff, 2000).

Es cierto que en la micromanipulación con embriones humanos no se ha alcanzado todavía aplicar todas las técnicas que se utilizan con especies no humanas, pero no es menos cierto que poco a poco se han ido acercando de una manera gradual a las posibilidades alcanzadas en veterinaria.

La primera de las intervenciones sobre el embrión humano es la relación que existe entre la producción de éstos en la FIV y su posterior destrucción, es decir, la utilización de un número elevado de embriones para la consecución de un embarazo. Pero después de aceptado que los embriones humanos pueden ser un medio para alcanzar un fin “terapéutico”, el mismo impulso biotecnológico requiere necesariamente, como en cualquier otra área de la biomedicina, una investigación para ir perfeccionando dicha técnica o crear variantes mucho más eficaces (Seidel, 1999).

11. Transferencia de Genes o Transgénesis

De todas las posibilidades biotecnológicas, la introducción de genes favorables, en animales domésticos, es la que ha suscitado mayor atención, especialmente como consecuencia de los espectaculares resultados obtenidos por Leder et al. (1983) con ratones.

Aunque nadie pone en duda que la utilización de animales transgénicos constituye hoy una formidable herramienta en los estudios de regulación génica, inmunología, neurobiología y oncogénesis, mucho más discutible es la posible utilidad de los animales transgénicos para incrementar la rentabilidad de nuestras especies domésticas.

Desde 1985, el único método viable para conseguir animales transgénicos (portadores de genes de otras especies) ha sido la microinyección de genes en el pronúcleo de ovocitos inmaduros. Sin embargo, sólo una pequeña proporción de estos animales (5 por ciento) integraban correctamente el gen foráneo en su propio genoma (Adams et al., 1985).

Los objetivos de estas investigaciones son, entre otros, conseguir fábricas de animales clónicos

y transgénicos, que secreten en la leche una serie de proteínas terapéuticas para tratar diversas patologías, entre ellas la fibrosis quística y la hemofilia B así como la producción de otras proteínas de interés terapéutico. En esta misma línea, sería posible utilizar animales transgénicos para obtener productos tradicionales, con propiedades nuevas, como leche con bajo contenido en lactosa o nuevas características queseras, lana de nuevas propiedades textiles, etc. Una vez que se crea un animal transgénico, con las características deseadas, se pueden producir clones del mismo (duplicados genéticos), o sea, un rebaño o ható que constituye una fábrica viviente de medicinas. El empleo de la transferencia génica para producir animales con nuevas características productivas cobra importancia en forma creciente en medicina humana y en la industria de los nutracéuticos. Como ejemplos, la transformación de la producción lechera para lograr un rodeo de vacas que produzcan leche libre de lactosa para una importante población mundial que no la tolera (Palma et al., 2001).

También la posibilidad de “humanizar” la leche como alimento de lactantes ya que la leche de mujer carece de beta-lactoglobulina, que está presente en la leche de vaca. Ello genera la intolerancia de los bebés y la limitación en su uso. La producción de vacas lecheras sin el gen de la beta-lactoglobulina, permitiría emplear la leche en la alimentación de lactantes (Master, 2006).

Por último, la transferencia de genes humanos a los animales productores de leche permitiría la obtención de importantes proteínas humanas para uso médico. Como procedimiento, los animales transgénicos han traído consigo difíciles problemas de definición, propiedad, patentes y estructura industrial que representan una gran preocupación y que tendrán que resolverse para satisfacer a la sociedad.

Consideraciones Finales

Brackett et al. (1982) señalaba, que abogando por una política agrícola ganadera nacional, las civilizaciones con más alto grado de desarrollo han estado asentadas en agriculturas prósperas y si no se toman a tiempo las oportunas medidas, la alimentación y la agricultura serán un serio problema en los próximos años.

El estado de las ciencias biológicas se ha descrito en la actualidad como una revolución, situando a la humanidad en el umbral de algunas transformaciones, poco corrientes, en lo que a las prácticas de salud, agricultura, ganadería e industria se

refiere. Muchas de las tecnologías innovadoras sobre la especie humana han surgido de investigaciones en reproducción animal y la cabra como una de las especies involucradas (Pérez García, 1999).

Todas las técnicas de reproducción asistida han sido desarrolladas y adaptadas a la especie caprina. Sin embargo, por cuestiones de costo y eficiencia, solo unas pocas han sido implementadas a gran escala en planes de mejoramiento genético. Los métodos más utilizados son la sincronización de celo y la inseminación artificial, los cuales han permitido la introducción masiva de una genética superior y han provisto los medios para superar las trabas de la estacionalidad reproductiva. La transferencia embrionaria ha cumplido un rol importante en programas de intercambio genético, incluyendo la incorporación de razas exóticas, pero su difusión continúa limitada debido a su alto costo y alta variabilidad de sus resultados. La producción de embriones *in vitro* a partir de ovocitos recuperados por laparoscopia ha abierto un nuevo frente, con posibilidades de mejorar la eficiencia de la superovulación y transferencia embrionaria a partir de su mayor consistencia y aplicabilidad a categorías especiales. Por último, la producción de animales transgénicos y clonados se encuentra de momento limitada a la producción de proteínas recombinantes de uso farmacológico. Su potencial para acelerar el mejoramiento genético ha sido establecido, pero seguramente no será aplicado hasta que no se logren bajar los costos, mejorar la eficiencia y convencer a gobernantes y público consumidor que no existen problemas de seguridad asociados con el consumo de productos alimentarios derivados de estos animales y sus progenies.

Se ha demostrado que es posible la aplicación de técnicas reproductivas que incrementen la eficiencia en la especie caprina, desde la monta natural, la inseminación artificial, el “efecto macho”, inducción del estro y de la ovulación por métodos hormonales, inducción del parto y técnicas más novedosas menos usadas en la cabra. Cada una debe ser empleada sólo cuando existan posibilidades de éxito, ya que el costo es un factor que puede influir en su práctica, cuando los resultados no son eficientes.

El objetivo marcado por la FAO-OMS, en 1960, para el año 2000 era el incrementar en 1.000 millones de cabezas el ganado vacuno o por el contrario elevar las producciones de carne y leche mediante la mejora zootécnica del ganado, ya que la mayor preocupación no es solamente el hambre cuantitativa, sino la cualitativa, como son las proteínas de alto valor biológico, imprescindibles para el hombre por considerárselas factores de desarrollo mental, intelectual y físico. La consecución de los objetivos sugeridos con los elementos aportados permitirá



la combinación y regulación de estas tecnologías complementarias en el siglo actual.

No debemos soslayar, además, el papel de la Biotecnología al servicio de la reproducción humana, que cumpliendo con los requerimientos éticos imprescindibles, puede jugar un papel de gran importancia en aquellas parejas que desean lograr una descendencia, donde la cabra como modelo biológico, ha demostrado su valor científico.

Referencias

- Adams JM, Harris AW, Pinkert CA, Corcoran LM, Alexander WS, Cory S, Palmiter RD, Brinster RL. The c-myc oncogene driven by immunoglobulin enhancers induces lymphoid malignancy in transgenic mice. *Nature*. 1985; 318:533-538.
- Amann RP. Issues affecting commercialization of sexed sperm. *Theriogenology*. 1999; 52(8):1441-1457.
- Amantea G. Ricerche sulla secrezione spermatica. I. La raccolta dello sperma nel cane. *Rendiconti della R. Accademia Naz. Dei Lincei*. 1914; 23(Serie 5, fasc. 5).
- Bathgate R, Mortin KM, Eriksson BM, Rath D, Seig B, Chami O, Stojanov T, Maxwell WMC, Evans G. Production of porcine embryos of a predetermined sex after in vitro fertilization of in vitro-matured oocytes with sex-sorted frozen-thawed boar sperm. *Reproduction, Fertility and Development*. 2005; 17:303.
- Biggers JD. Walter Heape, FRS: a pioneer in reproductive biology. Centenary of his embryo transfer experiments. *Journal of Reproduction and Fertility*. 1991; 93(1):173-186.
- Brackett BG, Bousquet D, Boice ML, Donawick WJ, Evans JF, Dresell ML. Normal development following in vitro fertilization in the cow. *Biol. Reprod*. 1982; 27(1):147-158.
- British Society for Immunology - BSI. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Available from: <https://www.immunology.org/public-information/bitesized-immunology/experimental-techniques/enzyme-linked-immunosorbent-assay>.
- Campbell KH, McWhir J, Ritchie WA, Wilmut I. Sheep cloned by nuclear transfer from a cultured cell line. *Nature*. 1996; 380(6569):64-66.
- Canisso IF, Andrade Souza F, Ortigoza Escobar JM, Carvalho GR, Morel MCD, Silva EC, Guimarães JD, Lima AL. Congelamiento de semen de burro (*Equus asinus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2008; 19(2):113-125.
- Castillo BJ, Díaz SP, Santos HR, Galache VP, Hernández AS, García VG. Resultados de un programa de FIV con transferencia de embriones en un día 3 vs día 5. *Rev. Mex. Reprod*. 2012; 4.5(3):126-131.
- Chemineau P, Baril G, Delgadillo, J. Control hormonal de la reproducción en el caprino. *Revista Científica*. 1993; 3(3):197-210.
- Choez AK. Criopreservación de semen en camélidos sudamericanos. Venezuela: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2010.
- Corteel JM, Baril G, Bariteau F, Bussièrre J, Lebœuf B, De Montigny G. The use of progestagens to control oestrous cycle of the dairy goats. *Annales de biologie animale, biochimie, biophysique*. 1975; 15(2):353-363.
- Cocero MJ, Díaz de la Espina SM, Aguilar B. Ultrastructural characteristics of fresh and frozen-thawed ovine embryos using two cryoprotectants. *Biology of Reproduction*. 2002; 66(5):1244-1258.
- Cran DG, Johnson LA, Miller NG, Cochrane D y Polge C: Production of bovine calves following separation of X- and Y-chromosome bearing sperm and in vitro fertilisation. *Vet. Rec*. 1993; 132(2):40-41.
- Cruz Espinoza F. "Efecto macho" y su relación con el anestro postparto en la oveja pelibuey amamantando [thesis]. México: Colegio de Postgraduados – COLPOS; 2011.
- Dattena M, Accardo C, Pilichi S, Isachenco V, Mara L, Chessa B, Cappai P: Comparison of different vitrification protocols on viability after transfer of ovine blastocysts in vitro produced and in vivo derived. *Theriogenology*. 2004; 62(3-4):481-493.
- Dauzier L, Ortavant R, Thibault C, Winterbergen S. Resultats nouveaux sur la gestation a contre saison chez la brebis et chez la chèvre possibilité d'utilisation pratique. *Ann. Zootech*. 1954; 3(2):89-94.
- Del Corso A, Cappiello M, Mura U. Thiol dependent oxidation of enzymes: the last chance against oxidative stress. *Int. J. Biochem*. 1994; 26(6):745-750.
- Díaz N, Duverger O, Denis R, Barba F, Guerres JE, Pérez Y, Ortega V. Resultados preliminares sobre fertilidad en yeguas inseminadas con semen fresco de burros para la obtención de mulos (*Equus mulus*). *Ciencia y Tecnología Ganadera*. 2009; 3(2):65-68.
- Díaz N. Características del eyaculado equino y variaciones estacionales. Revisión bibliográfica. *Ciencia y Tecnología Ganadera*. 2010; 4(1):23-30.

- Díaz N, Interián L, Fernández R, del Pino A. Determinación de los meses de mayor porcentaje de gestaciones en yeguas del rancho "La Guabina". *Ciencia y Tecnología Ganadera*. 2012; 6(1):23-26.
- Elsden M. Sexado de embriones bovinos. *Revista ANA-LAC*. 1986; 67.
- Erickson GF. Normal ovarian function. *Clinic. Obstet. Ginecol*. 1978; 21(1):31-52.
- Evans G, Maxwell WMC. Inseminación artificial de ovejas y cabras. Zaragoza: Editorial Acribia; 1990.
- Fukui Y, Ono H. Effects of sera, hormones, and granulosa cells added to culture medium for in-vitro maturation, fertilization, cleavage and development of bovine oocyte. *J Reprod Fertil*. 1989; 86(2):501-506.
- Gibbons AE, Cueto MI. Transferencia de embriones en ovinos y caprinos. Bariloche: INTA; 1995.
- González-Bulnes A, Baird DT, Campbell BK, Cocero MJ, García-García RM, Inskoop EK, López-Sebastián A, McNeilly AS, Santiago-Moreno J, Souza CJ, Veiga-López A. Multiple factors affecting the efficiency of multiple ovulation and embryo transfer in sheep and goats. *Reprod Fertil Dev*. 2004; 16(4):421-435.
- González N, Acosta J, Cádiz Y, Collazo JR, Núñez Y, Suárez A. Comportamiento productivo de cabras locales cubiertas por machos Boer. I- Indicadores al parto. *Ciencia y Tecnología Ganadera*. 2011; 5(1):45-50.
- Gurdon JB. Adult frogs derived from the nuclei of single somatic cells. *Dev. Biol*. 1962; 4(2):256-273.
- Gurdon J. The birth of cloning. *The Sciences*. 1997; 37(5):26-31.
- Hasler JF. Current status and potential of embryo transfer and reproductive technology in dairy cattle. *J. Dairy Sci*. 1992; 75(10):2857-2879.
- Hernández Martínez R, Ruiz Olán A. La clonación de mamíferos. *Kuxulkab' Revista de Divulgación*. 2001; VII(14).
- Herradón PG, Quintela LA, Becerra JJ, Ruibal S, Fernández M: Fecundación in vitro: alternativa para la mejora genética en bovinos. *Arch. Latinoam. Prod. Anim*. 2007; 15(Supl.1):34-41.
- Ishii T, Bannai S, Sugita Y. Mechanism of growth stimulation of L1210 cell by 2-mercaptoethanol in vitro: role of the mixed disulfide of 2-mercaptoethanol and cysteine. *J. Biol. Chem*. 1981; 256(23):12387-12392.
- Johnson LA, Welch GR, Rens W. The Beltsville sperm sexing technology: high-speed sperm sorting gives improves sperm output for in vitro fertilization and Al. *J. Animal Sci*. 1999; 77(Supl.2):213-220.
- Kane MT. A review of in vitro gamete maturation and embryo culture and potential impact on future animal biotechnology. *Animal Reproduction Science*. 2003; 79(3-4):171-190.
- Kuwayama M, Leibo SP: Cryopreservation of Human Embryos and Oocytes. *Journal of Mammalian Ova Research*. 2010; 27(3):79-86.
- Leder P, Battey J, Lenoir G, Moulding C, Murphy W, Potter H, Stewart T, Taub R. Translocations among antibody genes in human cancer. *Science*. 1983; 222(4625):765-771.
- Leibo SP, Mazur P. Methods for the preservation of mammalian embryos by freezing. In: Daniel JC Jr., editor. *Methods in Mammalian Reproduction*. New York: Academic Press; 1978. p. 179-201.
- Leibo SP. Water permeability and its activation energy of fertilized and unfertilized mouse ova. *The Journal of Membrane Biology*. 1980; 53(3):179-188.
- Leibo SP, Oda K: High survival of mouse zygotes and embryos cooled rapidly or slowly in ethylene glycol plus polyvinylpyrrolidone. *Cryo-Letters*. 1993; 14:133-144.
- Leibo SP, Songsasen N. Cryopreservation of gametes and embryos of non-domestic species. *Theriogenology*. 2002; 57(1):303-326.
- Liebfried-Rutledge ML, Critser ES, First NL. Effects of fetal calf serum and bovine serum albumin on in vitro maturation and fertilization of bovine and hamster cumulus-oocytes complexes. *Biol. Reprod*. 1986; 35(4):850-857.
- Lopatarova M, Cech S, Krontorad P, Holy L, Lalova H, Dolezel R. Conception rate after sex determination and cryopreservation of D7 bovine embryos. *Veterinari Medicina* 2010; 55(1):10-18.
- López Alonso C Supresión del efecto de dominancia folicular en protocolos de estimulación ovárica en ganado ovino mediante la administración de una dosis única de antagonista de GnRH [thesis]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2004.
- MacKenzie AA. Aplicaciones de la biotecnología en la sanidad y la producción animal. *Revista Científica y Técnica*. 2005; 24(1).
- Martínez AG. Optimización de métodos de criopreservación de embriones bovinos y ovinos [thesis]. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires; 2006.



- Martínez B. Estudio de la fecundación “in vitro” en porcino: reducción de la poliespermia y optimización de la producción “in vitro” de embriones [thesis]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2002.
- Martino A, Songsasen N, Leibo SP. Development into blastocysts of bovine oocytes cryopreserved by ultra-rapid cooling. *Biol. Reprod.* 1996; 54(5):1059-1069.
- Master Z. Embryonic stem-cells gametes: The new frontier in human reproduction. *Hum. Reprod.* 2006; 21(4):857-863
- Mazur P. Freezing of living cells: mechanisms and implications. *Am. J. Physiol.* 1984; 247:C125-142.
- Moore K, Bondioli KR. Glycine and alanine supplementation of culture medium enhances development of in vitro matured and fertilized cattle embryos. *Biol. Reprod.* 1993; 48:833-840.
- Nibart M, Marquant Le Guienne B, Humblot P, Guerin B. The application of new reproductive technologies in France. *Arq. Fac. Vet. UFRGS.* 1997; 25(1):21-35.
- Ossa Saraz GA. Relación entre el Mejoramiento Genético y la Biotecnología. Turipaná: Programa Nacional de Recursos Genéticos y Biotecnología Animal, CORPOICA; 2007.
- Palma GA, Zakhartchenko V, Brem G: In vitro production of bovine embryos with oocytes from individual slaughtered elite cows: developmental competence and subsequent calving rates. *J Anim Sci.* 1995; 221.
- Palma GA, Tortonese DJ, Sinowatz F. Developmental capacity in vitro of prepubertal oocytes. *Anat. Histol. Embryol.* 2001; 30(5):295-300.
- Parrilla I, Vázquez JM, Oliver-Bonet M, Navarro J, Yelamos J, Roca J, Martínez EA: Fluorescence in situ hybridization in diluted and flow cytometrically sorted boar spermatozoa using specific DNA direct probes labelled by Nick Translation. *Reproduction.* 2003; 126(3):317-325.
- Parrilla I, Vázquez JM, Cuello C, Gil MA, Roca J, Di Bernardino D, Martínez EA. Hoechst 33342 stain and UV laser exposure do not induce genotoxic effect in flow-sorted boar spermatozoa. *Reproduction.* 2004; 128(5):615-621.
- Parrilla I, Vázquez JM, Martínez EA. Evaluación de la inocuidad del proceso de separación espermática por citometría de flujo en el ganado porcino. *An. Vet. (Murcia)* 2005; 21:87-99.
- Pastor LM. Bioética de la manipulación embrionaria humana. *Cuadernos de Bioética.* 1997; 31(3):1074-1104.
- Pérez-Clariget R, Garese-Raffo JA, Fleischmann-Techera R, Ganzábal-Planinich A, González-Stagnaro C. Sincronización de celos en cabras en estación reproductiva: uso de esponjas de medroxiprogesterona o aplicación de prostaglandina después de cinco días de detección de celos. *Revista Científica.* 2012; XXII(3):245-251.
- Perez García T. Transferencia de embriones en el ganado vacuno. *Rev. Del Consejo Gral. de Col. Vet. de España.* 1960; 51:11-20.
- Perez García T Control biológico de la reproducción de la oveja de raza Manchega. *Rev. Pat. Biol. Anim.* 1970; 14(4):285-340.
- Pérez García T. El efecto morueco asociado a la administración de Cloprostenol sódico en la sincronización del celo en la oveja. *Archivos de Zootecnia.* 1987; 36(136):335-342.
- Perez García T. Biotecnología de la reproducción animal. Discurso de ingreso como Académico de Número de la Real Academia de Doctores; 1999. p. 1-51.
- Pérez García T. Biotecnología de la reproducción. Real Academia de Ciencias Veterinarias, Jornadas Conmemorativas XXV Aniversario. 2000; VIII(8).
- Pérez Oliva M. Jacques Testart: Es preciso un control social sobre las técnicas de procreación artificial. *El País.* 1986; Jueves 9 de Octubre.
- Polge C, Rowson LEA: Fertilizing capacity of Bull Spermatozoa after freezing to -79 °C. *Nature.* 1952; 169:626-627.
- Regueiro M, Pérez-Clariget R, Ganzábal A, Aba M, Forsberg M. Effect of medroxiprogesterone acetate and eCG treatment on the reproductive performance of dairy goats. *Small Rum. Res.* 1999; 33(3):223-230.
- Rendtorff T. Grenzerweiterung und Grenzüberschreitung ethischer in Prozeß der Gentechnik. In: von Hermann H, Gottfried B. *Klonen, Forschung und Ethik im Konflikt.* Germany: Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina; 2000. p. 141-155.
- Ritar AJ. Control of ovulation, storage of semen, and artificial insemination of fibre-producing goats in Australia: a view. *Aust. J. Exp. Agric.* 1993, 33(6):807-20.
- Robinson TJ. Use of progestagen-impregnated sponges inserted intravaginally or subcutaneously for the control of the oestrus cycle in the sheep. *Nature.* 1965; 206:39-41.

- Rodríguez M, Vallejo A, Batista P, Espasandin AC. Biotecnologías reproductivas aplicadas a la mejora genética animal. *Cangue*. 2011; 31:44-50.
- Roldan E. Los bancos de recursos genéticos: una herramienta útil para la conservación. *La Tierra*. 2003; (febrero, Suplemento).
- Romano JE. Effect of two doses of cloprostenol in two schemes for estrous synchronization in Nubian goats. *Small Rum. Res.* 1998; 28(2):171-176.
- Romano JE. Synchronization of estrus using CIDR, FGA or MAP intravaginal pessaries during de breeding season in Nubian goats. *Small Rum. Res.* 2004; 55(1-3):15-19.
- Rubianes E, Ungerfeld R, Castro T. Inducción y sincronización de celo en ovejas y cabras. In: *Simposio Internacional de Reproducción Animal*, 3., 1999. Resúmenes... Argentina: Carlos Paz; 1999. p. 109-131.
- Rubianes E. Avances en el conocimiento de la fisiología ovárica de los pequeños rumiantes y su aplicación para el manejo reproductivo. *Actas de Fisiología*. 2000; 6:93-103.
- Ruiz R, Fernández JR, de la Vega AC, Rabasa AE. Evaluación de diferentes tratamientos hormonales para la sincronización del estro en cabras criollas serranas durante el verano. *Zoot. Trop.* 2002; 20(4):473-482.
- Salomon S. Inseminación artificial de ovejas y cabras. España: Acibia; 1990.
- Santa María A, Cox J, Muñoz E. Caracterización de la actividad sexual de la cabra criolla durante la estación reproductiva. *Memorias VI Congreso Nacional de Medicina Veterinaria. Avances en Ciencias Veterinarias*; 1990. Número extraordinario. Sin paginación.
- Seidel GEJr. Sexing mammalian spermatozoa and embryos state of art. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 1999; 54:477-487.
- Seidel GEJr, Schenk JL, Herickhoff LA, Doyle SP, Brink Z, Green RD, Cran DG. Insemination of heifers with sexed sperm. *Theriogenology*. 1999; 52(8):1407-1420.
- Spallanzani L. Wikipedia. "Spallanzani - Uomo e scienziato" (in Italian). Il museo di Lazzaro Spallanzani. Retrieved 2010. Revisado Junio 2013.
- Spemann H. Die Entwicklung seitlicher und dorso-ventraler Keimhälften beim verzögerterkeimversorgung. *Zeitschr Zoo.* 1928; 132:105-134.
- Steptoe PC, Edwards RG. Reimplantation of a human embryo with subsequent tubal pregnancy. *Lancet*. 1976; 1(7965):880-882.
- Thibier M. The 1998 Statistical Figures for the Worldwide Embryo Transfer Industry: a data retrieval committee report. *Embryo Transfer Newsletter*. 1999; 17(4):25-31.
- Torres Acosta JF, Montes Pérez R, Loría Mendez JMM. Sincronización de estros en cabras criollas utilizando dosis reducidas de prostaglandina F2 alfa. *Vet. Méx.* 1996; 27(2):133-136.
- Trounson A, Peura A, Freeman L, Kirby C. Ultrarapid freezing: a new low-cost and effective method of embryo cryopreservation. *Fertility and Sterility*. 1987; 48(5):843-850.
- Whittingham DG. Fertilization in vitro and development to term of unfertilized mouse oocytes previously stored at -196 degrees C. *J. Reprod. Fertil.* 1977; 49:89-94.
- Willadsen SM. Cloning of sheep and cow embryos. *Genome*. 1989; 31(2):956-962.
- Wilmot I, Schnieke AE, McWhir J, Kind AJ, Campbell KH. Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells. *Nature*. 1997; 385(6619):810-813.
- Wilmot I. Cloning for medicine. *Scientific American*. 1998; 279(6):58-63.

Producción y comercialización de carne caprina

Patricio Mario Dayenoff¹

El ganado caprino presenta una amplia distribución mundial basada, fundamentalmente, en su gran capacidad para aprovechar y producir en regiones particularmente difíciles, donde las condiciones de obtención de aguas y escasez de vegetación son marcadas (Dubeuf et al., 2004).

La rusticidad de esta especie y selectividad de forraje les permiten producir mucho mejor que el ganado vacuno u ovino las condiciones de aridez y semi-aridez, condición climática que presenta casi dos tercios de la superficie del planeta (Devendra, 2000).

Asimismo, la carne caprina presenta una serie de cualidades positivas dentro de las que se mencionan bajo contenido de grasa, escaso valor en colesterol, blandura y ternura y tiene como característica a enfatizar que es una de las pocas carnes aceptadas por todas las sociedades y en todas las religiones (Garriz et al., 1994).

Una gran cantidad de investigaciones indican que la carne caprina posee una alta calidad nutricional, que se traduce en un bajo contenido de grasas saturadas, de grasas totales y colesterol, sólo comparable a la carne de pollo; además de ser baja en calorías y con un nivel de proteínas similar o superior al de las otras carnes (Webb y Mamabolo, 2004).

La razas caprinas para la producción de carne más difundidas y utilizadas en América Latina responden, fundamentalmente, al tronco de las líneas europeas de la península ibérica introducidas al continente en la época de la colonia, entre los siglos XVI y XVII, destacándose los ejemplares Blanco celtibérica, Castellana de Extremadura, Pirenaica y del tronco Canario, provenientes de España (Amills et al., 2009) como así también las razas Moxoto, Canindé, Repartida, entre otras, traídas desde Portugal, que se afianzaron en Brasil exclusivamente (Ribeiro et al., 2004), algunas con reconocimiento racial oficial como Moxotó.



Figura 1: Cabras caprinas tipo Criolla en países de habla Hispana.

Fuente: Patricio Dayenoff.

¹ MV, Dr. INTA EEA. Rama Caida. Universidad Nacional de la Pampa. E-mail: patriciodayenoff@yahoo.com.ar

La existencia caprina en América Latina es de algo más de 33 millones de cabezas; siendo México, Brasil y Argentina los tres países con mayor cantidad de animales, como se observa en la Tabla 1, destacando, además la importante cantidad de caprinos presentes en Perú, Bolivia, Venezuela, Colombia y Cuba, en su mayoría lo que se denomina comúnmente tipo Criollo, producto del apareamiento no controlado durante 400 años de las razas españolas y sin retro-cruza, lo que podría definir al Criollo como raza adaptada a las distintas condiciones de América Latina.

Asimismo, vale destacar la introducción de razas como Anglo-Nubia y Saanen a mediados del siglo XX.

Anglo Nubia fue introducida como raza lechera y doble propósito para el mejoramiento de la producción de carne. Su cruzamiento con el tipo Criollo nunca fue debidamente controlado y se ofreció al productor con datos productivos de Europa, que no se reflejaron bajo la condición de la explotación caprina tradicional de América Latina y fue lentamente marginada del sistema cárnico, quedando atisbos y restos genéticos en el ganado tipo Criollo como tamaño de las orejas y perfil de cabeza.

En la última década del siglo XX varios países permitieron la introducción poco controlada de la raza Boer como agrupación racial puramente cárnica, pero en la actualidad no hay suficiente información de sus niveles productivos bajo sistemas de explotación en áreas marginales de secano que puedan dar sustento al aporte de esta raza al sistema real de producción de carnes caprina.

En algunos países como Brasil o México donde aparecieron nuevos inversores en la explotación caprina para carne, Boer se presenta como una solución para zonas semiáridas o perisféricas a áreas de cultivo donde la producción forrajera es más destacada y puede dar sustento a la raza.

Asimismo, los precios de los ejemplares de ambas razas son relativamente elevados para ser adquiridos como reproductores puros por el productor tradicional y gran cantidad de establecimiento comercializadores de razas no llevan registro de producción o progenie de sus animales, vendiendo solo morfotipo y no genética.

A su vez es de destacar que la existencia de esta última raza no llega al 0,5% del volumen de la ganadería caprina de los países de América Latina, por lo que su incidencia en los volúmenes productivos es prácticamente insignificante en el mercado consumidor de carnes caprinas.

En los últimos años del siglo XX se comenzó con la caracterización morfo-genética de algunos biotipos Criollos con la finalidad de poder dar certificación racial a estas agrupaciones como con la cabra Azul en Brasil (Ribeiro et al., 2004), la Colorada pampeana en Argentina (Bedotti et al., 2004) y la Santandereana en Colombia (Salazar Sánchez, 2009).

Tabla 1: Existencia caprina en los países de Latinoamérica.

País	Existencia
Argentina	4.850.000
Belice	170.000
Bolivia	1.960.000
Brasil	10.540.000
Chile	705.000
Colombia	1.200.000
Costa Rica	5.000
Cuba	1.120.000
Ecuador	170.000
El Salvador	15.300
Guadalupe	48.000
Guatemala	109.300
Haití	1.90.000
Honduras	30.000
México	9.700.000
Nicaragua	7.100
Panamá	6.300
Paraguay	167.000
Perú	1.960.000
Uruguay	16.500
Venezuela	1.380.000
Total	33.159.500

Fuente: FAO (2003).

En todos los países del sub-continente las características de producción de los modelos de explotación caprina para carne se concentra en áreas marginales, donde predominan las condiciones de aridez y semi-aridez, con modelos de explotación animal empíricos, donde predomina la escasa planificación productiva, sin aplicación de tecnología de base científica, no se llevan registros o controles de los niveles productivos, los productores no tienen capacitación técnica y, en general, se podría inferir que tiene escasa capacidad empresarial y de asociativismo u organización (Martin, 2009).

Por otra parte, el número de animales disponibles depende en gran medida del número de pariciones por temporada, supeditada a las condiciones climáticas imperantes, factor fundamental e ineludible de la regulación de la producción de carne caprina en el mundo (De Vries, 2008).

En general, la producción y el comercio de carne caprina en todo el continente se orienta al modelo del cabrito tipo lechal, con características de un peso de faena inferior a los 12 kg peso vivo, con una edad menor a los 60 días, producto que en general, presenta un promedio de rendimiento de carcasa del 48-52% (Dayenoff et al., 1996).



Asimismo, la carne caprina presenta una serie de cualidades positivas dentro de las que se mencionan bajo contenido de grasa, escaso valor en colesterol, blandura y ternura y tiene como característica a enfatizar que es una de las pocas carnes aceptadas por todas las sociedades y en todas las religiones (Garriz et al., 1994).

El sistema actual presenta una comercialización de carne caprina caracterizada por su marcada estacionalidad y alto grado de informalidad. La mayor oferta no es procesada en mataderos autorizados, siendo el propio productor, el intermediario o el consumidor quien sacrifica y faena el animal para su venta o autoconsumo (Hernández et al., 2011).

Los establecimientos productivos se encuentran, generalmente, marginados, lejos de las áreas urbanas de consumo masivo, no existe propiedad de la tierra, predominan los sistemas de trashumancia, los productores no tiene posibilidad de acceso al crédito, la oferta de productos es atomizada y estacional, poseen una economía predial que se puede definir como totalmente de subsistencia, expulsiva y poco generadora de mano de obra, presentan un alto índice de necesidades básicas insatisfechas, con altos índices de pobreza y el principales destinos de la producción es el autoconsumo y la venta doméstica (Cuellar et al., 2012).

Por otra parte, el número de animales disponibles depende en gran medida del número de pariciones por temporada, supeditada a las condiciones climáticas imperantes, factor fundamental e ineludible de la regulación de la producción de carne caprina en el mundo (Aziz, 2010).

La carne de cabra se consume en el mundo subdesarrollado por tradiciones y hábitos, sin duda motivados en la disponibilidad que desde antiguo ha existido de este animal, que fue de los primeros domesticados, y cuyas características de rusticidad y resistencia lo hacen adecuado a economías pobres; a su vez, el consumo en los países desarrollados está muy vinculado a una fuerte inmigración de personas desde países en desarrollo, que mantiene sus costumbres y hábitos alimenticios (Scaramuzzi y Martin, 2008).

En Norte y Centro América, los principales consumidores son México con unas 40.000 toneladas, Estados Unidos con 4.000 toneladas y Jamaica y República Dominicana con unas 3.000 toneladas cada uno aproximadamente. En Estado Unidos se ha dado un fenómeno de aumento importante de consumo de carnes caprinas asociado a la gran inmigración de la década de los 80's y 90's; llegando a la necesidad de importar algo más de 7200 toneladas para poder cubrir la demanda étnica y temporal de acuerdo a las diferentes festividades religiosas.

En América del Sur, Brasil consume 50.000 toneladas, Argentina 7.500 toneladas; Perú 7.000

toneladas y Bolivia, Chile y Venezuela consumen algo más de 5.000 toneladas anuales cada uno.

Si bien en América Latina existen diversos modelos de producción de carne caprina, algunos muy tecnificados y mecanizados, el modelo altamente predominante y más difundido en el sub-continente se caracteriza por hacer uso de grandes extensiones de tierra que por lo general poseen baja cantidad de biomasa vegetal y sobre las que los animales pastan (Brinkman et al., 2009).

Por lo general en ellos hay poca inversión de capital en animales y poca o nula en mejora de las instalaciones. Asimismo, se caracterizan por el uso, en la mayor parte de los casos, de mano de obra familiar y por el aprovechamiento de grupos genéticos caprinos muy heterogéneos (Armas et al., 2006).

Son sistemas que comúnmente se encuentran muy relacionados a estratos poblacionales rurales con altos niveles de marginación, necesidades básicas insatisfechas y de escasos recursos (Koyuncu et al., 2005).

Esas causas llevan a una escasa capacidad de demanda de asesoría técnica y una gran tendencia a un bajo nivel o eficiencia de producción; la aplicación de tecnología de base científica es muy escasa y se utiliza el empirismo y la tradición familiar como modo de hacer las cosas (López, 2003).

Dentro de este modelo generalizado de manejo animal en la producción de carnes caprinas se pueden diferenciar dos tipos, el sistema extensivo sedentario, originado en la época colonial y que estuvo relacionado a los latifundios predios manejados por la iglesia católica, por las mercedes indivisas otorgadas los monarcas españoles como pago o compensación por actividades comerciales y políticas y por grandes compañías mineras con el objeto de suplir las necesidades alimenticias de sus empleados (Ducoing, 2007).

Su característica reside en que los animales son alimentados sobre el pastizal natural, bajo un sistema de manejo de pastoreo libre diurno, sin control de carga animal, con pernocte a corral en un lugar fijo y permanente. El tipo de ganado que se observa varía en cuanto a sus características de tipo, conformación y producción, predominando los animales tipo Criollo, pero se pueden encontrar distintos niveles de cruzamiento con razas introducidas en América latina a mediados del siglo XX como Anglo-Nubia, Saanen, entre otras, y más recientemente, Boer.

Por lo general, los hatos poseen desde 40 hasta 300 caprinos, su principal objetivo es la producción de carne y en segundo término la leche que generalmente se emplea para consumo familiar o con fines de comercialización de manera local (Dayenoff, 2012).

El segundo sistema es el extensivo trashumante; este sistema se ha desarrollado en las zonas alejadas y aparece como un proceso de pastoreo itinerante a lo largo de pastizales en zonas fiscales y ajenas, que

son alquilados expresamente para que las cabras se alimentaran. Los caprinos se mueven desde las zonas bajas continuando su andar en la persecución de los mejores pastizales hasta llegar en algunos casos a pastorear alturas de hasta 3500 msnm (Macario y Dayenoff, 2013).

El sistema se caracteriza por carecer de superficies de pastoreo propias y por lo tanto, las instalaciones existentes son las mínimas necesarias para proteger y eventualmente abrevar a los animales, los rodeos llegan hasta las 3.000 cabezas y con arreos de hasta 20 días para llegar a lugares donde los caprinos aprovechan los pastizales y, generalmente, se dan en zonas de serranías y montañas y es bastante utilizado en los países del área cordillerana (Dayenoff y Macario, 2006),

Asumiendo esta similitud de sistema productivo, tipo de comercialización y producto comercial existente entre todos los países del área latinoamericana y usando como base referencial la información existente en Brasil, México y Argentina como representativa de la región (algo más del 75% del total caprino), la existencia de hembras con capacidad reproductiva estaría en el orden del 70% del stock, cifra que ascendería a algo más de 22.200.000 cabras con potencial de parición.

Utilizando como base promedio un 75% de parición, el total de hembras que llegarían a este momento reproductivo sería de 16.650.000 madres y considerando una prolificidad media de 1,1 cabrito/cabra/año, el sub-continente latinoamericano produciría alrededor de 18 millones de cabritos/año.

En Argentina, el sistema de explotación tradicional productor de cabrito lechal presenta una división territorial donde en el Noroeste del país, región árida y semi-árida subtropical, existen dos períodos de parto, otoño y primavera; concentrando el otoño el 60-65% de las pariciones anuales y como se observa en la Tabla 2, con un mayor número de partos dobles, cabritos con mayor peso al nacimiento y mejor peso al momento de venta y sobre cuando

en el establecimiento se implementan tecnologías de base científica para el aumento de la productividad, la que llega a ser cercana al 45%.

El producto comercial de la cadena caprina es el cabrito lechal o cabrito mamón, conocido, además, como chivito, pese a que esta denominación correspondería a otra categoría de producto, con un animal de mayor edad y peso.

El producto cabrito es de tipo estacional, se faena entre los 30 y 60 días de edad con un peso vivo de entre 8 y 14 kg y en un 95% de los casos responde al tipo Criollo y sus cruzas (entiéndase por Criollo a aquellas agrupaciones raciales introducidas en América durante los siglos XVI y XVII y que por cruzamientos al azar y no controlados dieron el morfotipo caprino actual de Latinoamérica).

El rendimiento de carcasa es alrededor del 50%, por lo que el producto llega a consumidor minorista con un peso de entre 4-7 kg/pieza.



Figura 2: Carcasas.
Fuente: Patricio Dayenoff.

Grasa intramuscular de diferentes tipos de carnes

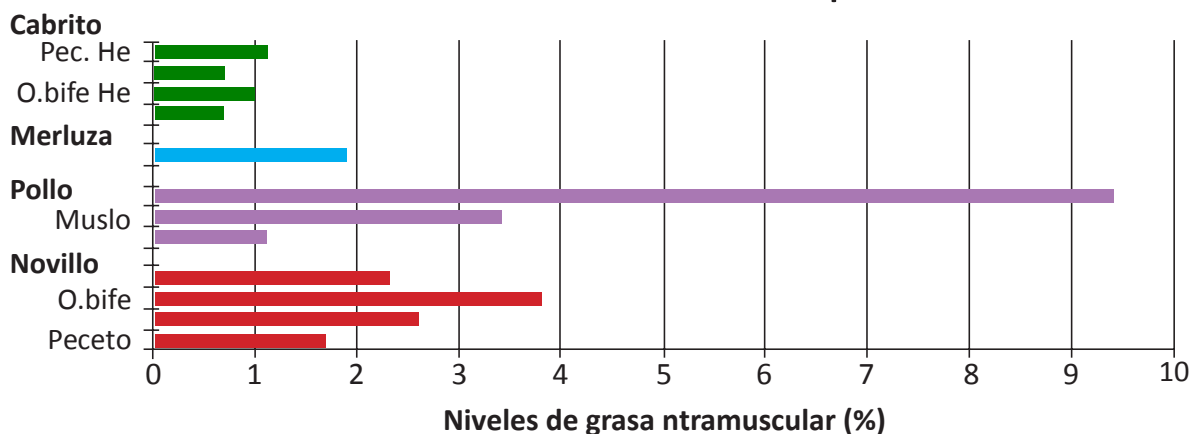


Gráfico 1: Grasa intramuscular de diferentes tipos de carnes.
Fuente: Garriz et al. (1994).



Contenido de colesterol en diferentes tipos de carnes

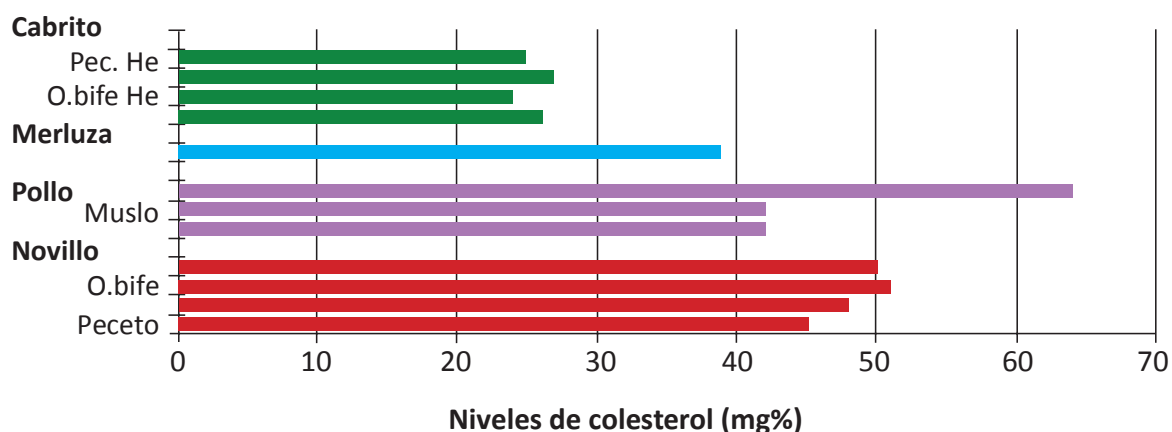


Gráfico 2: Contenido de colesterol en diferentes tipos de carnes.

Fuente: Garriz et al. (1994).

Tabla 2: Características de productividad caprina en el Noroeste argentino, según época de parto y nivel de tecnificación.

Parto otoño	Productores tradicionales	Productores c/tecnología
	(n = 65)	(n = 15)
% de parición	74,3	91,2
Índice de prolificidad	1,22	1,43
Peso al nacimiento	2,62 ± 0,8	2,88 ± 0,7
Peso a los 45 días	7,76 ± 1,6	9,24 ± 1,8
Total kg de cabritos/cabra	9,27 ± 1,3	12,87 ± 1,5
Parto primavera		
% de parición	44,6	54,4
Índice de prolificidad	1,04	1,21
Peso al nacimiento	2,34 ± 0,4	2,74 ± 0,6
Peso a los 45 días	6,52 ± 1,4	8,36 ± 1,2
Total kg de cabritos/cabra	6,82 ± 1,7	10,01 ± 1,4

Fuente: Dayenoff et al. (1999).

Asimismo, en la Tabla 3 se observan los valores de algunas variables que caracterizan la carne del cabrito lechal del Noroeste argentino, donde se

observa que las carcasas de los machos presentan mejor rendimiento que las hembras y con menor contenido de grasa.

Tabla 3: Promedios y desvíos estándar de algunas variables del cabrito lechal, tipo Criollo.

Variable	Machos (n = 25)	Hembras (n = 25)	Total (n = 50)
Kg vivo faena	8,61 ± 0,16	8,16 ± 0,47	8,38 ± 0,29
Rendimiento (%)	49,92	47,48	48,60
Grasa % res	2,32	3,48	2,90
Músculo % res	52,47	55,01	53,76
Hueso % res	29,60	26,23	27,96
Rel.Músc/hueso	1,77	2,09	1,92
Rel.Músc/grasa	22,57	15,76	18,53

Fuente: Garriz et al. (1994).

Por otra parte, la Tabla 4 muestra las características de calidad sensorial de las carcasas de cabritos tipo Criollo, asadas a la brasa,

evaluadas por un panel profesional especializado en carnes bovinas y cuyos límites de calificación varían entre 1 y 8.

Tabla 4: Calidad sensorial de la carne de cabrito, según sexo y corte comercial.

Variable	Sexo	Corte		
		Costillar	Pierna	Paleta
Jugosidad	M	5,2 ± 0,4 ^a	6,3 ± 0,5 ^a	6,6 ± 0,4 ^a
	H	4,9 ± 0,1 ^a	6,1 ± 0,4 ^a	6,2 ± 0,6 ^a
Terneza	M	5,7 ± 0,3 ^a	6,1 ± 0,6 ^a	6,9 ± 0,4 ^a
	H	5,5 ± 0,5 ^a	6,8 ± 0,2 ^a	6,5 ± 0,3 ^a
Flavor	M	6,4 ± 0,4 ^a	6,3 ± 0,5 ^a	6,2 ± 0,2 ^a
	H	6,0 ± 0,3 ^a	6,3 ± 0,5 ^a	6,0 ± 0,5 ^a
Aroma	M	5,4 ± 0,3 ^a	5,2 ± 0,1 ^a	5,3 ± 0,2
	H	5,3 ± 0,5 ^a	4,9 ± 0,4 ^a	5,1 ± 0,5

Nota: Letras iguales diferencia estadística no significativa ($p < 0,05$).

Fuente: Gallinger et al. (1994).

Seguidamente se presentan los gráficos que muestran el contenido de grasa y de colesterol intramuscular del cabrito tipo Criollo regional, comparada con los valores de los parámetros en otras carnes normalmente consumidas en Argentina y donde se observa que tanto en los diferentes cortes como en la variable sexo, la carne de cabrito muestra niveles inferiores al resto, pudiendo considerársela como una carne menos nociva para la salud humana.

Evaluando la grasa total y tipo de ácidos grasos que presenta la carne de cabrito, los resultados hallados en el análisis del músculo Longissimus dorsi mostraron un total de 0,8% de grasa, con una distribución porcentual ácidos grasos de 14:0 = 2,6%; 16:0 = 21,2%; 16:1 = 1,7%; 18:0 = 13,4%; 18:1 = 36,3%; 18:2 = 12,7%; 18:3 = 2,1% y 20:4 = 5,2%, mostrando un predominio importante de las cadenas no saturadas (Garriz et al., 1994).

Asimismo, el mal manejo permanente del pastizal natural ha llevado a que la escasez de forraje

sea una de las limitantes más importante de este sector productivo; agravado, en el período de partos de invierno, por el estado de reposo vegetativo del pastizal natural de la región, que presenta, en ese momento, su más baja calidad forrajera. Como consecuencia de este problema alimenticio en las cabras madres durante la última etapa de gestación y durante la lactancia, la producción de cabritos se ve afectada por una mortalidad de las crías, bajo peso al nacimiento y bajo peso al momento de venta a los 35-60 días de edad (Blache et al., 2007).

Diferentes ensayos de suplementación estratégica, realizados en sistema real de producción, mostraron que es posible mejorar la productividad de los establecimientos alimentando a las dos categorías participantes, madre y cría.

La Tabla 5 muestra los resultados de la eficiencia de suplementar a las madres y se observa una ganancia de peso más importante y nula mortandad en las crías de ese grupo.

Tabla 5: Efecto de la suplementación en las cabras sobre algunas variables de los cabritos, en el Polo 1, Los Aguirres.

Variables	Cabritos de cabras Suplementadas (n = 22)	Cabritos de cabras Sin suplementar (n = 23)
Peso al nacimiento.	3,65 ± 0,52 ^a	2,97 ± 0,41 ^b
Peso a los 35 días.	7,28 ± 0,78 ^a	6,43 ± 0,74 ^b
Velocidad de crecimiento.	98,12 ± 21,0 ^a	97,24 ± 20,1 ^a
Mortalidad 0-35 días.	0	20,0% (4/23)

Nota: Letras distintas en la misma línea diferencia significativa ($p \leq 0,05$).

Fuente: Dayenoff et al. (1999).

Analizando los datos obtenidos en un segundo ensayo en el Polo 2 (La Playa), la Tabla 6 muestra los resultados obtenidos tanto en la suplementación de las cabras como la suplementación de los cabritos,

observándose el efecto positivo de estas alternativas en la diferencia estadística significativa ($p \leq 0,05$) encontrada entre los pesos de los cabritos a los 35 días como en las velocidades de crecimiento.



Tabla 6: Efecto de la suplementación en cabras y cabritos sobre algunas variables de las crías, en el Polo 2, La Playa.

Variables	Cabritos de cabras suplementadas (n = 24)	Cabritos de cabras sin suplementar (n = 25)	Cabritos suplementados (n = 21)
P. nacimiento (kg)	2,72 ± 0,21 ^a	2,66 ± 0,28 ^a	2,58 ± 0,32 ^a
P. 35 días (kg)	8,14 ± 0,97 ^a	6,42 ± 1,07 ^b	7,38 ± 0,95 ^a
Vel.crec. (gr/d)	153,8 ± 24,3 ^a	107,5 ± 25,4 ^b	130,9 ± 31,6 ^a

Nota: Letras distintas en la misma línea diferencia significativa (p ≤ 0,05).

Fuente: Dayenoff et al. (1999).

Los datos obtenidos en el Polo 3 (El Carrizal) se muestran en la Tabla 7, donde puede observarse que tanto para los pesos al nacimiento de los cabritos como el peso a los 35 días presentaron diferencias estadísticas significativas (p ≤ 0,05) a favor de las crías provenientes de madres suplementadas.

A su vez, el mismo cuadro refleja velocidades de crecimiento similares entre los cabritos hijos de madres suplementadas e hijos de cabras sin suplementar; pero ambos grupos tuvieron una ganancia diaria de peso (115,2 ± 14,5 y 115,7 ± 6,58 gr/día) menor a la encontrada en cabritos hijos de cabras suplementadas y que a su vez recibieron sustituto lácteo en lactancia artificial por la tarde (128,6 ± 12,7 gr/día).

Tabla 7: Efecto de la suplementación en cabras y cabritos sobre algunas variables de las crías, en el Polo 3, El Carrizal.

Variables	Cabritos de cabras suplementadas (n = 20)	Cabritos de cabras sin suplementar (n = 24)	Cabritos suplementados de cabras suplementadas (n = 20)
P. nacim. (kg)	3,31 ± 0,36 ^a	2,76 ± 0,26 ^b	3,27 ± 0,42 ^a
P. 35 días (kg)	7,36 ± 0,43 ^a	6,81 ± 0,31 ^b	7,85 ± 0,58 ^a
Vel. crec. (gr/d)	115,2 ± 14,5 ^a	115,7 ± 6,58 ^a	128,6 ± 12,7 ^b

Nota: Letras distintas en la misma línea diferencia significativa (p ≤ 0,05).

Fuente: Dayenoff et al. (1999).

Estos ensayos llevados a cabo en establecimiento productores demostraron que es factible mejorar la presentación de cabritos y lograr introducirlos en el mercado, cuando alcanza el peso indicado y demandado por el mercado consumidor de esta especie (Dayenoff et al., 1997).

Analizando la producción caprina en un modelo de trashumancia (Macario et al., 2005) demostraron la importancia de ese sistema de aprovechamiento de pastizales de altura, cuando evaluaron la evolución

del peso de cabras que realiza esta movimiento de casi 60 km en la región de Malargüe (Argentina).

El Gráfico 3 muestra la evolución del peso vivo de las cabras, donde se observa que durante la veranada (subida a la alta cordillera), las madres recuperan algo más de un 10% de su peso, después del período de parto-amamantamiento, cuando tocaron el peso más bajo (≤ 40 kg) de su período productivo, alcanzando un peso superior a los 44 kg antes de regresar a las zonas bajas.

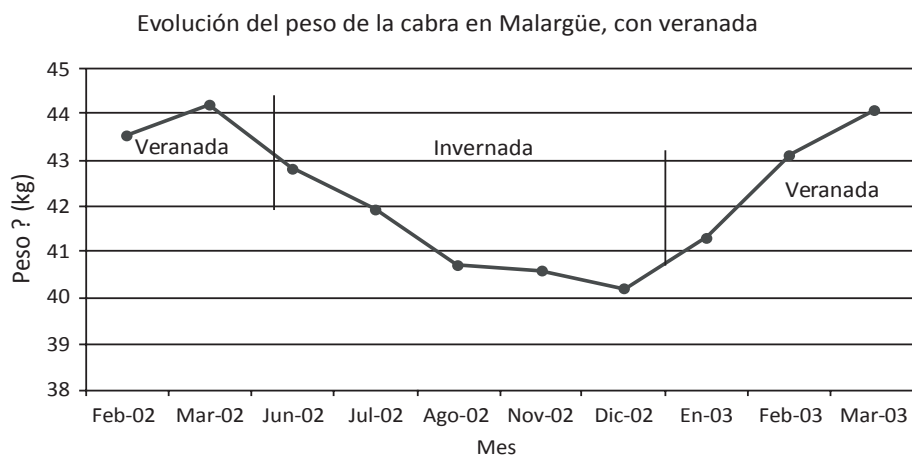


Gráfico 3: Evolución del peso de las cabras adultas (n = 163) antes y después de la veranada.

Fuente: Dayenoff et al. (2003).

A su vez, la Tabla 8 muestra valores de pesos de las cabras que hicieron veranada, contra cabras que continuaron permanentemente en las zonas bajas, sin aprovechar los pastizales de verano y altura.

En el mismo se observa que las hembras que subieron presentan mejor peso y menor pérdida durante el proceso productivo.

Tabla 8: Peso de las cabras madres con y sin trashumancia.

Variable	Con veranada (n = 65)	Sin veranada (n = 49)
Peso inicial (kg)	41,1 ± 2,3 ^a	38,7 ± 2,7 ^b
Peso final (kg)	37,7 ± 2,7 ^a	33,2 ± 1,6 ^b
Pérdida de peso (kg)	3,35 ± 2,1 ^a	5,52 ± 1,5 ^b

Nota: Letras distintas mismo renglón diferencia significativa (p < 0,01).

Fuente: Dayenoff et al. (2003).

La Tabla 9 muestra el peso de los cabritos hijos de las cabras, según haya subido a la veranada y se observa que los pesos al momento de venta de los cabritos hijos de las madres que hicieron la

trashumancia son superiores y con un crecimiento neto más importante que aquellos cuyas madres permanecieron en las zonas bajas.

Tabla 9: Peso de las crías en diferentes momentos, según el sistema de pastoreo de las madres.

Variable	Crías de veranada (n = 53)	Crías sin veranada (n = 48)
Peso nacimiento (kg)	2,56 ± 0,3 ^a	2,52 ± 0,3 ^a
Peso venta (kg)	10,2 ± 0,9 ^a	8,1 ± 1,1 ^b
Crecimiento neto (kg)	7,6 ± 0,9 ^a	5,5 ± 0,9 ^b

Nota: Letras distintas mismo renglón diferencia significativa (p < 0,01).

Fuente: Dayenoff et al. (2003).

De estos trabajos se concluye que el efecto positivo de la trashumancia caprina a la alta cordillera queda reflejado un mejor peso vivo de las cabras madres y un peso superior de los cabritos al momento de la venta (Dayenoff, 2011).

A su vez, considerando un sistema normal de producción caprina, la distribución de la frecuencia de partos se representa con una cabeza de parición (octubre), que varía entre el 75 al 80% de los alumbramientos y una cola de parición (noviembre), que suma entre el 20 y el 25% restante.

Normalmente, bajo esta circunstancia de producción descriptas y con el sistema de comercialización existente (los compradores recorren los establecimientos únicamente entre el 12 y 18 de diciembre, 10 días antes de las fiestas de fin de año), los cabritos nacidos en la segunda parte del período no pueden ser comercializados por su bajo peso o estado corporal al momento de la zafra; asimismo, al grupo de cabritos nacidos en la cola de parición habría que agregarle todos los cabritos que nacidos dentro de la cabeza de parición y por distintas circunstancias (enfermedad, falta de alimentación,

nacidos dobles o triples, mal manejo, entre otros) tampoco llegan al peso demandado por el comprador y terminan quedando en el establecimiento como rechazos de mercadeo.

Asimismo, esta situación de imposibilidad de venta presenta como consecuencia directa un incremento de la existencia caprina en el establecimiento, con un acrecentamiento de la carga animal, una mayor presión de pastoreo y un aumento del deterioro del pastizal natural, entre otros inconvenientes.

Tratando de encontrar alguna solución a esta situación que anualmente se presenta en los establecimientos productores de cabritos para consumo se realizaron trabajos de experimentación adaptativa e investigación participativa con la finalidad de poner valor a esos cabritos y generar un producto comercializable, que permita incrementar los ingresos económicos a la empresa y que sea aceptado por el mercado consumidor de carnes rojas.

Los ensayos tuvieron como objetivo transformar ese producto de rechazo comercial en una categoría no existente en el actual mercado de carnes rojas de origen caprina.



Los trabajos se desarrollaron en distintas ganaderías típicas del área árida y semi-árida de la zona central de la provincia de Mendoza (Argentina), ubicada entre las regiones fito-geográficas de Monte y Patagonia, con clima templado, de inviernos fríos con nevadas de hasta 30 cm de altura, veranos benignos de temperatura media de 21 °C, precipitaciones de 180-210 mm anuales concentradas en el período primavera-verano, siendo la base alimenticia de los animales el pastizal natural de la región en un estado avanzado de desertificación y con una pérdida importante de especies vegetales y con escasa presencia de especies del estrato herbáceo.

El sistema de producción tradicional no se difiere del descrito en los primeros párrafos de este trabajo, las cabras pastorean libremente durante el día y se practica el encierro nocturno; no se llevan a cabo estrategias de suplementación, ni se realizan controles sanitarios preventivos mínimos en los animales, siendo el sistema de monta de forma natural y sin control de los reproductores.

En cada ganadería se eligieron 45 cabritos post-destete, de 60-70 días de edad, rechazados por los compradores por falta de estado ideal para su comercialización y con un peso vivo de entre 6,8-7,7 kg.

A esos cabritos se le practicó una ablación testicular a cielo abierto, con desinfección post-castración; luego, se dividieron en tres lotes de 15 cabritos cada uno. La alimentación de los cabritos destetados se hizo en base al pastizal natural, agregando una suplementación del 1% del peso vivo en los cabritos del Lote I, del 2% del peso vivo para los del Lote II, quedando el Lote III como testigo.

La suplementación consistió en una ración compuesta por 2/3 de alfalfa en pellet y 1/3 de grano de maíz molido, entregado a los animales al regreso del pastoreo, con ajuste bisemanal, según el peso vivo de los cabritos.



Figura 3: Ingesta de pelet de alfalfa en capones de cabritos.

Fuente: Patricio Dayenoff.

Los ensayos tuvieron un seguimiento de 10 meses, entre diciembre, momento de rechazo de venta, y octubre, cuando los capones de cabritos tuvieron un año de edad.

En el gráfico que se presenta a continuación (Gráfico 4) se muestra la evolución de la curva de crecimiento de los tres lotes de capones de cabritos, donde se observa que los animales que recibieron una suplementación del 2% de su peso vivo tuvieron un desarrollo corporal superior a los otros dos grupos. Asimismo, los cabritos que se alimentaron únicamente a pastizal natural fueron los que menor crecimiento presentaron a lo largo de los ensayos realizados.

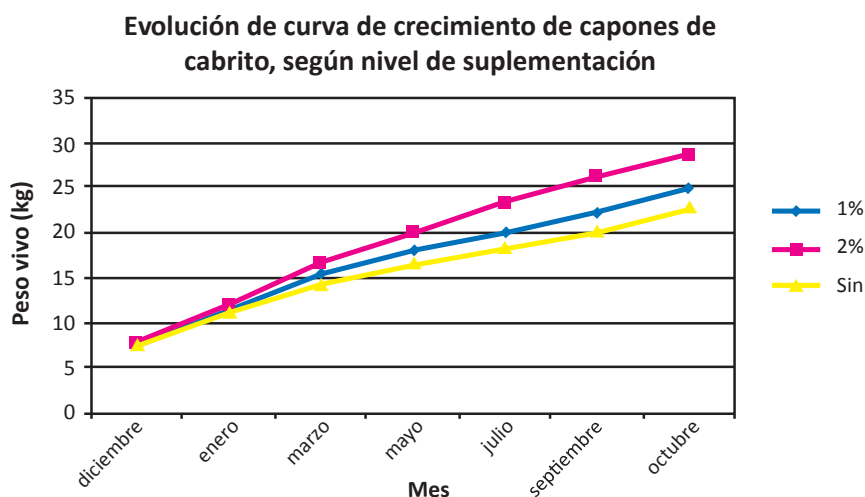


Gráfico 4: Evolución de la curva de crecimiento de capones de cabritos, según nivel de suplementación³. Fuente: Orozco et al. (2007).

Finalizado el período de seguimiento, un grupo de cabritos de cada lote se faenó de forma tradicional, para estudiar rendimiento de carcasas en cada lote experimental.

En la Tabla 10 se observan los pesos a distintas edades y el rendimiento de carcasa de cada lote, donde se muestra que no existió diferencia estadística

en el peso inicial del ensayo, pero que el LIII mostró un peso final más elevado que los otros dos grupos de capones de cabritos.

Medias y desviaciones estándar de los pesos y rendimientos de carcasa de los capones de cabritos en diferentes momentos del ensayo

Tabla 10: Media y desviación estándar del peso de los capones de cabritos en distintos momentos de ensayos.

Variable	LI	LII	LIII
Peso inicial (kg)	7,68 ± 0,39 ^a	7,72 ± 0,41 ^a	7,54 ± 0,42 ^a
Peso final (kg)	24,8 ± 1,67 ^a	28,6 ± 1,43 ^b	22,8 ± 1,38 ^a
Rendimiento de carcasa (%)	51,3 ± 0,12 ^a	54,6 ± 0,23 ^b	49,3 ± 0,16 ^c

Nota: Letra diferente mismo renglón diferencia estadística significativa (p < 0,05).

Fuente: Orozco et al. (2007).

Asimismo, se ve que los rendimientos de carcasas de los tres lotes fueron distinto, con diferencia estadística significativa (p < 0,05).



Figura 4: Carcasas de capones de cabrito de 12 meses de edad.

Fuente: Patricio Dayenoff.

Si bien esta presentación tuvo una muy buena aceptación por parte de los procesadores de comidas elaboradas en restaurantes, parrilladas y comedores,

ya que tuvieron un mayor rendimiento en porciones y diferentes alternativas de formas culinaria; el producto tuvo una aceptación moderada en el mercado de venta de carne en fresco como pieza única o media res (Orosco y Dayenoff, 2006).

Para corregir esta situación se avanzó un grado más en la industria de la carne y se procedió a su trozado, siguiendo el modelo propuesto por Colomer-Rocher et al. (1987), costillar, paleta y pierna, como cortes de primera o de mayor valor y cogote y bajos como cortes de segunda o de menor valor comercial.



Figura 5: Corte de carcasa de capón de cabrito.

Fuente: Patricio Dayenoff.

La Tabla 11 muestra los pesos (kg.) de cada corte y su porcentaje de los mismos con respecto al peso de media carcasa, donde se observa que de los tres cortes comerciales de alto valor, la pierna es la de mayor peso, seguida de la paleta y ambas con diferencia estadística significativa (p < 0,05), con respecto al costillar.



Tabla 11: Media y desviación estándar de los pesos y rendimientos de carcasa de los tres cortes más importantes en el capón de cabrito.

Variable	Costillar	Paleta	Pierna
Peso de pieza (kg)	3,09 ± 0,15 ^a	3,77 ± 0,25 ^b	4,02 ± 0,31 ^b
% de media carcasa	27,3 ± 0,02 ^a	32,1 ± 0,01 ^b	30,6 ± 0,01 ^c

Nota: Letra diferente mismo renglón diferencia estadística significativa (p < 0,05).

Fuente: Orozco et al. (2007).

Posteriormente, se procedió a cambiar su presentación por el envasado al vacío de cada parte trozada, para agregar valor comercial al producto, mejorar su presentación y encontrar un modelo más aceptado en la venta en góndola.



Figura 6: Costillar, Pierna y Paleta de capón de cabrito.
Fuente: Patricio Dayenoff.

A su vez, se evaluó el total de grasa y los tipos de ácidos grasos presente en la carne de los capones, resultados que se exponen en la Tabla 12 y donde se observa un predominio de los ácidos grasos insaturados en los tres tratamientos de suplementación utilizados menor nivel de grasa total en el grupo de capones sin suplementación.

Tabla 12: Porcentaje total de grasa y tipos de ácidos grasos presentes en el Capón de cabrito tipo Criollo regional.

Parámetro	LI (n = 24)	LII (n = 25)	LIII (n = 25)
Porcentaje de grasa	12,77 ± 1,53 ^a	10,38 ± 1,29 ^a	7,23 ± 1,55 ^b
Ac. Mirístico C14:0	2,20 ± 0,12 ^a	2,17 ± 0,19 ^a	2,23 ± 0,09 ^a
Ac. Palmítico C16:0	24,27 ± 1,89 ^a	23,55 ± 0,43 ^a	23,04 ± 0,19 ^a
Ac. Palmitoleico C16:1	2,96 ± 0,44 ^a	2,66 ± 0,25 ^a	2,56 ± 0,38 ^a
Ac. Margárico C17:0	1,28 ± 0,15 ^a	1,96 ± 0,44 ^{ab}	2,15 ± 0,48 ^b
Ac. Margaroleico C17:1	1,23 ± 0,13 ^a	1,44 ± 0,19 ^a	1,46 ± 0,12 ^a
Ac. Esteárico C18:0	16,31 ± 3,6 ^a	19,07 ± 1,59 ^b	20,59 ± 1,54 ^b
Ac. Oleico C18:1	49,61 ± 1,4 ^a	47,23 ± 2,28 ^a	45,56 ± 1,94 ^a
Ac. Linoleico C:18:2	1,31 ± 0,11 ^a	1,33 ± 0,41 ^a	1,61 ± 0,29 ^a
Ac. Linolénico C18:3	0,22 ± 0,13 ^a	0,27 ± 0,09 ^a	0,36 ± 0,08 ^a
% Saturados	44,46 ± 2,6 ^a	46,96 ± 2,2 ^a	48,29 ± 1,7 ^a
% No saturados	55,53 ± 2,1 ^a	53,04 ± 1,9 ^a	51,71 ± 2,3 ^a

Nota: Letra distinta en el mismo renglón, diferencia significativa (p ≤ 0,05).

Fuente: Dayenoff et al. (2009).

De igual modo, las ganaderías caprinas de Latinoamérica deberían reponer anualmente un 20-25% de existencia de hembras; 5-10% por cabras jóvenes sin capacidad reproductiva y 16-18% de hembras viejas que deben salir del sistema por tener estaquilla dentaria, que las incapacita para llevar adelante una gestación normal, una buena lactancia y la obtención de un cabrito comercializable.

A su vez, el destino final de ese 18-20% de hembras adultas (aproximadamente 4 millones de cabezas para América latina) que salen del sistema de explotación, rechazadas por avanzado estado de deterioro dental y que terminan muriendo a campo significan una pérdida de muchos kilogramos de carne aprovechable.

Con la finalidad de buscar una alternativa comercial a esta categoría animal se evaluaron distintas formas de llegar a un producto aceptable para ser introducido en el mercado de las carnes rojas.

A través de diferentes ensayos se buscó estudiar el rendimiento de carcasa, el momento ideal de venta y distintas alternativas de suplementación que mejoraran el aspecto de la carne y la canal de esta categoría.

Estudios recientes han demostrado alternativas para el uso de esa categoría, demostrando el momento ideal de faena u opciones de suplementación para pasar al animal de una cabra vieja flaca a una cabra gorda de consumo, con posibilidades de comercializarse en distintos momentos.



Figura 7: Cabras en estado de estaquilla dentaria.
Fuente: Patricio Dayenoff.

El trabajo tuvo como objetivo analizar la posibilidad de un aprovechamiento de esta categoría animal para consumo humano. Para ello se utilizaron 40 cabras Criollas viejas en el último estado dentario, las que no fueron sometidas a servicio reproductivo durante el otoño (mayo). Las cabras se alimentaron en un pastizal natural típico de la región del centro de Mendoza (34°40'Latitud Sur y 68°23'Longitud. Oeste), con pastoreo libre diurno y encierro nocturno. Se sacrificaron 20 cabras (GI) al final del verano siguiente al período normal de servicio (otoño) y otras 20 (GII) al inicio de la primavera, antes del rebrote de la vegetación (septiembre).

En cada grupo se estudió peso de faena, rendimiento de carcasa, contenido graso de la carne y porcentaje de proteína.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 13, donde se ve que GI tuvo un peso de faena superior a GII (GI = 52,56 ± 3,9 kg vs GII = 34,25 ± 3,6 kg, $p \leq 0,01$), al igual que en el rendimiento de carcasa, (GI = 49,6 ± 0,02% vs GII = 41,4 ± 0,1%, $p \leq 0,01$). Asimismo, se encontró una mayor cantidad de carne disponible y con una diferencia estadística significativa ($p \leq 0,01$) a favor de GI (GI = 17,9 ± 1,5 kg vs GII = 7,9 ± 1,3 kg).

A su vez GI presentó niveles de grasa superior (GI = 4,9 ± 0,6% vs GII = 2,3 ± 0,6%, $p \leq 0,01$), pero con contenido proteico similar (GI = 23,1 ± 0,8% vs GII = 22,3 ± 0,8%). Se concluye que la faena de las cabras Criolla viejas a fines del verano es un momento oportuno ya que aporta una mayor cantidad de carne disponible para consumo humano.

El ensayo se llevó a cabo en un establecimiento de tipo comercial ubicado en la zona de secano del departamento de San Rafael, en situación real de producción, cuyas coordenadas geográficas son 34°40'Latitud Sur y 68°23'Longitud. Oeste, siendo las especies vegetales predominantes *Prosopis alpacato* (Alpacato), *Psidium spartioides* (Pichana), *Geophroea decorticans* (Chañar), *Distichlis spicata* (Pasto salado), *Sporobolus rigens* (Sporobolus), *Baccharis salicifolia* (Chilca), *Tessaria absintioides* (Pájaro bobo), *Atriplex argentina* (Zampa), entre otras.



Tabla 13: Algunas características de la carcasa de cabra Criolla vieja de descarte, según época e faena.

Variable	G1 (n = 10)	GII (n = 20)
Peso de faena (kg)	52,6 ± 3,9 ^a	34,2 ± 3,6 ^b
Peso de carcasa (kg)	26,04 ± 1,94 ^a	14,2 ± 1,43 ^b
Rendimiento de carcasa (%)	49,6 ± 0,2 ^a	41,4 ± 0,1 ^b
Carne disponible (kg)	17,9 ± 1,5 ^a	7,9 ± 1,3 ^b
Grasa en carne (%)	4,9 ± 0,6 ^a	2,3 ± 0,6 ^b
Proteína en carne (%)	23,1 ± 0,8 ^a	22,3 ± 0,8 ^a

Nota: Letras diferentes mismo renglón diferencia estadística significativa ($p \leq 0,01$).

Fuente: Orozco y Dayenoff (2006).

A su vez, el Gráfico 5 muestra la evolución de peso de las cabras faenadas en octubre, que

permanecieron a pastizal natural desde marzo a octubre (otoño-invierno-primavera).

Evolución del peso de la cabra vieja de descarte, faenadas en octubre

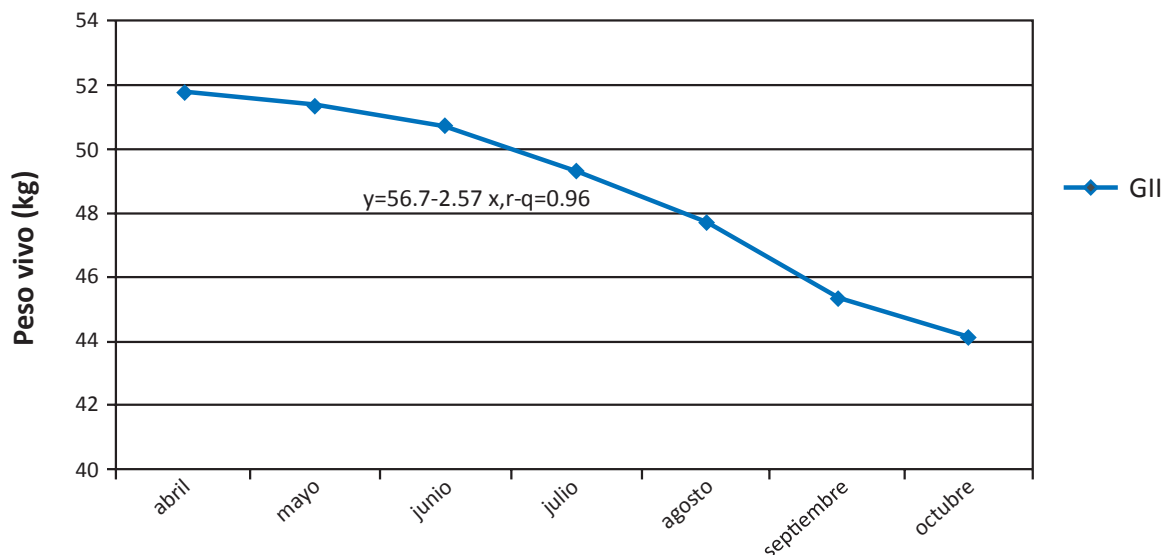


Gráfico 5: Evolución de peso de las cabras, según suplementación.

Fuente: Orozco y Dayenoff (2006).

En la misma se ve que grupo de cabras tuvo una evolución negativa de peso (GII = 52,1 ± 1,6 kg vs 38,1 ± 3,6 kg).

En un principio se puede concluir que la faena de las cabras antes del invierno mejora la disponibilidad de carne de cabras viejas de descarte y que la suplementación durante el período de invierno podría disminuir notoriamente la pérdida de peso de esta categoría de cabra.

La alternativa evaluada está centrada en las hembras viejas de descarte, permitiría por un parte, diversificar la oferta de producto comercial cárnico de origen caprino al mercado consumidor de carnes rojas, sin demasiadas modificaciones al actual sistema de explotación y por otro lado, no aumentaría los niveles de oferta de “cabrito para consumo”, con los buenos resultados que se están obteniendo con los

proyectos de apoyo al mejoramiento de la eficiencia productiva en pequeños productores cabreros minifundistas, en todas las regiones de latinoamérica.





Figura 8: Carcasa de cabras viejas de descarte.
Fuente: Patricio Dayenoff.

A su vez, con el objetivo de estudiar el efecto de la suplementación en cabras viejas se llevó cabo un ensayo de investigación en un establecimiento de tipo comercial en la zona de secano del departamento de San Rafael, en situación real de producción, cuyas coordenadas geográficas son 34°40' Latitud Sur y 68°23' Longitud. Oeste, siendo las especies vegetales predominantes *Prosopis alpacato* (Alpacato), *Psidium spartioides* (Pichana), *Geophroea decorticans* (Chañar), *Distichlis spicata* (Pasto salado), *Sporobolus*

rigens (Sprobolus), *Baccharis salicifolia* (Chilca), *Tessaria absintioides* (Pájaro bobo), entre otras.

Se utilizaron 60 cabras tipo Criollo viejas de descarte del modelo productivo por su estado dentario de estaquilla, las que no fueron incluidas dentro del grupo de hembras para la reproducción en el mes de mayo.

Las cabras se alimentaron en un sistema de explotación extensivo, con pastoreo libre diurno (7:30-17:30 hs) y encierre nocturno en corral dimensionado, de un metro y medio cuadrado por animal.

Las mismas se dividieron en tres grupos de n = 20 cada uno, donde un grupo (G1) se sacrificará en el mes de marzo, GII recibió como suplementación medio kilogramos de heno de alfalfa, media hora después de su regreso del pastoreo, durante el período crítico desde el punto de vista de la calidad forrajera del pastizal natural (junio-septiembre) y GIII actuó de grupo control. Estos dos grupos se faenaron en octubre antes del rebrote del pastizal natural.

Las cabras se pesaron mensualmente con una balanza tipo pilón de 200 kg de máxima y 100 gr de precisión, por la mañana y en ayunas, entre los meses de marzo y octubre, momento en que se realizó la faena.

La Tabla 14 muestra el promedio mensual de los pesos de cabras de este ensayo, donde se observa que GII y GIII grupos presentaron una importante pérdida de peso, más notoria en GIII donde esa disminución fue de 14,1 ± 2,5 kg. Asimismo, se muestra que a pesar de la disparidad de peso mensual, la diferencia estadística no fue significativa para ese parámetro, pero si lo fue (p < 0,01) para la variable pérdida total de peso, donde la disminución del peso de las cabras de GIII fue casi el doble que las de GII.

Tabla 14: Peso mensual promedio de cabras Criollas viejas según tratamiento.

Peso mensual	GII	GIII
Abril	51,7 ± 0,78 ^a	52,2 ± 1,65 ^a
Mayo	51,4 ± 0,17 ^a	51,6 ± 1,88 ^a
Junio	50,7 ± 0,84 ^a	50,7 ± 1,87 ^a
Julio	49,3 ± 1,04 ^a	48,6 ± 1,88 ^a
Agosto	47,7 ± 1,28 ^a	43,6 ± 3,07 ^a
Septiembre	45,6 ± 1,3 ^a	4,02 ± 3,72 ^a
Octubre	44,2 ± 2,38 ^a	38 ± 3,6 ^a
Pérdida	7,6 ± 1,86 ^a	14,1 ± 2,48 ^b

Nota: Letras diferentes en el mismo renglón diferencia estadística (p < 0,01).

Fuente: Dayenoff (2011).

El Gráfico 6 muestra la evolución de peso de las cabras desde abril hasta el momento de sacrificio. En ella se observa la variación negativa de los pesos de

ambos grupos, más notoria en el grupo de hembras no suplementadas.



Evolución del peso de la cabra de descarte, según tratamiento

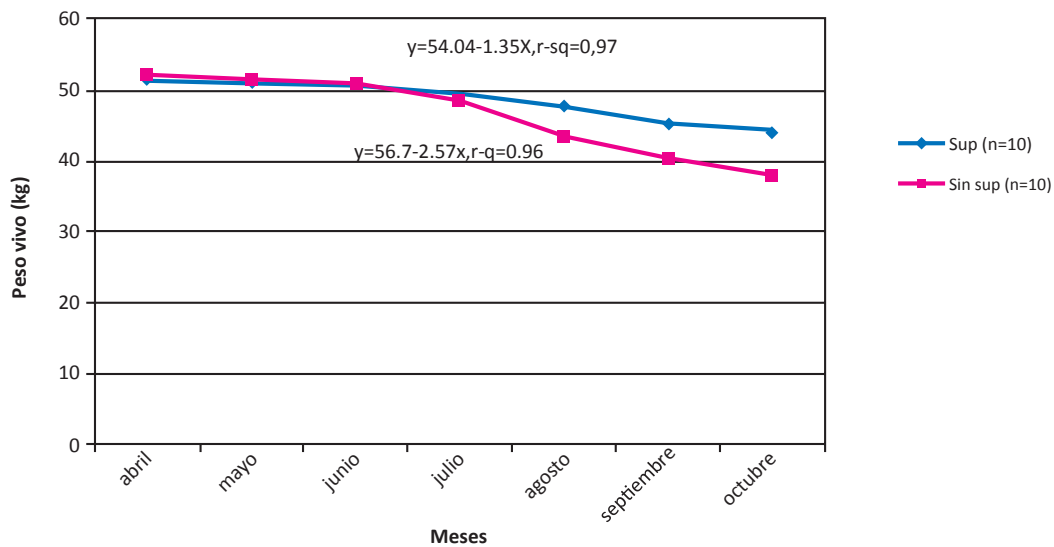


Gráfico 6: Evolución del peso de cabras Criollas viejas, según tratamiento. Fuente: Dayenoff (2011).

En la Tabla 15 se ven los parámetros de faena de los tres grupos, donde se observa que las cabras faenadas antes del otoño presentaron mayor

cantidad de carne para venta, representada en su peso de carcasa y mejor rendimiento de canal.

Tabla 15: Peso mensual promedio de cabras Criollas viejas según tratamiento.

Variable	GI (n = 20)	GII (n = 20)	GIII (n = 20)
Peso de faena (kg)	52,5 ± 3,62 ^a	39,7 ± 2,14 ^b	34,2 ± 3,25 ^b
Peso de carcasa (kg)	26,1 ± 1,94 ^a	20,16 ± 0,87 ^b	14,2 ± 1,44 ^c
Rendimiento de carcasa (%)	49,6 ± 0,14 ^a	47,8 ± 0,23 ^b	41,5 ± 0,12 ^c

Nota: Letras diferentes en el mismo renglón diferencia estadística (p < 0,05). Fuente: Dayenoff (2011).



Figura 9: Estado corporal de cabra sin suplementar y suplementada. Fuente: Patricio Dayenoff.

Asimismo, para estudiar la evolución del peso de las cabras viejas de rechazo a lo largo del año se desarrolló un estudio de suplementación en un establecimiento de tipo comercial en la zona de secano de la meseta central de la zona sur departamental de San Rafael, Mendoza, Argentina.

Para las actividades se utilizaron 60 cabras tipo Criollo viejas de descarte del modelo productivo por su estado dentario de estaquilla, las que no fueron incluidas dentro del grupo de hembras para la reproducción en el mes de mayo.

Las cabras se alimentaron en un sistema de explotación extensivo, con pastoreo libre diurno (7:30-17:30 hs) y encierre nocturno en corral dimensionado, de un metro y medio cuadrado por animal.

Los grupos GI (n = 20) y GII (n = 20) se suplementaron media hora después de su regreso del pastoreo, durante el período crítico desde el punto de vista de la calidad forrajera del pastizal natural (junio-septiembre), GI se suplementó con un medio kilo de heno de alfalfa y un cuarto kg de grano maíz molido por día y GII recibió como suplementación medio kilo de grano de maíz molido por día, mientras que GIII (n = 20), actuó de grupo control.

Todas las cabras se faenaron en octubre antes del rebrote del pastizal natural. Se destaca que de los grupos I y III murieron dos cabras y del GII, tres.

Las cabras se pesaron bimensualmente con una balanza tipo pilón de 200 kg de máxima y 100 gr de precisión, por la mañana y en ayunas, entre los meses de febrero y octubre, momento en que se realizó la faena.

Se evaluó peso vivo, peso de faena, peso de carcasa, rendimiento de carcasa.

La Tabla 16 muestra el promedio mensual de los pesos de cabras de este ensayo, donde se observa que GII y GIII grupos presentaron una importante pérdida de peso, más notoria en GIII donde esa disminución fue de $12,3 \pm 2,16$ kg.

Asimismo, se muestra que a pesar de la disparidad de peso mensual, la diferencia estadística no fue significativa para ese parámetro, pero si lo fue ($p < 0,01$) para la variable pérdida total de peso, entre GI y GIII.

Tabla 16: Peso (kg) bimensual promedio de cabras Criollas viejas según tratamiento.

Peso mensual	GI (n = 18)	GII (n = 17)	GIII (n = 18)
Febrero	47,84 ± 4,83 ^a	46,41 ± 4,57 ^a	46,53 ± 2,98 ^a
Abril	46,75 ± 4,59	43,59 ± 3,02	44,29 ± 2,62
Junio	44,88 ± 4,71	41,57 ± 2,93	40,69 ± 2,42
Agosto	43,62 ± 4,69	38,64 ± 2,48	35,64 ± 2,01
Octubre	43,13 ± 4,16 ^a	37,93 ± 2,73 ^{ab}	34,01 ± 2,26 ^b
Pérdida	4,71 ± 1,14 ^a	8,49 ± 3,36 ^{ab}	12,30 ± 2,16 ^b

Nota: Letras diferentes en el mismo renglón diferencia estadística ($p < 0,01$).

Fuente: Dayenoff (2011).

En el Gráfico 7 se ve la evolución de peso de las cabras desde abril hasta el momento de sacrificio. En ella se observa la variación negativa de los pesos

de todos los grupos, más notoria en el grupo de hembras no suplementadas.

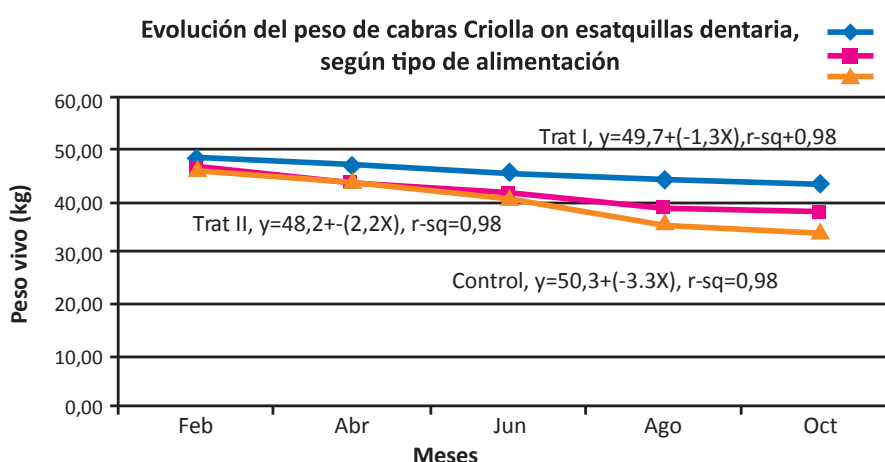


Gráfico 7: Evolución de peso de las cabras viejas, según tipo de suplementación.

Fuente: Dayenoff (2011).

Asimismo, se observa una diferencia importante en las tendencias de las curvas, siendo las de las cabras del grupo I las de menor caída a lo largo del período de ensayo.

Por otra parte, la Tabla 17 muestra los parámetros de faena de los tres grupos, donde se observa que las cabras de GI presentaron mayor cantidad de carne para venta, representada en su peso de carcasa y mejor rendimiento de canal.

Tabla 17: Parámetros cárnicos de cabras viejas, según tipo de suplementación.

Variable	GI (n = 18)	GII (n = 17)	GIII (n = 18)
Peso de faena (kg)	43,13 ± 4,16 ^a	37,93 ± 2,73 ^{ab}	34,01 ± 2,26 ^b
Peso de carcasa (kg)	23,43 ± 2,46 ^a	19,04 ± 1,84 ^a	15,71 ± 0,97 ^b
Rendimiento de carcasa (%)	53,73 ± 1,01 ^a	50,11 ± 1,73 ^b	46,18 ± 1,53 ^c

Nota: Letras diferentes en el mismo renglón diferencia estadística ($p < 0,01$).

Fuente: Dayenoff (2011).



Los resultados hallados demostrarían que la suplementación aumenta notoriamente la producción de carne en cabras Criolla viejas de descarte por estaquilla dentaria y que a los niveles de suplementación utilizados en este ensayo las cabras presentan una tendencia a la pérdida de peso, ocasionada probablemente por el estado deficitario de la dentición.

Por otra parte, en la Tabla 18 se ve que la faena de las cabras viejas en el mes de marzo, al final de verano austral, el peso de las cabras y el rendimiento de carcasa como así también las calorías/gr de carne son superiores al de las hembras que pasan un período más de otoño-invierno en el campo.

Tabla 18: Media y desviación estándar de los pesos de cabras en distintos momentos.

Variable	Faena marzo	Faena octubre
Peso vivo (kg)	58,4 ± 3,98a	44,12 ± 2,30b
Peso carcasa (kg)	26,04 ± 1,94a	20,16 ± 0,87b
Rendimiento carcasa (%)	49,5 ± 0,02 ^a	0,47 ± 0,03 ^a
Peso carne (kg)	17,31 ± 4,47a	12,64 ± 1,25b
Peso hueso (kg)	8,37 ± 1,31 ^a	7,52 ± 0,42b
Proteína (gr/100 gr)	22,32 ± 0,83a	20,67 ± 1,93a
Grasa (gr/100 gr)	5,36 ± 1,26a	3,73 ± 1,21b
Poder calórico (Kcal/kg)	151,3 ± 41,6a	130,16 ± 38,7b

Nota: Letra diferente mismo renglón diferencia estadística significativa (p < 0,05).

Fuente: Dayenoff (2011).

A continuación, la Tabla 19 muestra las características químicas de la carne de cabra vieja de descarte, tratadas como hamburguesas,

donde se observa que los animales suplementados presentaron mayor nivel de engrasamiento, pero con cantidad de ácidos grasos saturados.

Tabla 19: Composición química de la carne de cabra de descarte, según tratamiento.

Parámetro	Suplementadas	No suplementadas
Proteína %	20,67 ± 1,63	22,31 ± 0,84
Grasa total %	5,16 ± 0,21	3,83 ± 0,19
A.G. saturados %	56,92 ± 3,94	58,44 ± 3,71
A.G. No saturados %	43,3 ± 3,61	41,6 ± 1,86

Fuente: Dayenoff (2011).



Figura 10: Carcasa de cabras viejas faenadas en marzo.
Fuente: Patricio Dayenoff.

Asimismo, se evaluó el efecto de la castración de cabras viejas, con el objetivo de estudiar el resultado que este procedimiento quirúrgico presenta sobre el crecimiento y rendimiento de carcasa de esta categoría animal.

Para llevar a cabo la experiencia se trabajó con dos grupos de diez cabras cada uno. En uno de los grupos se practicó una ovariectomía bilateral (GI), mientras que el otro grupo actuó como testigo control (GII).

Los dos grupos recibieron igual tratamiento alimenticio basado en el pastoreo de un pastizal natural típico de la región de la meseta central del sur de Mendoza, acompañado de suplementación de grano de maíz partido, entregando el 0,5% diario del peso vivo, en la etapa de verano y, luego, llegado el otoño, se implementó una suplementación de 1% del peso vivo con grano de maíz molido y 1% del peso vivo con fardo de alfalfa, por la tarde al regreso del pastoreo.

Como parámetros para determinar el efecto provocado por la gonadotomía se tomó en cuenta el peso vivo, la ganancia neta de peso, la ganancia diaria de peso, el peso de faena y el rendimiento de la carcasa caliente.

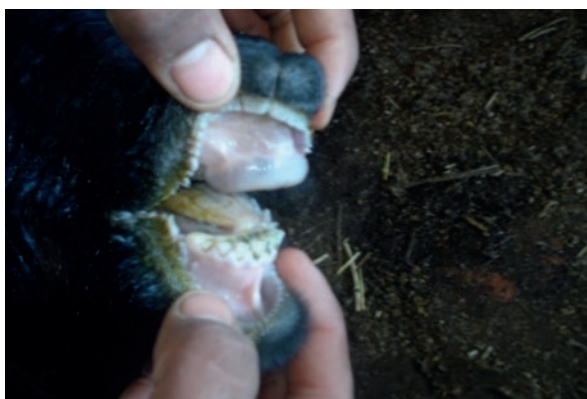


Figura 11: Estado dentario de cabra vieja.
Fuente: Patricio Dayenoff.

Figura 13: Suplementación estratégica y pesaje de cabras viejas.
Fuente: Patricio Dayenoff.

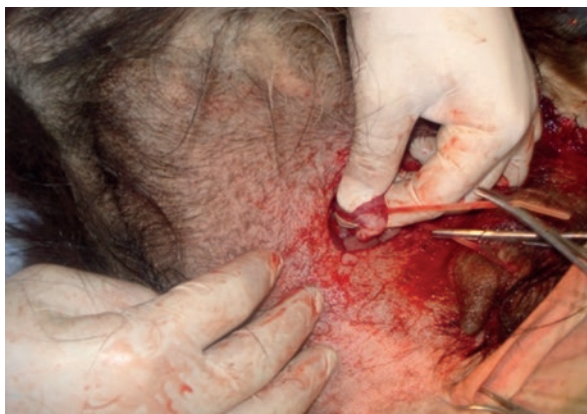


Figura 12: Extracción ovárica de cabra vieja.
Fuente: Patricio Dayenoff.

La Tabla 20 muestra los pesos de ambos grupos de hembras en diferentes momentos del ensayo, donde se puede observar que las cabras castradas tuvieron un aumento de peso neto de $9,78 \pm 0,96$ kg contra $8,34 \pm 1,03$ kg de las cabras enteras.



Tabla 20: Pesos de las cabras en diferentes momentos, según tratamiento.

Fecha de pesajes	Grupo I (n = 4)	Grupo II (n = 5)
7/12/2007 (peso inicial)	37,73 ± 5,46	44,54 ± 5,24
22/12/2007	38,12 ± 5,94	45,5 ± 5,22
09/02/2008	40,94 ± 5,44	48,34 ± 4,98
27/02/2008	42,92 ± 6,61	50,14 ± 5,02
26/03/2008	44,75 ± 6,56	51,64 ± 4,82
17/04/2008	46,05 ± 6,22	52,36 ± 5,74
10/05/2008 (peso final)	46,9 ± 6,23	52,84 ± 6,52
Ganancia neta (kg)	9,78 ± 0,96	8,34 ± 1,03

Fuente: Dayenoff et al. (2009).

Asimismo, el Gráfico 8 muestra que en ambos grupos de hembras viejas, el crecimiento a lo largo de los seis meses de ensayo fue similar y casi paralelo,

encontrando que el tratamiento quirúrgico empleado no mostró ningún efecto significativo en este parámetro.

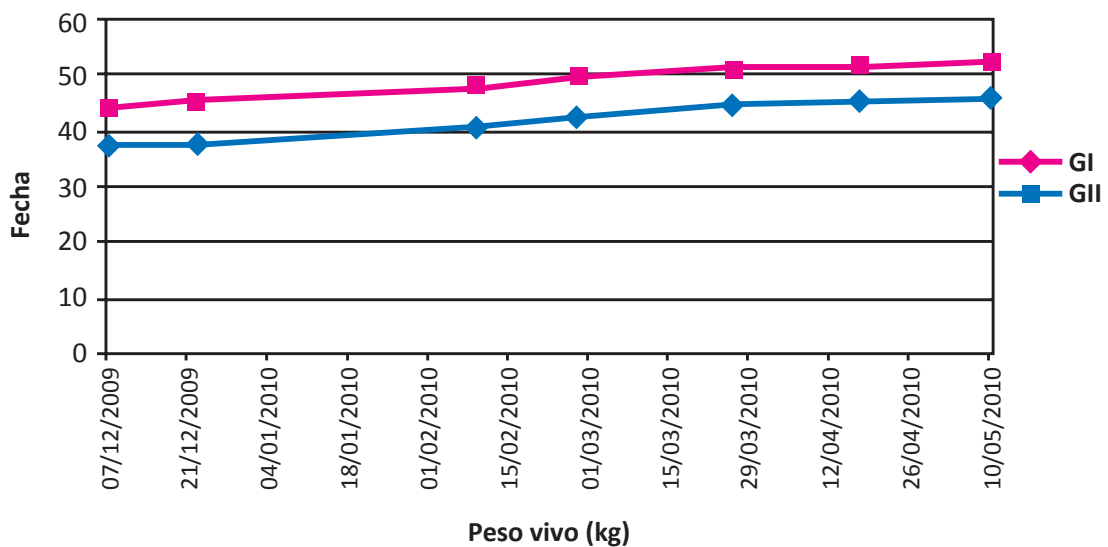


Gráfico 8: Crecimiento de ambos grupos de cabras, según tratamiento.
Fuente: Dayenoff et al. (2009).

A su vez, se realizó un estudio cuyo objetivo fue analizar las características de rendimiento de carcasa y la calidad intrínseca de la carne de cabras viejas de dos grupos, uno, GI (n = 25), alimentadas a pastizal natural, con pastoreo libre diurno y encierro nocturno, en la meseta central del sur de Mendoza, con una suplementación de grano de maíz partido y alfalfa conservada al 1,5% del peso vivo de las cabras, entregadas al regreso del pastoreo y GII (n = 24), alimentado únicamente a pastizal natural.

Ambos grupos permanecieron en ensayo durante 300 días y se sacrificaron en el mes de octubre, evaluando peso vivo a la faena, peso de caracas, peso del cuero fresco, peso de las viseras rojas y cantidad neta de carne.

En la Tabla 21 se puede observar los diferentes valores de los parámetros evaluados y se ve que las cabras suplementadas presentaron mejor rendimiento de canal y, fundamentalmente mayor cantidad de carne disponible.

Tabla 21: Algunas variables de rendimiento de carcasa en cabras viejas, según tratamiento.

	Peso vivo	Peso faena	Rendimiento	Cuero	Carne
Suplementadas	44,12 ± 2,38 ^a	39,71 ± 2,14 ^a	47,6 ^a	2,68 ± 0,2 ^a	12,64 ± 1,26 ^a
Sin suplementar	38,06 ± 3,61 ^a	34,25 ± 3,24 ^a	41,4 ^b	2,52 ± 0,97 ^a	7,88 ± 1,38 ^b

Nota: Letras distintas en la misma columna diferencia estadística significativa (p ≤ 0,05).
Fuente: Dayenoff et al. (2005).

Asimismo, media carcasa de cada cabra se transformó en hamburguesa y la otra mitad en picadillo de carne, estudiándose para cada forma de

presentación, porcentaje de proteína, nivel de grasa, tipo de grasa y poder calórico, que se presentan en la Tabla 22.

Tabla 22: Valores de algunos parámetros de calidad de hamburguesa de carne de cabra vieja, según tratamiento.

	Proteína %	Grasa %	Saturada %	Insaturada %	Calorías
Suplementadas	20,67 ± 1,93	5,16 ± 3,77	57,24 ± 3,94	42,72 ± 3,93	129,65 ± 34,54
Sin suplementar	21,87 ± 3,67	3,35 ± 3,65	58,44 ± 3,74	41,84 ± 3,41	126,73 ± 32,59

Fuente: Dayenoff et al. (2005).

Para el caso de las hamburguesas, las provenientes de cabras viejas suplementadas mostraron un nivel de grasa total más elevado, sin embargo, no se encontró diferencia estadística significativa entre los parámetros estudiados.

A su vez, analizando los valores de algunos parámetros del picadillo de carne de cabra vieja, la Tabla 23 muestra que las hembras sin suplementación presentaron un nivel algo más elevado en proteína, menos grasa total, pero con un porcentaje de grasa saturada superior al de la carne de cabras viejas suplementadas.

Tabla 23: Valores de algunos parámetros de calidad del picadillo de carne de cabra vieja, según tratamiento.

	Proteína %	Grasa %	Saturada %	Insaturada %	Calorías
Suplementadas	20,35 ± 1,28	5,36 ± 4,33	56,92 ± 4,38	47,04 ± 2,67	132,41 ± 38,92
Sin suplementar	22,32 ± 0,83	4,85 ± 3,15	59,18 ± 2,12	40,09 ± 1,96	130,16 ± 38,79

Fuente: Dayenoff et al. (2005).

De estos trabajos se puede concluir que la carne de cabra vieja de descarte ya sea de hembras suplementadas o sin suplementar, es un alimento de muy buena calidad para consumo humano; destacando que se podría volcar en el mercado consumidor de carnes rojas un volumen anual de algo más de 60 millones de kilogramos de carne de esta categoría caprina de buen valor nutritivo, movilizandando en el sector un total aproximado de 23 millones de dólares exclusivamente por comercialización de este rubro.

Analizando el consumo mundial de carne de cabra, en Africa se consumen 1,08 kg/habitante, luego sigue Asia con 0,70, Centro y Sud América con 0,25, Europa con 0,15, Oceanía con 0,05 y EE.UU. y Canadá con 0,01.

Cabe destacar que el mercado de demanda internacional de carne caprina está constituido por los mercados denominados étnicos, o sea mercados que tienen por costumbre étnica y/o religiosa el consumo de carne caprina y en momento determinados como festividades y rituales religiosos. Entre ellos se puede enumerar los países musulmanes, China, Méjico, cuenca del Caribe, comunidad musulmana e inmigrantes en general que viven en Estados Unidos y países europeos como Francia, Italia, Grecia, entre otros.

El precio en 2012 de exportación por menor (un container de 20 toneladas), Fob Sidney es de US\$2,2 por kilo congelado, siendo el producto

es exclusivamente media res congelada de animales adultos.

Últimamente, Nueva Zelanda se mostró como otro país del área oceánica con tendencia a la exportación de carne caprina, estando su mercado internacional centrado en Europa y el medio oriente, su stock se redujo por un aumento de la faena, lo que traducirá, a futuro, en una disminución de los niveles productivos.

Los países árabes, quienes no consumen carne de cerdo, prefieren faenar su carne principalmente por razones religiosas, siendo grande importador de ganado en pie, destacándose entre ellos Kuwait como el mayor importador neto de carne, conjuntamente con Arabia Saudita, con un equivalente a 2.800.000 cabezas que corresponderían a 33.000 toneladas de carne, aproximadamente.

La demanda de la cuenca del Caribe y Taiwán fue el tercer mercado importador para la carne de cabra salvaje congelada de Australia, con incrementos importantes durante los años 2002, 2003 y 2004, siendo que la isla caribeña de Saint Marteen, importa carne caprina de Argentina exporta trozada y empaquetada, con embarques mensuales de 10.000 a 17.000 kg. Estaban compuestos por carne de cabrito lechal y de animales adultos.

Debe destacarse que, en los últimos años en los países más desarrollados, acompañados



por un crecimiento económico marcado, han experimentado un aumento en el consumo de carnes caprinas, ocasionado, primero por una fuerte inmigración de países marginales donde la costumbre de consumir carne caprina existe y sobre todo por auge de programas culinarios que apoyan las comidas exóticas y étnicas, estando la carne de cabra considerada como un producto ecológico por naturaleza.

Esta circunstancia se muestra en la evolución del precio de las distintas carnes cuando se analiza el período 1994-2004, y se comprueba que el valor de la carne de pollo disminuyó de U\$920/ton. a U\$570/ton., la de cerdo de U\$2640/ton. a U\$1880/ton., la de vacunos de U\$2380/ton. a U\$2040/ton., mientras que la de caprinos pasó de U\$2970/ton. a U\$3750/ton., siendo como carne, la que mejor precio tuvo en todo el período; cabiendo destacar la falta de tipificación del producto y su segmentación por calidad.

Mucho se ha avanzado desde la década de los 70's cuando se comenzó la difusión masiva de trabajos vinculados con la producción de carne caprina y French con su "Observaciones sobre la cabra", pero, a pesar de ello, no se ha visto en estos últimos años un incremento notorio de la producción de carne de cabra en el mundo, pese a un aumento significativo de las publicaciones de tipo científico desarrollada en muchos países.

En muchos casos, esta situación obedece a que la información científica disponible no está adaptada a las necesidades de la realidad del sector productivo, que continua, en líneas generales, con modelos empíricos, de baja eficiencia productiva, poco organizado, con escasa participación en la toma de decisión dentro de la cadena de valor, marginada geográficamente, con escasa tendencia a la organización sectorial y con oferta estacionada y atomizada.

Asimismo, ocurre que en muchas situaciones la información obtenida no es traducida a un lenguaje técnico apropiado para el productor, lo que hace dificultosa la transferencia de tecnología y la adopción de las mismas bajo condiciones reales de producción, impidiendo el desarrollo a escala de modelos altamente eficientes y productivos.

Si bien existe para el avance del sector caprino para carne un paquete tecnológico bastante desarrollado, es de suma importancia enfocar otros aspectos vinculados con la sociología del productor, la diferenciación de productos por calidad, la inserción del producto en el mercado, la economía de los diferentes modelos, la organización de productores, los modelos de capacitación técnica, la integración de la cadena de

valor, entre otros, buscando la participación directa de los productores en los distintos programas, para que se sientan integrantes de un modelo de explotación animal sostenible, rentable e inclusivo y, a su vez, los investigadores conozcan de primera mano las necesidades reales del sistema.

Asimismo, es necesario que la información se vuelque en un banco de datos y llegue a los organismos de poder para la toma de la decisión, ya sea de índole político, social, económico, científico y tecnológico, para poder esclarecer las diferentes alternativas existentes y poder coordinar las medidas de promoción necesarias que lleven al desarrollo del sector productivo, industrial y de comercialización, vinculado con la carne caprina.

Por otra parte, es necesario compartir programas de desarrollo en redes multinacionales donde los investigadores se pueden beneficiar de la información, el conocimiento, la adopción de las metodologías o de los protocolos comunes, adaptados a las circunstancias propias de cada país.

Existen algunos factores que afectan a futuro la productividad de carnes caprinas en muchos países y son necesarios tener en cuenta, primero el aumento de la demanda de granos para alimentación humana y animal, con altos precios en los mercados internacionales y beneficiosos a corto plazo, que provocó un avance importante de las fronteras agrícolas y segundo, existe una disminución importante de tierra fértiles causado por el crecimiento poblacional urbano y de zonas industriales que se da sobre áreas con potencialidad de uso agrícola, lo que hace necesario la siembra en áreas menos propensas y con mayores costos de producción y un desplazamiento de la ganadería a zonas más secas.

Asimismo, ese crecimiento de la frontera agrícola para la producción de cereales y oleaginosas avanzó sobre zonas antes utilizadas para la producción de forrajes, disminuyendo la superficie dedicada a la producción de pienso para animales.

Bajo estas nuevas condiciones no existen muchos países con potencialidad de aumentar la superficie para uso ganadero, por lo que es complicado pensar en el corto plazo un aumento de la producción de carne caprina basada en el uso del territorio, salvo en aquellos casos donde predominan amplios sectores de pastizales naturales y zonas con predominio de arbustos, donde el ganado caprino se adapta sin mayores inconvenientes, pero con una productividad animal limitada.

Referencias

- Amills M, Ramírez O, Tomás A, Badaoui B, Marmi J, Acosta J, Sánchez A, Capote J. Mitochondrial DNA diversity and origins of South and Central American goats. *Animal Genetics*. 2009; 40(3):315-322.
- Armas WJ, Arvelo M, Delgado A, D'Aubeterre R. El circuito caprino en los estados Lara y Falcón (Venezuela), 2001-2003: una visión estratégica. *Agroalimentaria*. 2006; 12(23):101-110.
- Aziz MA. Present status of the world goat populations and their productivity. *Lohmann Information*. 2010; 45(2):42-52.
- Bedotti D, Gómez Castro AG, Sánchez Rodríguez M, Martos Peinado J. Caracterización morfológica y faneróptica de la cabra Colorada pampeana. *Archivos de Zootecnia*. 2004; 53(203):261-271.
- Blache D, Chagas LM, Martin GB. Nutritional inputs into the reproductive neuroendocrine control system: a multidimensional perspective. *Soc. Reprod. Fertil. Suppl*. 2007; 64:123-139.
- Brinkmann K, Patzelt A, Dickhoefer U, Schlecht E, Buerkert A. Vegetation patterns and diversity along an altitudinal and a grazing gradient in the Jabal al Akhdar mountain range of northern Oman. *Journal of Arid Environments*. 2009; 73(11):1035-1045.
- Colomer-Rocher F, Morand-Fehr P, Kirton A. Standart methods and Procedures for goat carcass evaluation. Jointing and tissue separation. *Livestock Production Science*. 1987; 17:149-159.
- Cuellar A, Tórtora J, Trejo A, Román P. La producción ovina mexicana. Particularidades y complejidades. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuatitlán, SAGARPA; 2012.
- Dayenoff P, Vera J, Bolaño M. Análisis de los resultados de producción caprina de un hato controlado. In: 20º Congreso Argentino de Producción Animal (AAPA). Santiago del Estero. 1996; 16(Supl.1):21.
- Dayenoff P, Leguiza D, Carrizo H. Efecto de la suplementación en cabras gestantes y cabritos durante la lactancia. Proyecto de Experimentación Adaptativa en Caprinos. La Rioja: Unidad de Minifundio, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; 1997. (Informe Final de Actividades).
- Dayenoff P, Bolaño M, Cáceres R, Carrizo H. Efectos de la época de nacimientos, tipo de nacimiento y sexo, sobre el peso al nacimiento y crecimiento del cabrito tipo criollo regional. *Veterinaria Argentina*. 1999; XVI(155):334-339.
- Dayenoff P, Leguiza D, Carrizo H. Efecto de la suplementación sobre la producción de cabritos. In: Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes, 1., Facultad de Veterinaria. Universidad de La República. Montevideo. (Disco compacto). Montevideo, Uruguay; 1999.
- Dayenoff P, Macario J, Mandarino R. Evolución de peso de la cabra Criolla en Malargüe. Congreso Argentino de Producción Animal, 26. *Rev Arg. Prod. Anim*. 2003; 1:123.
- Dayenoff P, Roldán A, Molina M, Duarte A. Efecto del momento de faena en el rendimiento cárnico en cabra Criolla de descarte. In: Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos (ALEPRYCS), 4., Curitiba, Brasil. Proceedings... Curitiba: Universidad Federal de Paraná; 2005.
- Dayenoff P, Macario J. La producción caprina en alta cordillera. In: Encuentro de Especialistas en Pequeños Rumiantes del Cono sur, 5., Gramado, Brasil. Proceedings... Gramado: AVEPER, Universidad de Rio Grande do Sur; 2006. (Disco Compacto).
- Dayenoff P, Duarte A, Echeverría M. Efecto de la suplementación sobre el porcentaje de grasa y la composición en ácidos grasos de la carne del capón de cabrito. *Argentina de Producción Animal*. In: Congreso Argentino de Producción Animal (AAPA), 32., Municipalidad de Malargüe. Malargüe, Mendoza; 2009.
- Dayenoff P. Situación de la producción de carne caprina en América latina. In: Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, 3., Huancavelica, Perú. Proceedings... Huancavelica: Universidad de Huancavelica; 2011. p. 93-102.
- Dayenoff P. Las economías de América latina y la producción caprina. In: Foro Internacional de Ciencias e Innovación Tecnológica, 2., Congreso Latinoamericano de FOCAL, 3., Seminario en Avances de Investigación en Ciencias Pecuarias, 6., Seminario Latinoamericano en Calidad de Productos, 1., Colima, México. Proceedings... México: Universidad de Colima, FOCAL; 2012.
- Devendra C. Challenges for research and development of goats. In: International Conference on Goats, 7., Tours, France. Proceedings... Tours: INRA, IGA; 2000. p. 887-889.



- De Vries J. Goats for the poor: some keys to successful promotion of goat production among the poor. *Small Ruminant Research*. 2008; 77(2-3):221-224.
- Dubeuf JP, Morand-Fehr P, Rubino R. Situation, changes and future of goat industry around the world. *Small Ruminant Research*. 2004; 51(2):165-173.
- Ducoing WAE. Unidad 5: Zootecnia de Caprinos. In: Ortega MET, editor. *Introducción a la Zootecnia*. México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México; 2007. p. 205-209.
- FAO. *Livestock Sector Report. Condiciones estructurales, evolución y perspectiva*; 2003. 251 p.
- Gallinger M, Dayenoff P, Garriz C. Calidad de carne en cabritos Criollos: sexo y corte comercial. XVIII Congreso Argentino de Producción Animal. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 1994; 14(Supl.1):14.
- Garriz C, Gallinger M, Dayenoff P. Evaluación de la calidad de res en cabritos Criollos. XVIII Congreso Argentino de Producción Animal. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 1994; 14(Supl.1):146.
- Hernández J, Franco F, Villarreal OA, Camacho JC, Pedraza RM. Caracterización socioeconómica y productiva de unidades caprinas familiares en la Mixteca Poblana. *Archivos de Zootecnia*. 2011; 60(230):175-182.
- Koyuncu M, Tuncel T, Uzun SK. Present status of goat breeding in Turkey. In: Georgoudis A, Rosati A, Mosconi C, editors. *Animal production and natural resources utilisation in the Mediterranean mountain areas*. EAAP Publication n° 115. Greece: EAX, EVT, FEZ, EAAP; 2005. p. 340-343.
- López SV. *Análisis y desarrollo del sistema de producción agrosilvopastoril caprino para carne en condiciones de subsistencia de Puebla, México [thesis]*. España: Universidad de Córdoba; 2003.
- Macario J, Dayenoff P, Orozco A. Efecto de la Veranada sobre el peso de la cabra Criolla adulta, en el área de Malargüe (Argentina). XXVIII Congreso Argentino de Producción Animal, Bahía Blanca, Buenos Aires. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 2005; 25(Supl.1):75-76.
- Macario J, Dayenoff P. Análisis temporal de la percepción del productor caprino malargüino sobre aspectos ligados a la alimentación animal. In: Congreso Argentino de Producción Caprina, 1., La Rioja, España. *Proceedings...* La Rioja: INTA, UMaza, IPAF Cuyo, Universidad Nacional de La Pampa; 2013. p. 341-345.
- Martin G. The “Clean, Green and Ethical” Concept in Animal Production. *Agrociencia*. 2009; 13(3):1-7.
- Orozco A, Dayenoff P. Efecto de la suplementación sobre el peso y el rendimiento de carcasa en cabras Criollo viejas de descarte. In: Congreso Argentino de Producción Animal, 29., Tandil, Buenos Aires; 2006.
- Orozco A, Dayenoff P, Diez P. Efecto de la suplementación en el peso y el rendimiento de carcasa de capones caprinos de raza criolla. In: Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos (ALEPRYCS-INTA), 5., Rama Caída-UBA-UMaza, Mendoza; 2007.
- Ribeiro M, Oliveira J, Rocha L, Alves G, Carvalho F, Sereno J. Caracterización, evaluación y conservación de caprinos Moxotó en el Estado de Pernambuco, Brasil. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 2004; 12(4Supl.1):54-58.
- Salazar Sánchez P. La cabra Santandereana. In: Engormix [internet]; 2009.
- Scaramuzzi RJ, Martin GB. The importance of interactions among nutrition, seasonality and sociosexual factors in the development of hormone-free methods for controlling fertility. *Reprod. Domest. Anim.* 2008; 43(Supl.2):129-136.
- Webb EC, Mamabolo MJ. Production and reproduction characteristics of South African indigenous goats in communal farming systems. *South African Journal of Animal Science*. 2004; 34(Supl.1):236-239.

Comercialización de fibras caprinas (mohair y cachemira)

*Eduardo Narciso Frank*¹

1. Introducción

El Mohair y la Cachemira, junto con otras fibras lujosas como la Alpaca y la Llama, pelo de Angora, la Seda y el pelo de Camello son materias primas raras utilizadas por la industria textil para un mayor valor agregado. Estas fibras son consideradas por la industria textil lanera como fibras de lujo o especiales. Aumentan la gama de capacidades de procesamiento de la industria lanera y son comúnmente mezclados con lana. El interés en producción de Mohair y Cachemira entre los granaderos, científicos y las agencias de desarrollo agropecuario se debe a que a menudo reciben precios más altos en relación con otras fibras animales. Además, la producción de estas cabras ofrece otros beneficios sociales, ambientales y económicos. Con la tendencia de muchos productos agrícolas considerados *comodities*, la reducción de los precios pagados por estos productos ha llevado a la búsqueda de los productos agropecuarios de más alto valor (nicho). Actualmente, el mercado de la lana de vestir es de 1,3 millones de toneladas, lo que representa el 3,3% del mercado textil. Las fibras animales especiales representan el 0,1% del mercado textil. Las fibras de cabra contribuyen solo con el 0,06% de ese mercado. La industria de la lana es 33 veces mayor que las fibras lujosas. Esta evidencia sostiene el argumento de que el Mohair y la Cachemira son fibras de nichos de mercado.

A pesar de que siempre que se habla de valor de la fibra, se afirma que el diámetro medio es el que determina fundamentalmente el precio, un estudio reciente sobre lana de Australia lleva a fluctuar el peso del diámetro en la determinación del precio, de acuerdo a calidades y tipos de procesamiento textil, entre el 21-55% (Cottle y Fleming, 2015). Esto también clarifica más el concepto de valor de la fibra,

del cual el precio es solo un indicador, pero no su único determinante.

Los objetivos de este capítulo son analizar las fibras caprinas en el mundo de las fibras lujosas o finas, considerar los atributos de calidad y valor comercial de las fibras caprinas, analizar y discutir los factores que influyen en el valor comercial de las fibras caprinas, analizar las señales del mercado textil, describir medidas objetivas y subjetivas de calidad de las fibras caprinas y aportar algunas conclusiones y consideraciones sobre estas fibras.

2. Las Fibras Caprinas en el Mundo de las Fibras Finas

Las fibras de lujo son consideradas como más suaves y más confortables que las otras fibras usadas en ropa de vestir. Algunas (Mohair) son buscadas además por su brillo. Las fibras de lujo son consideradas como más elegantes y exclusivas que las otras fibras textiles. Las fibras de lujo se producen a menudo en regiones exóticas con una historia romántica por detrás. Estas fibras textiles son raras y los textiles producidos pueden ser muy caros (Watkins y Buxton 1992). Que estas características pueden ser explotadas en el mercado está claramente ilustrado por anuncios en revistas actuales de comercio de lana (Anon., 1997b; Anon., 1998d). Las fibras de lujo a menudo necesitan un equipo especial de procesamiento y por lo que algunos fabricantes de textiles están especializados en su procesamiento. Dicho equipo especial incluye

¹ MV, Dr. Profesor titular efectivo (UNLAR). Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales y Sustentabilidad (IRNASUS-CONICET-UCC). Programa SUPPRAD, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica de Córdoba. Sede Universitaria Chamental (UCCHA), Universidad Nacional de La Rioja. E-mail: frank.agro@ucc.edu.ar



maquinaria para eliminar los pelos gruesos a partir de la Cachemira (descerdado) y el tratamiento especial durante el lavado de la fibra, el hilado y el acabado.

El grupo de fibras al que pertenecen (caprinos y otros animales), recibe diferentes nombres: fibras especiales, fibras raras, fibras exóticas, fibras nobles o más comúnmente fibras lujosas (“luxury fibres”). Los atributos que le confieren un particular valor agregado a estas fibras son: suavidad, brillo, escasez o rareza, precio alto, carácter de misterioso, romántico, elegante y exclusivo (Watkins y Buxton, 1992). Siendo suavidad y brillo o “lustrosidad” los únicos atributos que solo dependen de la fibra cruda en sí. Los demás atributos tienen carácter de cultural o socio-cultural y no están sujetas a posibles modificaciones en el proceso de producción y/o procesamiento.

Así, fibras animales especiales se han utilizado durante cientos de años para producir prendas únicas y en combinación con la lana, para ampliar la gama de productos textiles y los productos textiles disponibles para los consumidores y para la industria de la moda. La producción total mundial de los textiles ha sido aproximadamente constante durante años, a pesar de que los cambios en la moda y la recesión en la industria textil han tenido marcados efectos sobre la producción y el precio de las fibras animales en general. El requerimiento de fibras animales finas se ha limitado históricamente, debido a la posición particular de que la disponibilidad era limitada sin el aumento posible de las cantidades, lo cual frenaba los posibles requerimientos adicionales de Mercado. Esta posición actitudinal de parte de la industria y también de la producción, ha limitado la investigación y el desarrollo de las propiedades únicas de las fibras especiales de origen animal (Smith, 1988).

3. Los Atributos de Calidad Comercial y Valor Comercial de las Fibras Caprinas

3.2 Mohair

El Mohair es la fibra animal natural más comúnmente usada después de la lana y forma la capa larga y lustrosa de la cabra de Angora, que se originó en Turquía. El Mohair es famoso por su brillo

natural. “Angora” es una corrupción de una palabra turca que significa “seleccionado”, o de Ankara, donde fue criado por primera vez el animal. Sudáfrica ha reemplazado a Turquía como el principal productor de Mohair, en términos de cantidad y calidad. La producción mundial actual asciende a 5.000 toneladas por año con los principales productores de África del Sur, Texas, Turquía, Australia, Lesoto y Argentina. La producción mundial superó las 30.000 toneladas en 1967, disminuyó en la década de 1970, volvió a subir en los años ochenta y volvió a disminuir (Hunter, 1993).

Desde 1988, la Asociación Internacional de Mohair (IMA) implementó una estrategia de promoción genérica de la fibra y la promoción de la marca comercial “Mohair” como un signo de calidad garantizada. Sin embargo, después de que se gastaron millones en la promoción el efecto sobre las ventas fue insignificante de acuerdo con el gerente general de la entonces Junta Sudafricana del Mohair (SA Mohair board) (Van der Westhuysen, 1992). Se estableció claramente que el precio del producto primario representaba entre 2 y 5% del valor del producto final. Teniendo en cuenta que el Mohair representaba menos del 0,005% del valor de todos los productos finales textiles difícilmente se puede esperar que la promoción fuera una fuerza determinante que dicte cambios en la moda. Es ahora la tendencia de la moda la que dicta la demanda. Según un prominente comprador europeo de Mohair: la cuestión básica es que el Mohair es una fibra de moda y es la moda lo que crea la demanda del Mohair (Weatherall, 1999). Por lo tanto, es una pérdida de dinero “promover una moda cuando se está fuera de la moda”. Mientras que el desarrollo de nuevos productos es esencial cualquier nuevo producto no será capaz de superar el ciclo de la moda grande para el 80% de la zafra de Mohair que está sujeta a esos ciclos de la moda (van der Westhuysen, 1992). Sin embargo, estas opiniones no van inspiraron confianza en los productores sudafricanos de Mohair que fueron llevados a la quiebra por los precios desalentadores.

La industria de Mohair sudafricano puso en marcha entonces una promoción de las cualidades especiales del “Mohair del Cabo”, incluyendo el uso de su propia marca, que se esperaba que harían la diferencia de precio de Mohair en bruto cuando el mercado estuviera sobreabastecido. De hecho, la industria de Mohair en los Estados Unidos de América desarrolló su propia marca a mediados de los 1980 en respuesta a su percepción de la necesidad de promover los excelentes atributos del “Mohair tejano”. También ha habido inquietudes en los EE.UU. y en Sudáfrica con respecto a la importación de Mohair tejano. Los procesadores afirmaban que tenían la capacidad de manejar la producción de Mohair total actual mundial y podían utilizar de manera más económica

de sus plantas (Anon., 1999c). Así llegaron compradores de Mohair sudafricanos a Argentina y actualmente son componentes importantes en la formación del precio a pesar de que participan con poco volumen en las comercializaciones anuales (Franz Lutts, com. per.). No ha existido una promoción similar en la Argentina en los últimos años.

El Mohair ha visto severas depresiones de los precios para la mayoría de las líneas durante varios años (en los 80's) hasta mediados de 1998. Durante el año 1997, por ejemplo, se vendió sólo el 1% de fibra de 35 μm y de una longitud mayor de 100 mm. La crisis económica asiática condujo a la devaluación de las monedas que comercializaban el Mohair más caro en Asia. Los aranceles y las cuotas de importación, especialmente en la India también han restringido el comercio. El Mohair adulto tenía una dependencia poco saludable en el mercado del Extremo Oriente (Anon., 1998b). En un intento de superar esto el *Sudáfrican Mohair board* tuvo como objetivo el desarrollo del producto y el mercado específicamente de la no-moda. Se enfocó en "tironear la demanda", hacia un mercado y un desarrollo de productos con agrupaciones de empresas textiles que procesaban lana y Mohair (Anon., 1999a). Sus grandes temas en el desarrollo de productos, son los productos del Mohair de fácil cuidado y la mezcla con fibras artificiales más baratas. Recientemente se informó que algunos de los hilanderos italianos solicitaron que con el "Mohair del Cabo", se realizara alguna certificación (van Heerden, 1999). Si esta tendencia se establecería influiría el precio después directamente como las medidas equivocadas adoptadas por la industria de la lana de Australia en la década del 1990. En los EE.UU. se ha eliminado el esquema de apoyo a los precios para el Mohair. Este cambio es considerado por algunos como una razón importante por la que los precios mundiales de Mohair se hayan fortalecido durante 1998/99. La producción de Mohair de Turquía, alguna vez el productor del 33% del total, ahora ya sólo representa el 4% del total.

La producción mundial del Mohair ha caído desde el pico en la década de 1980 en un 60% al nivel actual de cerca de 10 millones de kg. Como respuesta a la reducción significativa de la producción y el reciente giro de nuevo a la moda del Mohair fino. El precio para el kid Mohair y el Mohair joven se ha incrementado significativamente. Los precios reducidos en mediados de 1990 han obligado a los productores de Mohair a buscar otro medio de vida alternativo y ahora los compradores y los procesadores están diciendo que la producción se encuentra en niveles peligrosamente bajos, especialmente el kid fino (Weatherall, 1999). El valor medio para los tops de Mohair durante 1998 en relación con los tops de kid 25 micras fueron: 28 micras, 75%; súper cabrito, 51%; cabra joven, 33 micras, 33%; adultos de 37 micras, el 23% (Anon., 1998c).

Sin embargo, en 1998, David Whitwam de British Mohair Spinners Ltd. y presidente del Grupo de los géneros de punto IMA, afirmaba que el mercado estaba en la mayoría de los casos dirigido por los precios. Esta situación, en un período muy corto de tiempo, ha afectado seriamente y ha diluido la exclusividad percibida del Mohair. La mística y la magia del Mohair se pueden plasmar en mezclas con acrílicos, viscosa, etc., que, a través de sus propiedades intrínsecas, han adquirido cada vez mayor credibilidad reconocimiento del mercado. Algunas de estas tendencias y las mezclas son dignas de elogio. Es parte de la evolución del producto, que el buen valor y los factores de desempeño harán mucho para mantener la presencia del Mohair en varios niveles. Esto es visto como una exposición positiva: los elementos negativos se encuentran con hilos mal concebidos, mal diseñados que no se controlan y que van a hacer mucho daño a la industria (McGregor, 2000). El Presidente del IMA, Menswear Grupo Peter Halstead, afirmaba también que el precio ha sido el factor crítico en Japón. Cuando los precios no han sido compatibles, los compradores han buscado mezclas inferiores conteniendo Mohair o se han cambiado a otras fibras. Hay una evidencia, de forma preocupante, de aumento del contenido ya que los clientes buscan mantener el perfil del paño, pero con la devaluación de la calidad (Waddington, 1998).

En Australia la necesidad de desarrollo de productos de Mohair fue reconocida en 1990 apuntando al desarrollo de productos y dando a dicho desarrollo de productos y a la comercialización de los mismos, la más alta prioridad para la investigación (Slatter, 1992). Ya habían comenzado proyectos de investigación para el año 1992 y todavía continúan. El examen y la evaluación de toda la investigación publicada el Mohair se completó en 1992 (Leeder et al., 1998). Sin duda, para desarrollar un producto sus propiedades deben ser bien conocidas por los productores, procesadores y consumidores. En un informe a la IMA, se ha completado y publicado un libro más comprensivo sobre las propiedades del Mohair (Hunter, 1993).

Otra cuestión, sobre la cual la industria está muy tranquila, es la percepción de la picazón en telas de Mohair. McGregor (1998a) recientemente ha comentado brevemente algunas investigaciones realizadas sobre la lana, que tiene relevancia en este tema. La punción fue considerada como una reacción alérgica en la piel de las personas que usan prendas de lana. Sin embargo, hay poca evidencia para apoyar una verdadera alergia a la lana o Mohair en el hombre. Hatch (1984) revisó la literatura de los problemas dermatológicos reportados relacionados con el contenido de fibra y el contenido químico de textiles, incluyó sólo un informe de un caso de una dermatitis alérgica atribuida a Mohair publicada en 1925. En ella se concluye que no hay casos de dermatitis de contacto en la lana que se habían documentado



durante décadas. El prurito que aparece en el lugar es debido a la presión de la fibra. Cualesquiera fibras más de 30 micras pueden causar sensaciones espinosas. Cuando el 5% de las fibras son $> 30 \mu\text{m}$ la mayoría de la gente considera esos textiles con sensación de picazón. Sorprendentemente, el 35% de la lana con un diámetro medio de fibra de 21 micras y un montón de lana con un diámetro medio de fibra de $24 \mu\text{m}$ y mayor tienen más de 5% de fibras de más de 30 micras. Un esfuerzo considerable se centra ahora en Australia en la reducción de la media del diámetro de la fibra y la variabilidad de diámetro en majadas con diámetros de fibra promedio de 21 a 23 micras (Dolling, 1993).

¿Se establecería una reducción del diámetro de fibra del Mohair con igual sentido?, esa es una buena pregunta para realizar.

3.2 Cachemira

La Cachemira o Cashmere (pashmina) es una fibra reconocida como una de las fibras animales más suaves conocidas en la industria textil (Watkins y Buxton, 1992; Franck, 2001; McGregor, 2001; Ross, 2005). La Cachemira (down) es el vellón fino y suave de invierno producido por las cabras asiáticas de diversas razas (Millar, 1986). En China y Mongolia el “down” es cosechado por peinado a finales de la primavera después del inicio de la muda anual. En Australasia, Irán, y otras áreas de Asia Central el vellón entero se corta (esquila) para cosechar la fibra. La Cachemira cruda, compuesta de vellón grueso de pelos de guarda, “down” o lanilla y las impurezas naturales, se procesa (descerda) para producir textiles de Cachemira pura.

La producción mundial anual de Cachemira, de alrededor de 5.000 toneladas de producto descerdado, es mayormente de China y Mongolia (más fino que $17 \mu\text{m}$); Afganistán e Irán ($17-19 \mu\text{m}$). En las últimas décadas se han establecido numerosas plantas de procesamiento de pequeñas etapas en/o cerca de nuevas regiones productoras, incluyendo Argentina, Australia, India, Kazajstán, Nueva Zelanda y Sudáfrica. Con la estabilidad política regresando a la mayoría de los países productores, es improbable que se mantenga el auge de los precios de los años ochenta (Mauersberger, 1954; Dawson, 1990; Franck, 2001; McGregor, 2001).

Las cabras de Cachemira fueron identificadas por primera vez en Australia en 1973 (Smith et al., 1973), pero la industria no se estableció hasta 1980 (Dawson International, 1981; Holst y McGregor, 1992). En Argentina fueron descritas en igual tiempo (Nuevo Freire, 1983; Scaraffia, 1993). Tradicionalmente la Cachemira china fue comprada por empresas descerdadoras europeas en la Feria de Cantón en abril y octubre de cada año. Además,

desde 1995 la feria Internacional de la Cachemira y lana de la Qinghe Fair Trading se celebra en octubre, patrocinado por la provincia de Hebei y el Consejo Nacional Textil de China. El Cashmere también se adquiere a través de la Corporación de Subproductos Animales. Ahora, la Cachemira se puede adquirir en muchas empresas comerciales y particulares y están presentes en grandes compañías de procesamiento que tienen sus agentes sobre el terreno en China a lo largo del año. Otros tres factores (McGregor, 2000) también son importantes:

1. Los gobiernos dentro de China han tratado de desarrollar su industria del Cashmere propia. Por ejemplo, el Gobierno de Mongolia Interior ha hecho promoción de la industria de la Cachemira y ha diseñado planes para convertirse en el mayor centro de procesamiento y de comercio en el mundo. De acuerdo con BUS semanal (Anon., 1997b), hay 100 empresas de procesamiento de Cachemira con capacidad de procesamiento superiores a 10.000 t/año. Las grandes empresas de transformación han surgido en el interior de Mongolia incluyendo una que compró el 90% de la Cachemira de las nueve principales regiones productoras de Cachemira.
2. La desregulación de los precios generó precios significativamente más altos de la Cachemira y así dio lugar a que los productores aumentaran el tamaño de los hatos. Así, la producción de Cachemira aumentó significativamente, por ejemplo, el número de cabra de Cachemira en Mongolia Interior aumentó un 15% durante 1995 y un 10% durante 1996 (Anon., 1997b).
3. El Ministerio de Comercio Exterior y la Cooperación Económica introdujo un nuevo sistema de cupos anuales. Desde 1995, los cambios en las cuotas, las cuales han sido diseñadas para “garantizar” un suministro de Cachemira en bruto para las empresas chinas y empresas mixtas en China y una caída de la demanda internacional asociada a la crisis económica asiática, han resultado en un exceso de oferta de Cachemira que se vende para exportación. La dramática caída de los precios resultante ahora ha llevado a que los productores comiencen a faenar cabras, informándose una reducción de hasta el 25% de la población (Anon., 1999b). La presión adicional sobre los precios puede estar relacionado con los informes del tráfico de la mitad de la esquila anual del Cashmere de Mongolia en China (Lamb, 1999). Según el director ejecutivo de una empresa, esto evita el contrabando y permite que las autoridades chinas presionen el precio de la Cachemira de Mongolia a la baja de 5-10 U\$S por kg. La Cachemira marrón que al parecer entra de contrabando, representa el 60% de la producción de Mongolia, pero sólo el 10% de la producción china, y se mezcla con la Cachemira china.

La desregulación de la estructura de comercialización de la Cachemira devino en una creciente preocupación por la contaminación. Para combatir la contaminación se presentaron las especificaciones de calidad de Cachemira para todos los contratos en 1990, el arbitraje tendrá lugar si se requiere en China (Liddle, 1998). El sistema establecido incluye personal móvil, que lleva una maleta de laboratorio, visita los lugares de suministro donde lleva a cabo análisis iniciales de las muestras. Del mismo modo, una compañía italiana compra directamente a los productores en Mongolia y China y tiene uno de sus directores allí para asegurar el control estricto sobre la calidad y pureza de la Cachemira en bruto (Anon., 1998b). La crisis económica en el Lejano Oriente ha detenido por completo el crecimiento del comercio de moda de lujo (Roberts, 1998a).

Y el precio bajo significó que la Cachemira se pudo utilizar en más productos (McGregor, 2000). Todos estos cambios en la estructura de fabricación y exportación de la Cachemira hacen que el mercado de la Cachemira sea más volátil mientras que el aumento de la demanda será canalizado ahora por las cuotas de exportación más pequeñas, a lo largo de un espacio de mercado más pequeño y a través de un menor número de puntos de comercialización (*outlets*) de Cachemira a su vez más grandes en China, con probables mayores repuntes repentinos y/o caídas en la demanda.

La producción mundial de Cachemira descerdada se estimaba en 4.500 toneladas (Anon., 1999a) en comparación con 2.700 t del 1986. Esto se originaba en China (3.000 t), Mongolia (1.000 t) y otras fuentes, entre ellas Irán (500 t). La sensación de incertidumbre en China se encuentra bajo un esquema de “minería” de todo el mercado de la Cachemira y esta situación es peor que cualquiera de los últimos 10 años. Hay empresas de fibra chinas que ahora comercian directamente en Europa (McGregor, 2000).

El precio medio de la exportación de Cachemira descerdada de China en 1996 fue de 73,2 U\$/kg, una caída del 4,2% (Anon., 1998b), pero esto se había reducido a U\$67,1 en 1997 y U\$50,0 en 1998. Desde 1994, la cantidad de Cachemira exportada de China ha caído de 5.300 t a 2.000 t anuales (Anon., 1998b).

La región de Qinghe en China, es ahora el mayor centro de distribución de Cachemira en bruto, con más de 100 procesadores con 4.000 máquinas de tejer, produciendo 2.000 ton de hilados de Cashmere y la fabricación de 5.000.000 de piezas de géneros de punto de Cachemira (Anon., 1998a). En los últimos años las plantas de tejer de punto de Cachemira se han establecido en China, Hong Kong, la India, Mongolia, Mauritania, Madagascar, Italia y Portugal (Anon., 1997a). De acuerdo a Textile Asia (Anon., 1998b), la capacidad de procesado en China alcanzó las 15.000 toneladas de material bruto en 1997 y subiendo desde las 9.595 de 1996. No obstante, no

tienen forma de mantener operacionales todas las plantas de procesado de Cachemira y el promedio general de rinde al descerdado informado alcanza el 40% cuando debería ser mayor a partir de fibra peinada en el animal como es la colecta en China. Llama la atención el bajo rinde al descerdado obtenido, lo cual se puede explicar por la ineficiencia de la tecnología utilizada o porque entra mucha fibra no peinada sobre el animal.

En Argentina, las primeras referencias provienen de la región de Cuyo y La Pampa, en base a observaciones hechas a principios de la década del 70: se refieren como [cabras criollas, de “pelo largo” tipo “down”](sic) (Nuevo Freire, 1983). La fuerte promoción de la cabra de Angora en la Patagonia norte, concentró la mirada en dicho tipo de animal sin hacer referencia más que a un tipo criollo o a una menor calidad en la producción de Mohair para regiones como el norte del Neuquén. Posteriormente se hizo un relevamiento de la zona norte del Neuquén (cuenca del río Curi Leuvú) detectando la existencia de al menos un 70% de caprinos productores de “down” (Scaraffia, 1993). Más recientemente, en base a observaciones de 827 animales distribuidos en cuatro regiones, se estableció que el 80% de los caprinos manifestaban presencia de “down” (Lanari et al., 2003). Se observaron diámetros promedios entre 18,5 y 20,0 μm en diferentes tipos de muestras de Cashmere provenientes de diferentes parajes y que el 29% estaban debajo de las 19 μm (Maurino et al., 2008).

Existen también estudios de relevamiento poblacionales iniciados por la Red SUPPRAD en 2005 en el oeste de la provincia de La Pampa (Hick et al., 2006; Frank et al., 2015) y de forma sistemática en 2006 en el norte de la provincia del Neuquén (Frank et al., 2008; 2009a). En la zona agroecológica de la Cordillera Norte Neuquina y del Monte Austral, se encontraron, con 68,6% y 93,7% de animales respectivamente con características del tipo Cachemira, donde a su vez el 36,9% y 41,5% respectivamente tenían un diámetro medio menor a 18,5 μm (Frank et al., 2008; 2009). Los restantes animales respondían a los tipos de mecha lustre y/o tipo intermedio. Estos últimos podrían ser debidos a una posible influencia Angora o también debido la variabilidad fenotípica existente en dichas poblaciones y característico de poblaciones primarias o arcaicas (criollas) (Hick et al., 2012a).

Por otro lado, en el año 2002 se comenzó a desarrollar una tecnología local para realizar el descerdado de vellones mixtos como el de los caprinos criollos (Hick et al., 2003; Frank et al., 2009b) lo que resultó imprescindible para la posterior utilización de estas fibras en la industria textil. A partir de los primeros resultados positivos de dicho desarrollo tecnológico se empezaron a realizar estudios de estructura poblacional en las localidades de Santa Isabel (La Pampa) (Hick et al., 2006) y en



localidades de Las Ovejas, Buta Ranquil, Barrancas, Curi Leuvú, Chos Malal, Tricaomalal (Frank et al., 2008) y Añelo (Frank et al., 2009a) en la provincia del Neuquén. Como parte de dichos estudios se estableció la calidad de fibra producida por estas poblaciones y su posible industrialización en el país. Se determinaron las presencias de distintos tipos de vellones (Cachemira larga, Cachemira corta, Cachemira intermedia, Cashgora y Mohair), grados de finura de acuerdo a distintos criterios de clasificación e igualmente largos de fibra (Frank et al., 2013).

4. Factores que Influyen en el Valor Comercial de las Fibras Caprinas

4.1 Sitios de Muestreo sobre la Cabra de Angora

Los sitios de la punta de cadera y paleta media pueden ser recomendados debido a su baja variabilidad de muestreo y facilidad de localización. Para la venta, la fibra del cuello debe ser colocada en una línea de diámetro de fibra dos grados más gruesa que el vellón. En algunas circunstancias, la fibra del cuello debe colocarse en una línea de diámetro de fibra de un grado más grueso que el vellón. El armado de lotes de venta de Mohair basados en las determinaciones realizadas desde el sitio lateral medio o cualquier otro sitio de muestreo, deben permitir la separación del Mohair en lotes de diferente valor comercial. Sin embargo, las diferencias específicas del sitio específico en la distribución del diámetro alrededor del vellón deben ser tenidas en cuenta al crear las porciones para cumplir con una distribución de diámetro especificado (McGregor y Butler, 2008).

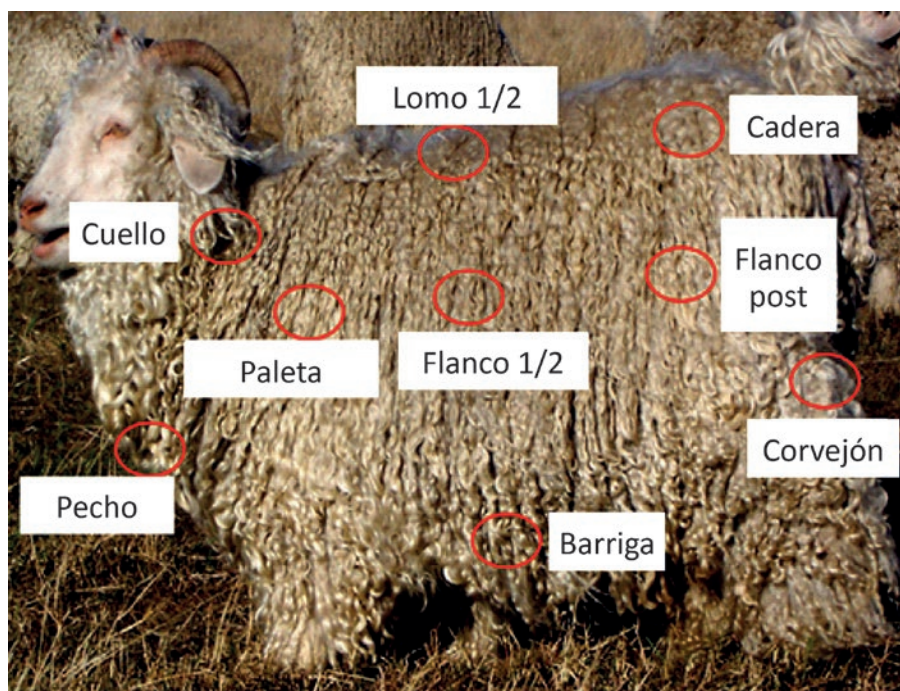


Figura 1: Distribución de finuras por sitios anatómicos en la cabra de Angora. Fuente: Dieñado y armado a partir de McGregor y Butler (2008).

Los vellones de Mohair son evaluados por los criadores, compradores y procesadores por los atributos de “estilo y carácter”. Estilo en este contexto se refiere a torsiones en la fibra crimpada, que son equivalentes a la torsión helicoidal, mientras que el carácter se refiere a la onda plana o crimpado sinusoidal (McGregor y Butler, 2008).

El estilo y el carácter del Mohair está relacionado con la uniformidad de la longitud de la fibra en los vellones de Mohair (Hunter, 1993) y sus efectos en el procesamiento han sido evaluados (Minikhiem et al., 1994; Hunter et al., 1997). De estos lotes experimentales se comparó con el rendimiento previsto, sin excepción, el estilo y el carácter del

Mohair que tuvo poco o ningún efecto aparente en el rendimiento del textil. En general, una vez que se habían tenido en cuenta todas las diferencias mensurables en las propiedades de las fibras, las mediciones de estilo y carácter añadieron poco a la precisión de las predicciones del rendimiento del procesamiento (McGregor, 1997).

El estilo y el carácter ha sido y todavía es utilizado por los clasificadores tradicionales del Mohair para asignar categorías subjetivas del diámetro de la fibra, usando originalmente los números de la calidad de Bradford (“counts”) pero en los años recientes se utilizan nombres más descriptivos tales como cabrito (kid) y cabra joven (Young goat). Con el Mohair australiano, dentro de un grado de comercialización del diámetro de la fibra, los grados del estilo más altos tienen un diámetro medio de la fibra mayor comparado con un grado de estilo más bajo (McGregor y Butler, 2004b).

4.2 Sitios de Muestreo en la Cabra de Cachemira

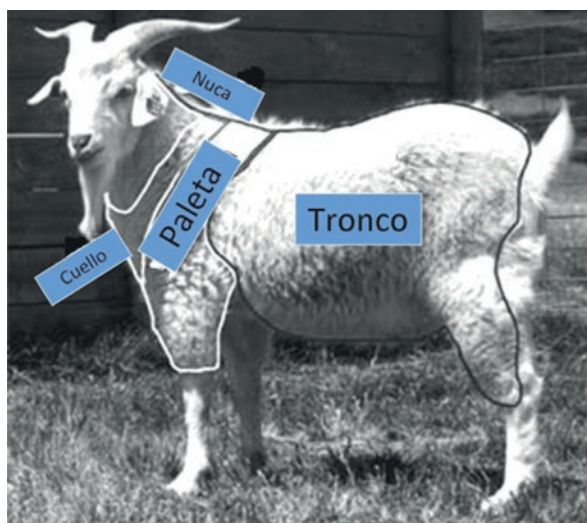


Figura 2: Regiones topográficas de partes del vellón de caprinos productores de Cachemira.

Fuente: Confeccionado a partir de Browne y Pearce (2004).

En general, en el tronco el vellón es uniforme, por lo tanto, el muestreo clásico de la tercera costilla (unos 10 cm detrás del borde caudal de la paleta) es adecuado para estructuras poblacionales de cabras de Cachemira (Hick et al., 2012b). Algunos autores recomiendan agregar una muestra de la punta de cadera y de la paleta. La separación de cuello y nuca es siempre adecuada tanto en la esquila como cuando se peina, fundamentalmente porque el proceso de muda comienza ahí (Browne y Pearce, 2004).

5. Las Señales del Mercado

5.1 Mohair

La contribución relativa a la varianza en el precio del Mohair sucio se explica por el diámetro medio de fibra, la materia vegetal, los grados visuales, el período de venta y las combinaciones de agentes (ver Tabla 1) (McGregor, 2007).

En la industria del Mohair, a menudo se da a la “calidad” otro significado del cual la finura es sólo una parte. La calidad puede significar superioridad visual que incluye “carácter y estilo” (rizo y torsión de la mecha), uniformidad de la apariencia de la mecha, una “lápiz” como uniformidad a lo largo de la mecha (indicando longitud uniforme de fibra), una mano “lujosa” y gran brillo. Muchas de estas apreciaciones son estéticas, algunas llegan a la prenda y algunas se refieren a la producción de calidad en el hilo. No es sorprendente que las propiedades estéticas se consideren como características de calidad importantes por parte del mejorador, de los criadores, los jurados de exposiciones y los compradores de Mohair (Stapleton, 2007).

Tabla 1: Pesos relativos (en %) de las distintas características que determinan el precio en Mohair.

VARIABLES COMERCIALES	CONTRIBUCIÓN RELATIVA	GRADO DE AJUSTE DEL MODELO
Diámetro medio de la fibra	59%	98%
Largo, estilo, contenido de kemps, manchas, apelmazado y otros	20%	
Período y agente de venta	22%	
Materia vegetal	1%	
Otros no identificados	2%	

Fuente: A partir de McGregor (2007).



El precio máximo se alcanza a las 25 μm de diámetro y se produce una declinación de hasta el 50% con relación al máximo aproximadamente a las 30 μm y se llega a solo un 10% del máximo con vellones de 36 μm . Esto, teniendo solamente en consideración el diámetro medio (McGregor, 2007). El incremento en precio relativo desde estilo inferior al superior es de alrededor del 43%. Hay un fuerte descuento por largo (48%), contenido de kemp (hasta un 87%) y por coloreado claro (70%). Los descuentos debido a la longitud difieren con el diámetro y el momento. Los descuentos son proporcionalmente más altos con diámetros menores y proporcionalmente menores con diámetros gruesos. Los compradores utilizan apreciaciones de diámetro, contenido de materia vegetal y utilizan también el rinde al peine para establecer el precio. Para obtener premio en el precio se debe tender a un Mohair A o B en largos, < 30 μm , < 1% materia vegetal y libre de kemp, de coloraciones y de apelmazamientos (McGregor y Butler, 2004). Esto coincide en buena medida con lo que se estableció con el precio de la lana y su relación con el diámetro (Cottle y Fleming, 2015).

El problema de los vellones más gruesos es que las 30 μm están fuertemente asociadas al efecto de la picazón. Similarmente a lo que sucede en la lana, toda fibra que sobrepasa las 30 μm llega a picar cuándo se junta una cantidad aproximada al 5% y dado que un 45% del Mohair que se produce mundialmente es más grueso que 34 μm se entiende la depresión del precio del Mohair grueso (McGregor, 1998).

Los problemas con el confort del usuario, tanto sensorial como funcional, han aumentado en importancia comercial para todas las fibras animales (Slater, 1977). Las encuestas han demostrado que los consumidores informan que la molestia por el uso de la fibra sobre la piel es un atributo negativo del mercado para la lana (Millward Brown, 2007). En Yorkshire fabricantes, alguna vez el pilar de la industria Mohair hilado, sostienen la opinión de que el mayor problema con el Mohair es que produce textiles que pican, dado que la mayor parte de Mohair es más gruesa que 32 μm . La gran caída de demanda de Mohair en la década de 1970-1980 fue considerada como un resultado de la reacción de los consumidores contra las molestias sobre la piel, particularmente en la ropa de las mujeres (Freeman, 1994), pero también en los hombres (McGregor, 1994b).

Numerosos informes han identificado las reacciones de picazón y rascado en el Mohair (Cilliers, 1966; O'Connell et al., 1972; Freeman, 1994).

5.2 Cachemira

5.2.1 El Procesamiento de la Cachemira

El aspecto más importante de procesamiento de Cachemira de cualquier fuente es la capacidad de descerदार la materia prima, eliminando de este modo las fibras de pelo de guarda gruesas para producir fibras finas prácticamente libres de pelo.

Los compradores de Cachemira se dividen en varias categorías por lo que el producto final puede ser simplemente, Cachemira descerदार, hilos de carda (estambre) o de peinado, hilados de mezcla de Cachemira, telas tejidas o de estambre o suéteres de Cachemira clásicos y prendas de vestir de alta costura.

Independientemente del uso final, el producto en bruto es de significativa importancia en la cadena de eventos para cualquier comprador, con la calidad primero y la cantidad después.

Las empresas de procesado llevan a cabo su propio lavado y descerदार, así como la compra de Cachemira en bruto tanto como de la Cachemira descerदार de los agentes de venta y organizaciones de productores. Los compradores tienen el ojo puesto en el resultado final, para asegurarse de que el tratamiento producirá un valor aceptable y de no demasiado caro en relación al producto final. Por lo tanto, la compra mediante las medidas normalizadas y mediciones objetivas es absolutamente esencial. Eso es por, diámetro de la fibra y el rango de diámetro, longitud de la fibra y la variedad, color, contenido de vegetales y degradado o puntas de las fibras dañadas (que puede ser un problema si el pelo de guarda es más corto que el "down").

5.2.2 Las Medidas Objetivas

5.2.2.1 Diámetros

El diámetro medio de la fibra (MFD) es el atributo comercial más importante de las fibras textiles. Esto se debe a que el diámetro de la fibra es el principal determinante del rendimiento de hilatura, las propiedades del hilo y de la tela y el potencial de uso final de la fibra (Hunter, 1993). Por lo tanto, es importante que el diámetro de la fibra se mida de manera precisa y fiable sobre una base rutinaria. Los datos de mercado para Mohair proporcionan evidencia clara de la importancia de MFD. El valor

comercial del Mohair australiano se optimiza cerca de 24-25 μm y disminuye rápidamente a medida que el MFD aumenta a 30 μm .

Los métodos tradicionales de determinación del diámetro de la fibra mediante el microscopio de proyección y los procedimientos de flujo de aire han sido superados por la comercialización de equipos operados por computadora, equipados con láser OFDA100™ (IWTO-47, 2006), Sirolan Laserscan™ y FiberEC y MiniFiberEC (Quispe et al., 2017). Existen muchas ventajas adicionales de estos nuevos métodos, incluyendo un costo muy reducido, la capacidad de medir con precisión miles de fibras en un tiempo muy corto, proporcionando estimaciones precisas de la variación del diámetro de la fibra y realizar pruebas repetidas de las mismas muestras.

Estos nuevos métodos también pueden probar otros atributos de las fibras, incluyendo la curvatura de la fibra (crimpado) y la incidencia de la medulación. La medición de la variación del diámetro de la fibra, incluyendo la desviación estándar (FSD) y el coeficiente de variación (CVD) son mediciones que no podrían ser proporcionadas por el método del flujo de aire, por ejemplo.

Muchas fibras animales naturales raras contienen fibras más gruesas que 30 μm . Si estas fibras necesitan ser medidas, por ejemplo, si se estima el rendimiento de la Cachemira o la incidencia de fibras meduladas, entonces las opciones para el equipo operado por ordenador pueden ajustarse para medir fibras de hasta 150 μm de diámetro y proporcionar un histograma de distribución de diámetro de fibra. Un conocimiento de las fibras que se están midiendo es esencial si los parámetros correctos se han de establecer antes de la prueba de la fibra en diferentes grados, existe un problema de definición de fibras de lana, fibras gruesas no meduladas, fibras meduladas y pelos de protección gruesos. La clave para determinar en una muestra sin procesar el MFD esperado de una muestra procesada es establecer para la medición y registrar el intervalo de diámetro de fibra correcto.

5.2.2.2 Rango de Diámetro

El rango de diámetro es muy importante en el procesamiento y en la mano del producto acabado. Un histograma bastante estrecho indica que el diámetro de la fibra es uniformemente consistente y esto produce el mejor hilo. El rango sugerido para la Cachemira con una media de 15 micras es 8-24 micras, mientras que para la de 18 micras, el rango es de 12-28 micras. La desviación y el coeficiente de variación son dos medidas utilizadas para describir la propagación de distribución. Estos términos son importantes para el criador a la hora de evaluar la distribución de la fibra que él está produciendo.

El punto importante es que la distribución debe tener un límite muy bien definido. La distribución

debe ser simétrica, de manera que sea una imagen especular de sí mismo en cada lado de la media. Problemas durante el procesamiento se producen cuando la distribución de las fibras down no es sucinta, o sea tiende a formar “cola” hacia las fibras de mayor diámetro. No importa tanto el diámetro medio, los procesadores requieren fibra con un mínimo de fibras de más de 27 micras.

La mayoría de los problemas con la distribución de las fibras se han experimentado en la fibra blanca cruda, donde los criadores necesitan identificar las cabras que producen fibras que entran en el rango de 28-40 micras. Pueden ser down grueso, o en algunos casos, pelo de guarda fino. Mientras que ambos presentan problemas durante el procesamiento, el pelo de guarda fino es altamente indeseable e imposible de eliminar. También es importante que ninguna de las fibras de down sean meduladas. Cuando se producen fibras meduladas en este rango de diámetro, son muy probablemente pelos de guarda finos.

5.2.2.3 Longitud

La longitud media ideal para el procesamiento por el sistema de hilado cardado (woollen) es de 50-55 mm, pero también 40-42mm es aceptable. Longitudes de hasta 70 mm pueden ser manejados en el sistema cardado, pero más largo serían utilizadas ya para el procesamiento de peinado (worsted). La mayoría de los procesadores requieren longitud promedio de la fibra superior a 35 mm.

El factor crucial con la longitud es que no haya fibras más cortas que 15 mm, ya que con estas se forman pelotitas (pilling) en el producto terminado, o reducen el rendimiento cuando se retiran durante el cardado.

El rango de longitud ideal para la hilatura de peinado (worsted) es de 70 mm, pero no más corto de 20 mm ni más de 110 mm. Para los procesadores que desean hilar en este sistema se necesita más énfasis en la longitud durante la compra de la Cachemira ya descordada o en estado natural.

La medición del largo de la fibra con los métodos de laboratorio convencionales subestima las medidas, por lo tanto, se deben usar métodos manuales sobre plancha de terciopelo y separando por grupos de fibras (Singh, 2003).

Cuando el pelo de guarda es más largo que el down da una mayor protección a la Cachemira y detiene la intemperie en las puntas. El down sobresaliente pierde rendimiento a través de la rotura de las puntas resacas durante el procesamiento. Es importante que el pelo protector sea significativamente más grueso que el down. Las recomendaciones siempre han sido que el pelo protector sea cuatro veces el diámetro de la Cachemira para permitir la facilidad de descordado, con un diámetro medio mayor de 60



micras. En resumen, el pelo de guarda debe ser más largo y significativamente más grueso que el down.

5.2.2.4 Rendimiento

El rendimiento final de la Cachemira a partir de fibra cruda cubre muchos aspectos del término. La eliminación de la suciedad y el polvo de cualquier remoción inicial, la eliminación de cualquier contaminación, la eliminación del exceso de pelo de guarda, el lavado y el descordado final, todos tienen un efecto sobre el rendimiento final del down. El down también se clasifica por el descordado y esto proporciona un cierto tipo de rendimiento en términos de la cantidad de Cachemira utilizable recuperada. Las normas de clasificación son por lo tanto más importantes con la clasificación preliminar de Cachemira en bruto sobre la base de color y la longitud.

5.2.2.5 Las Mediciones Subjetivas

Las prácticas de clasificación del Mohair pueden mejorarse para aumentar la precisión de la construcción de lotes mediante un mejor conocimiento de la variación del diámetro de la fibra dentro del vellón (McGregor y Butler, 2008) y entre los vellones (Stapleton, 2007). En promedio, el Mohair del pecho tiene que ser colocado en una línea de diámetro de fibra dos grados más gruesos que el cuerpo principal. En algunos establecimientos, la fibra del cuello debe colocarse en una línea de diámetro de fibra de un grado más grueso que el cuerpo principal del vellón. El vientre y la fibra 'britch' (cerca del sitio del corvejón) se deben quitar porque a menudo será de diverso diámetro y longitud de la fibra (McGregor y Butler, 2009b). Estas observaciones son diferentes a las recomendaciones anteriores de Stapleton (1996) y Clancy (2005).

Tabla 2: Escala de clasificación del Mohair

Medidas	A	B	C	D	E	FK	K	YG	FH	H	S
Largo/mm	150	125	100	75	< 75						
Diámetro/μm						30	33	36	39	43	43
Estilo	S	G	+A	A	P						
	Super	Bueno	Más que promedio	Promedio	pobre						

Fuente: McGregor y Butler, 2009b.

Hay diferencias en la suavidad de la Cachemira basada en su origen, curvatura de la fibra (crimpado) y fibra media (McGregor, 2000b; 2001; 2004). Tanto la frecuencia de crimpado de Cachemira como la forma de rizado afectan la suavidad de la Cachemira (McGregor, 2001; 2007b). Se demostró que la Cachemira australiana era más suave que la Cachemira china tradicional, principalmente porque tenía una menor curvatura de la fibra en comparación con la Cachemira china (McGregor, 2000b; 2001; 2007b).

5.3 Características Comerciales de la Fibra mohair

5.3.1 Tipos de Vellones



Figura 3: Mechas de Mohair de distinto tipo. Fuente: Traducido de Stapleton (2007).

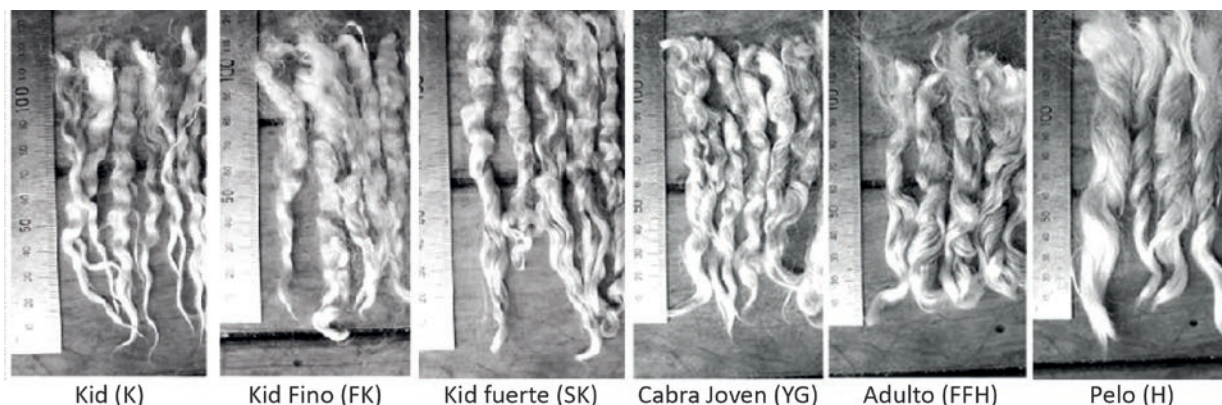


Figura 4: Clasificación visual del Mohair.
Fuente: A partir de Stapleton (2007).

5.3.2 Longitud de la fibra

El descerchado y el cardado se supone que reducen la longitud de fibra entre 10 a 15 mm y que entre 40-60 mm es la longitud preferida de pre-procesamiento. La longitud de la fibra por encima del rango 28-42 mm es considerada ideal para el hilado de Cachemira en el sistema woollen. El Ministerio de Industria Textil chino, informa que el Cashmere descerchado va desde 26 mm (el menos preferido) a 38 mm (el más preferido) y las longitudes de la Cachemira para precios cotizados internacionalmente van de 32 mm (tejido plano) y 38 mm (tejido de punto) y la Cachemira china cruda con una longitud media de fibra (grado súper) de 21-40 mm (Phan y Wortman, 2000). Aunque la Cachemira con una media de longitud de fibra más larga es adecuada para el procesamiento de peinado, hay un mercado limitado para estas fibras debido al pequeño número de procesadores de Cachemira de peinado (Redden et al., 2005).

Los descerchados realizados con la tecnología AM2 del grupo SUPPRAD ubican una media ("barba") de $35 \pm 12,5$ mm para lotes distintos. La amplia variación se debe a las diferencias de estado del vellón descerchado (grado de apelmazamiento, etc.) y solo se considera en este guarismo el tipo Cachemira largo (Frank et al., 2013).

5.4 Características Comerciales de la Fibra Cachemira

5.4.1 Posibles Formas de Obtención de la fibra de Cabra en Argentina

Si bien los volúmenes de fibra de cabra que se comercializan en Argentina son aún reducidos,

existe un uso constante de ciertos niveles por la industria a partir de distintos orígenes, estos básicamente son:

- Peinado: la Cachemira china que se importa es obtenida por el peinado del animal, a partir de la introducción de los peines que se utilizan para esta actividad y su difusión también es posible obtener Cachemira patagónica de este origen, aunque todavía en cantidades muy reducidas.
- Esquila: el Mohair se obtiene solo por esquila, y tradicionalmente la cabra criolla "chiyuda" o de "chiyo largo" se obtuvo por esquila, lo cual se ha reiniciado tímidamente y por lo cual se puede hablar de Cachemira patagónica y Cashgora patagónica obtenida por esta vía.
- Mortecino: acopiadores regionales de las localidades de Chos Malal y Zapala (Neuquén) y Santa Isabel (La Pampa) obtienen y comercializan fibra proveniente de cueros de cabritos y cueros de cabras adultas. Parecería que buena parte de la fibra que se comercializaba en los últimos años a precios muy bajos era de este origen dado que la esquila se había abandonado en las últimas décadas.

Alguna polémica se ha establecido para dirimir si el peinado sobre el animal o la esquila eran el método adecuado. La costumbre de esquilar ovejas y cabras de Angora de la región de producción (Patagonia norte) determinan en buena medida que la inclinación sea hacia la esquila, a pesar de la difusión de las ventajas del peinado que realizaron algunas instituciones públicas y privadas. En el cuadro a continuación se presentan las comparaciones que aporta la literatura entre peinado sobre el animal y esquila:



Cuadro 1: Ventajas y desventajas de las distintas formas de obtención de Cachemira sobre el animal.

Ventajas	Desventajas
Peinado sobre el animal	
Mayor rinde al descerdado.	Hay diferencias de calidad por mayor acortamiento en la fibra descerdada.
Relativamente mayor longitud de fibra fina.	Obtención de menor cantidad relativa de fibra fina.
Fibra usable en artesanías (sin descerdado).	Exige cambios de hábitos productivos.
Recibe más precio por unidad de peso (rinde).	Mayor tiempo de obtención del producto. Mayor necesidad de mano de obra.
Agrega valor al productor por unidad de peso a nivel predial.	Pierde valor por unidad animal (menor producción) Objeciones de Bienestar Animal.
Esquila	
No exige cambios de hábitos de producción.	Menor rinde al descerdado.
No tiene objeciones de Bienestar Animal.	Relativamente menor longitud de fibra fina.
Obtención de mayor cantidad de fibra por animal.	Recibe menor precio por unidad (rinde).
Menor necesidad de mano de obra.	Requiere descerdado mecánico para artesanías.

Fuentes: Litherland et al. (1991); Kerven y Redden (2007).

5.4.2 Tipos de Vellón

La compleja estructura de la población caprina argentina determina la presencia de diversos tipos de

vellón o estilos que se pueden clasificar de acuerdo a lo descripto por distintos autores, como:



Figura 5: Los tipos de vellón.

Fuentes: Elaborados a partir de Burns, von Bergen y Young (1962), Hick et al. (2006) y McGregor (2007).

En general los tipos de vellón tienen diferencias morfológicas entre sí, fundamentalmente en relación a los tipos de fibra que los componen, pero también

tienen diferencias de variables productivas que se exponen en la tabla siguiente:

Tabla 3: Distribución de diámetro medio de la fibra fina (DMFF), largo de la fibra fina (LFF), rinde al descerdado (R%) y frecuencias (F%) en relación con tipos de vellón y tipos de finuras (Total).

		CA	CC	CI	CG	M	F%
H < 16,5 µm	DMFF	15,30	15,50	15,94	15,72	-	
	LFF	5,77	4,83	7,87	6,92	-	
	R%	27,09	16,41	48,16	24,09		
	F%	14,96	10,64	4,40	1,95	0,00	11,3
W 16,6-18,5 µm	DMFF	17,6	17,56	17,74	17,77	17,7	
	LFF	6,71	5,58	8,88	7,13	11,00	
	R%	27,09	16,41	48,16	24,09	-	
	F%	49,21	10,64	16,14	6,83	7,14	22,06
S 18,6-20,9 µm	DMFF	21,6	20,51	22,79	23,84	25,6	
	LFF	7,86	6,23	10,19	9,20	11,95	
	R%	39,39	20,64	54,01	35,82	62,85	
	F%	34,25	30,09	74,82	90,73	91,43	55
Muda		0,95	25,92	2,00	4,65	1,43	11,7
Total		39,62	23,03	17,23	17,18	2,94	100,06

Fuente: Frank et al. (2009).

El tipo de mayor frecuencia es el Cashmere largo (CA) y el 33,4% está por debajo de las 19 µm que son el límite superior textil de la fibra que recibe el nombre de Cachemira o Cashmere.

Es interesante la relación entre el largo de la mecha total o de las fibras gruesas sobre el largo del down o fibra fina (RLMeFF, RLF GFF), ya que se relacionan significativamente con el diámetro medio de la fibra:

Tabla 4: Relación entre el largo de la mecha total o de las fibras gruesas sobre el largo del down o fibra fina (RLMeFF, RLF GFF) y la frecuencia de rizo (R/cm) y la finura del cashmere patagónico.

Finura	RLMeFF	RLF GFF	R/cm
	CA		
H	47,2a	52,4a	5,02a
W	53,0b	59,9b	4,05b
S	62,0c	76,9c	2,45c
CC			
H	37,2a	39,4a	5,06a
W	42,6b	44,4b	4,03b
S	51,5c	56,5c	2,54c
CI			
H	-	-	-
W	52,7a	58,8b	3,94a
S	67,1b	82,6b	1,97b
CG			
H	-	-	-
W	76,1a	104,2a	3,92a
S	73,1a	123,5b	1,8b

Leyenda: CA: Cachemira larga; CC: Cachemira corta; CI: Cachemira Intermedia; CG: cashgora; RLMeFF: largo de mecha/fibra fina; RLF GFF: largo de fibra Gruesa/largo de fibra fina; R/cm: rizos/cm; H: < 16,5 µm; W: < 19 µm; S: > 19 µm.

Fuente: Resumido desde Castillo et al. (2015).

Estas variables son factibles de ser utilizadas para diseñar un sistema de clasificación confiable por diámetro medio de la fibra, lo cual permitiría obtener el verdadero Cashmere de un lote determinado de fibra de caprinos criollos (Castillo et al., 2015).

5.4.3 Rendimiento al Descerdado

El rinde al descerdado es fundamental en la determinación de la ecuación económica, porque los rendimientos al descerdado menores del 15% deben mantenerse fuera de las líneas de venta, por ser no rentables (McGregor, 2000).

Un dato aportado por McGregor (2000) sobre rinde de Cashmere peinado en el animal proveniente

de China (1998) confirma un rinde al descerdado de alrededor del 40%, el cual es llamativamente bajo.

Los datos de rinde al descerdado obtenidos en Argentina lo sitúan en: rinde esquilado 39,85 y rinde del peinado sobre el animal de 82,7% (recalculado a partir de Lanari et al., 2011). Se encuentra una importante variación entre áreas de colecta de las muestras: NO Neuquén: 46,7-50,9% y el área del departamento Añelo: 20,6-46,7% (Hick et al., 2013).

5.5 Valoración de Mercado de los Atributos de las Fibras Mohair y Cachemira

Tabla 5: Diámetro de la fibra Mohair.

Denominación	Agosto 2016	Setiembre 2016	% Var
Kids:			
Corto	20,43	21,67	6,07
Jovenes:			
Corto	17,33	18,25	5,31
Adultos:			
Corto Fino	12,29	14,86	20,91
Corto Grueso	11,63	12,31	5,85

Fuente: Cape Wool SA (2003).



Tabla 6: Diámetro de la fibra Cashmere.

Denominación	Agosto 2016	Setiembre 2016	%Var
Cashmere China descerdado:			
Blanco	98,00	97,00	-1,02
Marrón	95,00	94,00	-1,05
Cashmere Afganistán/Iran descerdado:			
Blanco	77,00	74,00	-3,9
Marrón	74,00	71,00	-4,05

Fuente: Cape Wool SA (2003).

Tabla 7: Distribución de diámetros, largos y rindes en relación a tipos de vellón y finuras.

Tipo - Finura	n	FR (%)	FRA (%)	DMF	DMF x Finura	LFF (cm)	LFF x Finura	Rinde (%)	Rinde x Finura
CA-H	121	8,69		15,89		6,04		28,82	
CC-H	27	1,94		15,56		3,63		11,81	
CI-H	7	0,50		16,53		7,07		27,87	
CG-H	7	0,50	11,64	16,34	15,88	9,79	5,84	50,41	26,88
CA-W	206	14,80		18,01		6,89		34,90	
CC-W	15	1,08		17,90		3,92		10,69	
CI-W	38	2,73		18,17		7,63		26,42	
CG-W	35	2,51	21,12	18,06	18,03	8,93	7,08	46,61	33,96
<19,0 µm			32,76		17,27		6,64		31,44
CA-S	355	25,50		21,56		7,96		41,96	
CC-S	14	1,01		22,11		6,11		15,49	
CI-S	218	15,66		23,30		9,71		38,63	
CG-S	319	22,92		24,07		10,51		54,63	
L-S	30	2,16	67,24	27,43	23,02	12,23	9,35	64,06	45,81
Totales	1392		100,00		21,13		8,46		41,11

Nota: Tipo - CA: Cachemira larga; CC: Cachemira corta; CI: Cachemira intermedia; CG: cashgora; Finuras – H: < 16,5 µm; W: 16,5-18,5 µm; S: > 18,5 µm; FR (%): frecuencias relativas de cada tipo/finura; FRA (%): frecuencias acumuladas por clases de finuras; DMF: diámetro medio de la fibra fina o “down”; LFF: longitud de la fibra fina o “down”; Rinde: rinde al descerado base fibra; Cifras subrayadas: representan el total o promedio de la Cachemira comercial (< 18,5 µm).

Fuente: Desde Frank et al. (2013).

Las frecuencias obtenidas demostraron que la distribución de finuras y tipos de mechas responden a un patrón de calidad. Las combinaciones de CG-S, CA-S, CA-W y CA-G son las que juntan mayor frecuencia (67,24%). La presencia de CG y L, demostraría la influencia de la cabra de Angora en esta población, llevando a un engrosamiento de la fibra pero con un aumento concomitante del rinde y del largo de la fibra. La separación de los tipos lustre (CG y L) es factible de realizarla subjetivamente con lo cual si se excluyen éstos (31,39%) de los no-lustre (CA, CC y CI) (68,61%), se puede obtener una distribución igualmente significativa ($p < 0,05$) al χ^2 , siendo las combinaciones CA-S (22,52%), CA-W (20,02%) y CI-G (15,82%) las más frecuentes (58,36%).

Si se considera la finura de todas las muestras independientemente del estilo se obtiene: frecuencias de diámetros medios < 18,5 (H+W): 32,76% y frecuencias de diámetros medios > 18,5 (G+S): 67,24%. Si se consideran solo los estilos Cachemira

se obtiene: (H+W): 36,84% y (G+S): 63,17%. La finura significativamente más frecuente resulta S y entre H y W no hay diferencias significativas de frecuencias. Los tipos de mecha más significativos son CA con respecto a todos, CG y CI no son diferentes entre sí, pero si diferentes al resto y CC y L los de menor frecuencia (Frank et al., 2013).

El largo y el rinde al descerado están claramente incrementados por el diámetro de la fibra y en parte por los estilos. Estos resultados tienen una relación muy interesante con los obtenidos en la isla Faure de Australia con cabras cimarronas y cruza con Angora (McGregor, 1997).

Los tipos clasificados se ajustan en su distribución de diámetros a lo informado en fibra australiana y los tipos intermedios CI y CG parecen corresponder a cruza lejanas con cabra de Angora en distintas proporciones genéticas, si se comparan con las distribuciones obtenidas en Couchman

(1984). En general la fibra examinada responde en un 40% al tipo denominada Cachemira en el mercado internacional, presentando un parecido importante con fibras de otro origen, fundamentalmente China (Frank et al., 2013).

La existencia de variantes de Cashmere del tipo biológico y otros tipos de fibra requiere la necesidad de realizar un proceso de clasificación a los fines de obtener lotes comerciales homogéneos y así establecer un esquema de precios diferenciales para las diferentes calidades de fibra y determinar diferentes destinos y productos al largo del proceso de transformación textil (Hick et al., 2013).

6. Algunas Conclusiones y Consideraciones Generales

El escenario descrito aparece como positivo para los intereses de los productores de fibras de cabras de Angora (Mohair) en Argentina como principal país productor, ya que facilita adquirir y exportar fibras a precios de mercado y este mercado está valorizando estas fibras. La comercialización, como parte del proceso productivo, cumple un rol fundamental en mejorar y afianzar la rentabilidad de los productos.

Sin embargo, la fibra de la cabra criolla productora de “down” o doble capa está aún en desarrollo y requiere, por un lado, afianzar el conocimiento de la industria de la fibra que puede clasificarse como Cachemira y encontrar un nicho comercial para el resto de la fibra a producir. En principio, un buen sistema de clasificación permitiría lograr los beneficios de los altos precios de la Cachemira e impulsar el desarrollo de las otras fibras en los rubros ya explorados en otros países como: cashgora, “middle micrón” o también el tipo Pridonskaya o cabra Don (‘cabra colorada’).

El conocimiento acumulado en los últimos años por los equipos de investigación que actúan en el país, tanto sobre Mohair como sobre Cashmere, permitirá superar las metas propuestas y mejorar el ingreso del productor de cabras patagónico en su gran mayoría perteneciente a etnias originarias.

Referencias

Anonimo. Wool Record. 1997a; 156(3630):27.

Anonimo. Wool Record. 1997b; 156(3629):16, 20.

Anonimo. Textile Asia. 1998c; 29(1):79.

Anonimo. Textile Asia. 1998d; 29(3):73-74.

Anonimo. Wool Record. Weekly Market Reports. Bradford: World Textile Publications; 1998e.

Anonimo. Wool Record. 1998f; 157(3641):44, 46, 48.

Anonimo. Wool Record. 1999a; 157(3645):5.

Anonimo. Angora Goat and Mohair J. 1999b; 41(1):3.

Anonimo. Wool Record. 1999c; 158(3659):6, 13.

Browne RJ, Pearce RG. Down Production on Cashmere Goats: genetic implications. Australia: RIRDC Publication; 2004.

Burns RH, v-Bergen W, Young SS. Cashmere and the Undercoat of Domestic and Wild Animals. J. Text. Inst. 1962; 53(2):T45-68.

Castillo MF, Frank EN, Hick MVH, Prieto A, Aisen EG. Desarrollo y Validación de una Técnica de Clasificación Cualitativa de la Fibra Cachemira Patagónica. En: Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, 9., Congreso Argentino de Producción Caprina, 2., La Rioja, 2015. Proceedings... La Rioja: INTA, FOCAL, ALEPRyCS; 2015.

Cilliers WC. Fibre migration during worsted spinning of Mohair/wool blends. Tech. Rep. 1966; 85.

Clancy C. Classing Standards: Guidelines for the classing of Mohair. Narrandera, Australia: Australian Mohair Marketing Organisation Ltd.; 2005.

Cottle D, Fleming E. Do price premiums for wool characteristics vary for different end products, processing routes and fiber diameter categories? Animal Production Science. 2015; 56(12):2146-2160.

Couchman RC. Specification of fibre diameter profiles for Australian goat down. Animal Production in Australia. 1984; 15:309-312.

Dawson J. Ltd. Casebook on Cashmere. Scotland: Kinross; 1990.

Dolling M. Australian Farm Journal Supplement. 1993; 6-7.

Franck RR, editor. Silk, Mohair, Cashmere and Other Luxury Fibres. Cambridge: Woodhead Publishing; 2001.

Frank EN, Aisen EG, Hick MVH, Prieto A, Castillo MF. Caracterización de la fibra de la cabra criolla del área Patagonia norte. In: Congreso Argentino de Producción Caprina, 1., La Rioja, 2013. Proceedings... La Rioja: INTA; 2013. p. 280-284. (Serie: Estudios sobre el Ambiente y el Territorio, n° 9).



- Frank EN, Hick MHV, Prieto A, Castillo MF. Descripción y reconocimiento de las características textiles (tipos de vellón) de las fibras caprinas del Oeste pampeano. In: 38° Congreso de la Asoc. Argentina de Producción Animal; 2015.
- Frank EN, Hick MVH, Prieto A, Castillo MF, Larreguy D, Aisen EG. Caracterización de la calidad textil de la fibra de cabra criolla del Departamento Añelo en Neuquén. In: 32° Cong. Arg. Prod. Anim. (resumen). Revista Argentina de Producción Animal. 2009a; 29(Supl.1):132-133.
- Frank EN, Hick MVH, Prieto A, Castillo MF. Efectos del descordado sobre la calidad de la fibra obtenida de camélidos sudamericanos y cabra criolla patagónica. In: 32° Cong. Arg. Prod. Anim. (resumen). Revista Argentina de Producción Animal. 2009b; 29(Supl.1):134-135.
- Frank EN, Hick MVH, Prieto A, Castillo MF, Aisen EG. Caracterización de la calidad textil de la fibra de cabra criolla del noroeste de Neuquén. In: 31° Cong. Arg. Prod. Anim. (resumen). Revista Argentina de Producción Animal. 2008; 28(Supl.1):203-204.
- Freeman J. Fashion supplement. In: Life. The Sunday Age, 24 April. Melbourne: David Syme; 1994. p. 8.
- Hatch KL. Chemicals and Textiles. Part I: Dermatological Problems Related to Fiber Content and Dyes. Textile Research Journal. 1984; 54(10):664-682.
- Hick MVH, Frank EN, editors. Alcances de la metodología de Estructura Poblacional. Documento Interno SUPPRAD N° 3.; 2012b. In: www.uccor.edu.ar/paginas/supprad/php.
- Hick MVH, Frank EN, Gauna CD, Adot O, Fabbio F. Determinación del potencial textil de la fibra de la cabra criolla del oeste de La Pampa. In: 29° Cong. Arg. Prod. Anim., Mar del Plata, 18-20 de octubre. Rev. Arg. Prod. Anim. 2006; 26(Supl.1):385-386.
- Hick MVH, Frank EN, Gauna CD, Adot O, Fabbio F. Determinación del potencial textil de la fibra de la cabra criolla del oeste de La Pampa. Rev. Arg. Prod. Anim. 2006; 26(1):385-386.
- Hick MVH, Frank EN, Aisen EG, Prieto A, Castillo MF. Caracterización etnozootécnica de poblaciones caprinas productoras de fibra del norte de la Provincia del Neuquén. In: Congreso Argentino de Producción Caprina, 1., La Rioja, 2013. Proceedings... La Rioja: INTA; 2013. p. 295-299. (Serie: Estudios sobre el Ambiente y el Territorio, n° 9).
- Hick MVH, Frank EN, Adot O, Prieto A, Seghetti D, Maguire A. Depurado ('descordado') de fibra de camélidos sudamericanos realizado mediante la aplicación de dos tecnologías diferentes. In: Congreso de la Asociación Latino-americana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos (ALEPRyCS), 3., Ciudad de Viña del Mar. Resúmenes... Chile: ALEPRyCS; 2003. p. 53.
- Hick MVH, Frank EN, Aisen E, Prieto A, Castillo MF. Primariedad en hatos caprinos criollos del norte de la Provincia del Neuquén, Argentina. Rev. Arg. Prod. Anim. 2012a; 32(1):217.
- Holst PJ, McGregor BA. Development of the Australian fibre goat industries. In: Lokeshwar RR. (ed.). Proceedings of the 5th International Conference on Goats. Indian Council of Agricultural. Research Publishers, New Delhi, India; 1992. p. 1554-1560.
- Hunter L. Mohair: A review of its properties, processing and applications. Manchester: The Textile Association, International Mohair Association; 1993.
- Hunter L, Smuts S, Dorfling L. Influence of style and character on the textile performance of Cape Mohair. Melliand Intern. Textile. 1997; 78:221-224.
- Kerven C, Redden H. Cashmere in Tajikistan: quality assessment, training and development options. Report for the UN Development Programme and German Agro Action (UNDP-DFID-Welt Hunger Hilfe rep.); 2007. 28 p.
- Lanari MR, Taddeo H, Domingo E, Pérez Centeno M, Gallo L. Phenotypic differentiation of exterior traits in local Criollo Goat Population in Patagonia (Argentina). Archiv für Tierzucht - Archives of Animal Breeding. 2003; 46(4):347-356.
- Lanari MR, Maurino JY, Sachero D. Análisis de diferentes métodos de colecta de Cashmere. Resultados preliminares [Analysis of different methods of collection of Cashmere, preliminary results]. Rev. Arg. Prod. Anim. 2011; 31(1):49-105.
- Leeder JD, McGregor BA, Steadman RG. Properties and performance of goat fibre: a review and interpretation of existing research results. Barton ACT, Australia: Rural Industries Research and Development Corporation; 1998. 117 p. (Research Paper Series n° 98/22).
- Liddle J. Wool Record. 1998; 157(3641):43-45.
- Litherland AJ, Paterson DJ, Hamilton G, O'Neill K. Four methods of harvesting Cashmere from breeding does. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 1991; 51:259-264.
- Maurino MJ, Monacci L, Lanari MR, Pérez Centeno M, Sacchero D, Vázquez A. Caracterización de la fibra Cashmere del norte neuquino. Memorias IX Simposio

- Iberoamericano de recursos genéticos. 2008; 11:457-460.
- McGregor BA. Does Mohair have an allergy problem? or, why Mohair breeders should use spinning fineness. *Mohair Australia*. 1998a; 7(1):11-15.
- McGregor BA. Recent advances in marketing and product development of Mohair and Cashmere. In: *International Conference on Goats*, 7., France. Proceedings... France: ICG; 2000.
- McGregor BA, Butler KL. Contribution of objective and subjective attributes to the variation in commercial value of Australian Mohair and implications for Mohair production, genetic improvement and Mohair marketing. *Aust. J. Agric. Res.* 2004b; 55(12):1283-1298.
- McGregor BA, Butler KL. Variation of mean fibre diameter across Mohair fleeces: implications for within flock animal selection, genetic selection, fleece classing and objective sale lot building. *Small Rumin. Res.* 2008; 75(1):54-64.
- McGregor BA. Developing Faure Island goats for long stapled Cashmere. Australia: RIRDC; 1997. 65 p.
- Millar P. The performance of cashmere goats. *Anim. Breed. Abstr.* 1986; 54:181-199.
- Millward Brown Pty. Ltd. Dive into Fabric Characteristics and Appeal. Australian Wool Innovation Ltd., Sydney, Australia; 2007.
- Minikhiem DL, Lupton CJ, Pfeiffer FA, Qi K, Marschall JR. Effects of style and Mohair blend fabrics. *Amer. Dyestuff Rep.* 1994; 61(6):68-70.
- Minikhiem DL, Lupton CJ, Pfeiffer FA, Qi K, Marschall JR. Effects of style and character of US mohair on top properties. College Station, Texas: Texas A & M University; 1994. p. 57-59. Texas A&M Univ. College Station, Texas, USA.
- Nuevo Freire CN. Situación del caprino Angora en La Pampa y Cuyo. *Supl. IDIA*. 1983; 39:18-20.
- O'Connell RA, Ingenthron WW, Ahrens FJ, Russell HW, Fong W. Durable press; 1972.
- Quispe MD, Benavidez G, Sauri RA, Bengoechea JJ, Quispe EC. Development and preliminary validation of an automatic digital analysis system for animal fibre analysis. *South African Journal of Animal Science*. 2017; 47(6):822-833.
- Phan K-H, Wortman F-J. Appendix ID. Quality assessment of goat hair for textile use. In: Frank RR, editor. *Silk, Mohair, Cashmere and other luxury fibres*. Manchester: The Textile Institute; 2000.
- Redden H, Robson H, Rhind SM. Effect of a Cashmere Breeding Program on fibre length traits. *Aust. J. Agric. Res.* 2005; 59(9):781-787.
- Roberts S. *Wool Record*. 1998a; 157(3641):41.
- Scaraffia LG. Cabras productoras de Cashmere en el norte neuquino: una nueva posibilidad para el sector caprino. *Presencia*. 1993; 7(28):14.
- Singh A. A Study on Dehairing of Australian Cashmere fibres. Master Thesis Deakin Univ., Victoria, Aust.; 2003. 116 p.
- Slatter K. Comfort properties of textiles. *Textile Progress*. 1977; 9(4):1-91.
- Slatter K. Improvements in marketing of Australian Mohair. *Animal Production in Australia*. 1992; 19:255-262.
- Smith ID, Clarke WH, Turner HN. The potential of feral goats in Australia for cashmere production. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 1973; 39:128-131.
- Smith GA. Processing of specialty animal fibres. In: *Inter. Symp. Specialty Animal Fibres*, 1., Aachen. Proceedings... Aachen: Schrift. der Deutsches Wollforschungsinstitutet. 1988; 103:8-22.
- Stapleton DL. Fibre first clip preparation. Victoria: Mohair Australia; 1996.
- Stapleton DL. High specification classing of Mohair. Barton ACT, Australia: RIRDC; 2007. (Research Paper n° 07/170).
- Van der Westhuysen J. apud McGregor, 2000. Recent advances in marketing and product development of Mohair and Cashmere. In: *International Conference on Goats*, 7., France. Proceedings... France: ICG; 2000. p. 631-637.
- Van Heerden F. *Angora Goat and Mohair J.* 1999; 41(1):15-19.
- Waddington N. *Wool Record*. 1998; 157(3641):47.
- Watkins P, Buxton A. *Luxury Fibres*. London: Business International; 1992. (The Economist Intelligence Unit Special Report n° 2633).
- Weatherall R. *Angora Goat and Mohair J.* 1999; 41(1):7.

Producción de leche de cabra en Latinoamérica: características de la leche de cabra y caracterización de los sistemas de producción

*Héctor Mario Andrade-Montemayor*¹

*Adela Inocencia Bidot Fernández*²

*Rodrigo Arias Azurdia*³

*Anamaria Candido Ribeiro*⁴

*Luis Dickson*⁵

*Irma Del Rosario Celi Mariátegui*⁶

*Patricio Mario Dayenoff Rucik*⁷

*Carlos Alberto Russi Mor*⁸

El presente capítulo tiene como objetivo el describir las características generales y diferenciales de la leche de cabra, así como los sistemas de producción de leche de cabra y sus procesos de transformación y comercialización en América Latina, para lo cual se ha invitado a un grupo de especialistas en este tema para abordar el desarrollo de esta actividad en su país o región y/o describir

las características diferenciales o casos relevantes asociados a la producción de leche de esta especie.

Cabe destacar que aun cuando la leche de cabra solo representa de 0,7% de la leche producida por todas las especies en América Latina, sus características nutricionales y funcionales han permitido su desarrollo, así como el que representa un aporte y alimenticio importante

¹ MV, Zootecnista, MSc., Dr. Profesor-Investigador de la Facultad de Ciencias Naturales, Lic. Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Querétaro. E-mail: andrademontemayor@gmail.com

² Dra., PhD. Miembro del Salón de la Fama de la Federación de Ovejeros y Cabreros de América Latina (FOCAL) de la que fue su Secretaria General durante varios años. Coordinadora de la Red Nacional de Pequeños Rumiantes (RECUPER) y Editora de su Boletín. Asesora del Centro de Investigación para el Mejoramiento Animal de la Ganadería Tropical (CIMAGT), Ministerio de la Agricultura. E-mail: abidot@infomed.sld.cu

³ Ingeniero Agrónomo, Zootecnista, MSc. Director del área de Seguridad Alimentaria de Save the Children International en Guatemala. Email: rodrigo.arias@savethechildren.org

⁴ MV, MSc., PhD. Investigador Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-LARA). E-mail: luisdickson2@gmail.com

⁵ Ingeniera Agrónoma, MSc., PhD. Capritec. E-mail: anamaria@capritec.com.br

⁶ Ingeniera Zootecnista, Dra. Universidad Científica del Sur, Facultad de Veterinaria y Zootecnia. E-mail: irma_celi@yahoo.com

⁷ MV, Dr. INTA EEA. Rama Caida. Universidad Nacional de la Pampa. E-mail: patriciodayenoff@yahoo.com.ar

⁸ Ingeniero Agrónomo, MSc. Unidad de Montevideo Rural/Intendencia de Montevideo. Uruguay. E-mail: carlos.russi@imm.gub.uy

para los miles de pequeños productores de las diferentes regiones de nuestro continente, por lo que es importante caracterizarla y fundamentar las características distintivas.

En América Latina existe una población cercana a los 36 millones de caprinos (FAO, 2016) de los cuales de 7 a 8 millones se dedican a la producción lechera (FAO, 2016) con una producción aproximada de 601 mil toneladas de leche dando un promedio de producción por cabra año de 84 kg de leche. Y una producción de queso de 23 mil toneladas. Si bien tan solo representa el 1% de leche producida en América, (leche de bovinos es de 81 millones de toneladas) (FAO, 2016), aun cuando la mayor parte de la leche de cabra se transforma en productos regionales como quesos frescos o dulces artesanales que presentan precios bajos en los mercados tradicionales, ya que el productor no tiene acceso a mercados con mejores precios, así como el acopio de leche por grandes industrias que transforma la leche en productos de un mayor precio en el mercado (queso madurados, o semimaduros) pagando la leche a un precio reducido y obteniendo un mejor precio que el productor directo, siendo importante la pobre organización del productor, la individualización de la producción y comercialización, lo que no le permite acceder a otros mercados que le paguen un precio apropiado, así como el tener acceso a infraestructura como tanques de enfriamiento, queserías, pasteurizadores, etc.

Es importante destacar que, en los últimos 20 años, el crecimiento de pequeñas industrias familiares con productos alternativos como quesos gourmet, dulces, cosméticos etc. ha crecido y ha impulsado el desarrollo de una nueva industria. El mercado ha evolucionado con el desarrollo de productos con un mayor valor agregado y que ayudan a resolver problemas de salud y de desnutrición en familias de bajos recursos, así como en grupos desprotegidos económicamente (poblaciones en extrema pobreza, poblaciones marginadas, etc.), también ha dado respuesta a poblaciones infantiles o adultos mayores con problemas de alergias e intolerancia a la leche de vaca y es recomendable en personas con problemas de arteriosclerosis, obesidad, o el llamado síndrome metabólico debido a su elevado contenido de ácidos grasos polinsaturados esenciales (Linoleico, Linolenico y de Ácidos linoleico conjugado).

Los cambios en las tendencias del mercado, orientándose a productos orgánicos, regionales,

cocina gourmet, cosméticos naturales, y alimentos funcionales y/o nutraceuticos, se ha incrementado, teniendo como resultado una gran demanda y diversificación de los productos elaborados con leche de cabra, que van desde los tradicionales quesos frescos hasta quesos madurados y de pastas lácticas, dulces de diversos tipos, leche pasteurizada y yogurt además de productos no comestibles como jabones y cremas que se han introducido a un mercado cada vez mayor que busca productos naturales, con certificaciones de diversos tipos, como son las orgánicas y/o biológicas, y algunas otras en las que se asegura el consumo de leches funcionales con elevado contenido de ácidos grasos omega 3 y omega 6 (Latte Novile), además de antioxidantes, lo cual asegura una mejor salud para el consumidor.

1. Características de la Leche de Cabra

Si bien la producción de leche de cabra representa una pequeña proporción de la leche producida en América Latina (1% de la producción total), sus características tecnológicas y de composición (Tabla 1) la hacen una leche con un gran potencial tecnológico, con mejores rendimientos queseros que con leche de vaca, teniendo características diferenciales en sus derivados tales como quesos de todo tipo, yogurt, dulces, kéfir, así como productos cosméticos derivados de esta. En los últimos años se han realizado gran cantidad de estudios, en los que resalta la evaluación de sus características funcionales y/o nutraceuticas, ya que en el caso de derivados alimenticios no solo aporta nutrientes sino que también componentes tales como antioxidantes, ácidos grasos esenciales (Linoleico, Linolenico, Oleico, Linoleico Conjugado) los cuales tienen funciones especiales asociadas a la resolución de problemas de salud como es el síndrome metabólico, arteriosclerosis, artritis, reducción en la producción de colesterol, ayuda en problemas cardiovasculares, etc., y debido al menor contenido de proteínas alergénicas, siendo considerada un aleche hipo alergénica (Park, 1994; Park et al., 2007; Muñoz-Salinas et al., 2016; Andrade-Montemayor et al., 2016).



Tabla 1: Comparativo de la composición química de la leche de cabra, oveja, vaca y humana.

Composición	Cabra	Oveja	Vaca	Humana
Grasa%	3,8	7,9	3,6	4
Sólidos no grasos%	8,9	12	9	8,9
Lactosa%	4,1	4,9	4,7	6,9
Proteína%	3,4	6,2	3,2	1,2
Caseína%	2,4	4,2	2,6	0,4
Albumina y Globulina%	0,6	1	0,6	0,7
Nitrógeno no proteico%	0,4	0,8	0,2	0,5
Cenizas%	0,8	0,9	0,7	0,3
Calorías%	70	105	69	68

Fuente: Park et al. (2007) y Muñoz-Salinas et al. (2016).



Figura 1: Pequeña quesería (Irma de leite) cooperativa de caprinocultores de Cariri, Brasil.

Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor.



Como se puede observar en la Tabla 1, en términos generales no se presentan grandes diferencias en el contenido químico nutrimental, entre leche de cabra y de bovino, siendo muy diferentes la composición con la leche humana y de ovinos. Sin embargo, lo que es más importante es el tipo de ácidos grasos que componen la grasa de la leche y el tipo de proteínas, siendo menor en la leche de cabra aquellas que son de tipo alergénico, así como algunos otros componentes que pueden ser importantes y distintivos de la leche.

2. Alergenicidad a las Proteínas de la Leche y Otras Propiedades las Proteínas de la Leche de Cabra

Uno de los problemas que se han incrementados en los últimos años es la alergenidad a la proteína de la leche de vaca, se considera que el 2 a 3% de la población infantil presenta este problema existiendo países en los que ha llegado al 20% de la población, la presencia de proteínas que no se encuentran presentes en la leche humana es la principal causa de este problema, entre las proteínas que se presentan en grandes proporciones en la leche de vaca son

las α -Caseína y la β -lacto albúmina (Plaza, 2013). En ese sentido en la Tabla 2 se presenta el perfil de proteínas de la leche de tres razas o biotipos caprinos vs leche de vaca, observándose que el contenido de proteínas del suero difiere entre especies siendo mayor en la leche de vaca y que el contenido de α -caseína es menor en la leche de cabra al igual que el de β -lactoalbumina, por lo cual se considera como leche hipo alérgica. Por otra parte, el contenido de β -caseína es mayor en leche de caprinos al igual que el de κ -caseína. Uno de los productos de la β -caseína son los tripéptidos inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (ECA) los cuales tiene la siguiente secuencia de aminoácidos Valina-Prolina-Prolina (VPP) e Isoleucina-Prolina-Prolina (IPP) y son encontrados en la leche de cabra o productos derivados como el queso, los cuales muestran actividad cardiovascular y antihipertensiva. Por su parte la κ caseína está asociada al rendimiento quesero, presentándose de 3 a 4 veces superior en la leche de cabra.

Tabla 2: Perfil proteínico de leche de cabra por raza comparada con leche de vaca Holstein.

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

Nota: Los resultados se expresan en porcentaje de acuerdo a la intensidad de la banda.

Fuente: Muñoz-Salinas et al. (2016).

3. Ácidos Grasos y Salud

El síndrome metabólico asociado a la obesidad e incremento en los casos de diabetes puede ser resuelto por medio de la alimentación con alimentos que presenten características nutraceuticas, con elevado contenido de ácidos grasos Omega 3 y 6, Linoleico conjugado, etc. y de grasa de fácil digestión.

Algunos estudios encontraron que el tamaño promedio de los glóbulos de grasa de la leche de cabra (65% de los glóbulos de menos de 3 μ m), es más pequeño que el de la leche de oveja. Esto es ventajoso para digestibilidad y un metabolismo lipídico más eficiente comparación con grasa de la leche de vaca (Park, 1994).

Una disminución en los niveles de ácidos grasos omega-6 o un aumento en los ácidos grasos omega-3 en las dietas de los animales darán lugar a tener un efecto favorable en la salud del consumidor (Wood y Enser, 1997). Como lo es en enfermedades cardiovasculares (efecto cardioprotector), en obesidad, la diabetes mellitus no dependiente de la insulina, hipertensión, enfermedades neurológicas, trastornos del sistema inmune y cáncer (Ntambi, 1999; El-Mostafa et al., 2014). La recomendación de esta relación de omega 6: omega 3 son de 2:1 y 4:1, en el tratamiento de enfermedades, pero estas dependen de las relaciones entre estos que pueden variar dependiendo del paciente y tipo de problema (Simopoulos, 2002).

La modificación en el perfil de ácidos grasos en la leche de cabra por efecto de la alimentación



se puede observar en las Tablas 3, 4 y 5, en donde a cabras de raza Alpino Frances que tenían como base alimenticia un concentrado comercial, alfalfa y ensilado de maíz (raciones comunes en sistemas de estabulación) se les sustituyo del 20 al 40% de la materia seca ofrecida por *Opuntia ficus indica* (N) (20%), o vaina de *Prosopis laevigata* (VM) (20%), y como última ración 20% de N + 20% de VM, siendo las raciones isoproteicas e isoenergéticas, observándose una diferencia ($P < 0,05$) entre los tratamientos, obteniendo un mayor contenido de ac.caproico (C6: o), ac.caprílico (C8: o) y ac.cáprico (C10: o), y de ac.linoleico (C18:2n9-12) el grupo suplementado con VM+N y de ac.linolénico (C18: 3 n-12,15) en la leche de cabras suplementadas con VM (Tablas 3, 4 y 5). Es importante resaltar que la leche de cabra contiene algunos de estos ácidos grasos de cadena media en mayores proporciones, y se les ha atribuido

actividades anti-bacterianas, antivirales, inhiben el desarrollo y disuelven los depósitos de colesterol y son absorbidos rápidamente desde el intestino.

El perfil de ácidos grasos de la leche está directamente relacionado con la producción de ácidos grasos en el rumen (Acético y Butírico) así como del perfil de Ac.grasos del alimento consumido en especial en lo correspondiente a ac.grasos esenciales (Oleico, Linoleico y Linolenico), por lo tanto, esto podría modularse a través del tipo de alimento consumido, lo cual suele ser interesante en la cabra debido a que por sus hábitos alimenticios (Oportunista) la variedad de forrajes consumidos en la regiones semiáridas les permiten incrementar el contenido de ac.grasos y antioxidantes, los cuales están asociados a la salud, en esos términos en las Tablas 3, 4 y 5 (Rojas-González, 2016).

Tabla 3: 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	VM2	VM + N3	EEM±4	P5
Butírico	4:0	0,330d	0,240b	0,211a	0,317c	0,002	0,001
Caproico	6:0	0,601b	0,481ab	0,439a	1,124c	0,039	0,001
Caprílico	8:0	0,889c	0,792b	0,700a	0,900c	0,004	0,001
Cáprico	10:0	3,510c	3,322b	2,922a	3,675d	0,016	0,001
Láurico	12:0	1,688c	1,637b	1,442a	1,841d	0,011	0,001
Tridecanoico	13:0	0,037c	0,032b	0,031a	0,041d	0,000	0,001
Mirístico	14:0	3,939b	4,001bc	3,613a	4,037c	0,022	0,001
Miristolenico		0,387b	0,429c	0,351a	0,412c	0,006	0,001
Pentadecanoico	15:0	0,079b	0,073a	0,071a	0,079b	0,001	0,001
Palmítico	16:0	10,413b	10,787c	9,983a	10,816c	0,071	0,001
Margárico	17:0	0,196a	0,239b	0,227b	0,259c	0,005	0,001
Esteárico	18:0	2,024b	2,568c	1,694a	2,881d	0,068	0,001

Nota: ¹(N): Nopal; ²(VM): Vaina mezquite; ³(VM+N): Vaina de mezquite + Nopal; ⁴EEM± = Error estándar de la media; ⁵P > 0,05; a, b, c y d letras en la misma línea son diferentes estadísticamente.

Fuente: Rojas-González (2016).

Tabla 4: Efecto del uso de nopal y/o mezquite en el perfil de ácidos grasos monoinsaturados de leche en caprinos por litros.

Variable	Nom	CONTROL	N1	VM2	VM + N3	EEM±4	P5
Caproleico	10:1 n-1	0,045c	0,036b	0,033a	0,052d	0,000	0,000
miristoleico	14:1n-5	0,115c	0,113c	0,105b	0,043a	0,001	0,000
Palmitoleico	16:1 n-6	0,156a	0,199a	0,325b	0,160a	0,015	0,000
Oléico	18:1 n-9	6,262b	6,606c	5,967a	6,808d	0,037	0,000

Nota: ¹(N): Nopal; ²(VM): Vaina mezquite; ³(VM+N): Vaina de mezquite + Nopal; ⁴EEM± = Error estándar de la media; ⁵P > 0,05; a, b, c y d letras en la misma línea son diferentes estadísticamente.

Fuente: Rojas-González (2016).

Tabla 5: Efecto del uso de nopal y/o mezquite en el perfil de ácidos grasos poliinsaturados de leche en caprinos en litros.

Variable	Nom	CONTROL	N1	VM2	VM + N3	EEM±4	P5
Linoleico	18:2 n-9,12	1,17b	1,16b	1,06a	1,27c	0,01	0,000
Linolénico	18:3 n-,12,15	0,22ab	0,21a	0,23b	0,21a	0,003	0,001
Araquidónico	20:4n8,11,14	0,06a	0,06a	0,06a	0,06a	0,001	0,50

Nota: ¹(N): Nopal; ²(VM): Vaina mezquite; ³(VM+N): Vaina de mezquite + Nopal; ⁴EEM± = Error estándar de la media; ⁵P > 0,05; a, b, c y d letras en la misma línea son diferentes estadísticamente.

Fuente: Rojas-González (2016).

4. Algunos otros Elementos Asociados a la Salud y que se Encuentran en la Leche de Cabra

Por lo anterior podríamos considerar a la leche de cabra como un alimento funcional, esto es que no solo contiene una cantidad importante de nutrientes de excelente calidad, así como otros componentes que están asociados a la resolución de problemas de salud. En el Cuadro 1 se presentan algunos otros componentes presentes en la leche de cabra, que le permiten darle este nombre de leche funcional y nutraceutica.

Cuadro 1: Funciones biológicas de las proteínas del suero de la leche.

Proteína	Función biológica
β-lactoglobulina	Transportador de retinol, ácidos grasos, vitamina D y colesterol. Aumento de la actividad esterasa pregástrica. Transferencia de inmunidad. Regulación de la glándula mamaria en el metabolismo del fósforo.
α-lactoalbúmina	Prevención del cáncer. Síntesis de lactosa. Tratamiento de la enfermedad inducida por el estrés crónico. Prebiótico. Absorción de hierro, zinc.
Albúminas de suero	Función antimutagénica. Prevención del cáncer. Inmunomodulación.
Inmunoglobulinas	Prevención y tratamiento de diversas infecciones microbianas (infecciones de las vías respiratorias superiores, gastritis, caries dental, diarrea).
Lactoferrina	Actividades antibacterianas, antivirales, antifúngicas. Evita varias infecciones microbianas y varios tipos de cáncer. Actividad prebiótica.
Lactoperoxidasa	Prevención de cáncer de colon y cáncer de piel.
Glicomacropéptido	Interacción con toxinas, virus y bacterias (mediada por la fracción de carbohidratos). Control de la formación de ácido en la placa dental. Actividad de inmunomodulador.

Fuente: Mendes da Silva (2011).



Referencias

Andrade-Montemayor HM, Rojas-González LM, Martínez-Villagrana A. Effect of Supplementation with *Opuntia ficus indica* var Copena 1, and Mezquite pod (*Prosopis laevigata*) on feed intake, body weight, milk production and quality in French Alpine goats in Semiarid of Mexico. In: International Conference on Goats, 12., Antalya, Turkia. Abstract... Antalya: ARBER Professional Congress Services; 2016. p. 106.

El-Mostafa K, E-Kharrassi Y, Badreddine A, Andreoletti P, Vamecq J, El-Kebbaj M, Latruffe N, Lizard G, Nasser B, Cherkaoui-Malki M. Nopal Cactus (*Opuntia ficus-indica*) as a source of bioactive compounds for nutrition, health and disease. *Molecules*. 2014; 19(9):14879-14901.

FAO. Food and Agriculture Organization. FAOSTAT.2016 [cited 2016 Dec. 15]. Available from: <https://www.fao.org/faostat>.

Mendes da Silva L. Potential applications of whey proteins in the medical field. In: Reis JS, Teixeira JA, editors. Engineering aspects of milk and dairy products. 2011. p. 221-252.

Muñoz-Salinas F, Duarte-Vázquez M, Andrade-Montemayor HM, García-Gasca T, De La Torre-Carbot K. Comparison of protein profile of goat milk of three races (French Alpine, Nubian and Criollo) with cow

milk Holstein. In: International Conference on Goats, 12., Antalya, Turkia. Abstracts... Antalya: ARBER Professional Congress Services; 2016. p. 203.

Ntambi JM. Regulation of stearoyl-CoA desaturase by polyunsaturated fatty acids and cholesterol. *J. Lipid Res*. 1999; 40(9):1549-1558.

Park YW. Hypo-allergic and therapeutic significance of goat milk. *Small Rum. Res*. 1994; 14(2):151-159.

Park YW, Juarez M, Ramos M, Haenlein GFW. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Rum. Res*. 2007; 68:88-113.

Plaza Martín AM. Alergia a proteínas de leche de vaca. *Protoc diagn ter pediatri*. 2013; 1:51-61.

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*)- Director. Andrade-Montemayor HM [MSc thesis]. México: Universidad Autónoma de Querétaro; 2016.

Simopoulos AP. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed. Pharmacother*. 2002; 56(8):365-379.

Wood JD, Enser M. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *British Journal of Nutrition*. 1997; 78(Supl.1):49-60.

Producción de leche de cabra en Latinoamérica: Generalidades (Los Números)

*Héctor Mario Andrade-Montemayor*¹

*Adela Inocencia Bidot Fernández*²

*Rodrigo Arias Azurdia*³

*Anamaria Candido Ribeiro*⁴

*Luis Dickson*⁵

*Irma Del Rosario Celi Mariátegui*⁶

*Patricio Mario Dayenoff Rucik*⁷

*Carlos Alberto Russi Mor*⁸

La producción de caprinos en el mundo ha evolucionado y tomado gran importancia en los últimos años, así tenemos que en el año 2004 la población era de 872 millones de caprinos y para el 2014 contábamos con 953 millones de cabeza (FAO, 2016). Sin embargo, como se observa en la Tabla 1, así el incremento poblacional en el continente africano fue de 33,97% y de 9,67% en el Asiático, pero disminuyó en América y Europa (3,8 y 9,8% respectivamente), por otra parte, se observó que en el 2014 la población caprina Europea, que representa

el 1,69% presentó el 14,2% de la producción mundial de leche con rendimientos lecheros superiores a los 300 kilogramos por cabra/año, mientras que en los demás continentes la producción promedio fue de 60 a 80 kilogramos cabra/año. En esta sección se dará solo un acercamiento a la producción en cada país de América Latina, para que posterior mente se desarrollen en forma amplia las características de algunos de ellos, la premura del tiempo y la poca información sobre esta actividad en algunos países hace difícil la descripción detallada del desarrollo

¹ MV, Zootecnista, MSc., Dr. Profesor-Investigador de la Facultad de Ciencias Naturales, Lic. Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Querétaro. E-mail: andrademontemayor@gmail.com

² Dra., PhD. Miembro del Salón de la Fama de la Federación de Ovejeros y Cabreros de América Latina (FOCAL) de la que fue su Secretaria General durante varios años. Coordinadora de la Red Nacional de Pequeños Rumiantes (RECUPER) y Editora de su Boletín. Asesora del Centro de Investigación para el Mejoramiento Animal de la Ganadería Tropical (CIMAGT), Ministerio de la Agricultura. E-mail: abidot@infomed.sld.cu

³ Ingeniero Agrónomo, Zootecnista, MSc. Director del área de Seguridad Alimentaria de Save the Children International en Guatemala. Email: rodrigo.arias@savethechildren.org

⁴ Ingeniera Agrónoma, MSc., PhD. Capritec. E-mail: anamaria@capritec.com.br

⁵ Ingeniera Zootecnista, Dra. Universidad Científica del Sur, Facultad de Veterinaria y Zootecnia. E-mail: irma_celi@yahoo.com

⁶ MV, MSc., PhD. Investigador Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-LARA). E-mail: luisdickson2@gmail.com

⁷ MV, Dr. INTA EEA. Rama Caida. Universidad Nacional de la Pampa. E-mail: patriciodayenoff@yahoo.com.ar

⁸ Ingeniero Agrónomo, MSc. Unidad de Montevideo Rural/Intendencia de Montevideo. Uruguay. E-mail: carlos.russi@imm.gub.uy



de la lechería caprina, sin embargo, es claro que no difiere en gran parte del continente las formas de producción, los sistemas predominantes y los productos elaborados, recordemos que el desarrollo de esta actividad en América Latina se inicia con la llegada de los Españoles y Portugueses al continente, por lo que los sistemas de producción y los productos tradicionales tienen mucho en común y tan solo cambia el nombre.

Un mayor análisis del desarrollo de la producción de leche de cabra en el mundo está en la Tabla 2, en que observamos que con excepción de África el rendimiento lechero (-8,73%), esto es la producción

de leche por cabra/kg, se incrementó año en América (15,57%), Asia (29,13%), Europa (8,86%) y Oceanía (2,53%), lo que podría indicar que en los últimos años se ha incrementado la demanda y la especialización en este rubro. Sin embargo, aun cuando la población mundial de cabras lecheras que representen entre el 15 y 20% del total de la población caprina en el mundo se halla incrementado entre el año 2004 y el 2014 en un 42% y la producción de leche en un 12,8%, el rendimiento general se redujo en -9,8% debido al peso que representa el continente Africano en el total de la población (Tabla 2).

Tabla 1: Evolución de la población caprina en diferentes continentes.

Continente	Año	Unidades (cabras)	Producción leche (toneladas/año)	Producción leche kg/cabra/año
África	2004	272.066.228	3.352.715	61,61
	2014	364.338.248	4.098.032	56,23
	Diferencia	+33,97	+22,25	-8,73
America	2004	37.055.838	540.667	72,95
	2014	35.690.827	601.860	84,31
	Diferencia	-3,85%	+11,31	+15,57
Asia	2004	517.926.244	7.788.710	75,19
	2014	568.022.976	11.031.041	97,10
	Diferencia	+9,67	+41,62	+29,13
Europa	2004	18.635.333	2.659.102	285
	2014	16.799.674	2.609.704	310
	Diferencia	-9,86	-1,96	+8,86
Oceania	2004	3.371.780	42.000	62,2
	2014	3.992.930	51.000	63,86
	Diferencia	+18,42	+21,4	+2,53
Europa vs Mundial		1,69%	14,19%	
America vs Mundial		3,60%	3,27%	

Nota: A partir de FAO (2016), la producción cabra año se estimó considerando el 20% de los caprinos como cabras lecheras. Con excepción de Europa en donde la FAO considera que cerca del 50% de los caprinos son cabras lecheras.

Fuente: FAO (2016).

Tabla 2: Evolución de las poblaciones de caprinos lecheros en el mundo, producción del leche y rendimiento lechero (litr/cabra/año) en el mundo entre los años 2004 a 2014.

Año	Cabras lecheras	Producción de leche (Toneladas)	Rendimiento lechero (litros/cabra/año)
2004	158.909.705	14.341.236	90,24
2014	225.232.071	18.340.016	81,42
Incremento%	42,4	12,8	-9,8

Fuente: FAO (2016).

Aun cuando en América Latina la producción de leche de cabras representa el 0,7% de la producción de leche total de otras especies en este continente (Tabla 3), esta es considerada en algunos países como un producto de un gran valor para la elaboración de una gran cantidad de productos artesanales y tradicionales como es el caso dulces y quesos, o de leche para poblaciones especiales (personas con alergia a la proteína de leche de vaca), representa el sustento de grandes poblaciones campesinas de medianos y bajos recursos, además de en muchos casos ser la única fuente de leche, tal como se podrá observar en el desarrollo del trabajo.

La población caprina de América Latina representa aproximadamente el 3,5% de la población caprina mundial, observándose que el 20% son hembras productoras de leche, es interesante observar que el incremento en la producción en el periodo de 2004 a 2014, fue del 11% aun cuando la población disminuyó en un -3,85%, lo cual indica un incremento en la eficiencia productiva del 15,8%, lo cual al igual como se mencionó con anterioridad puede deberse a la mayor demanda de productos lácteos y por lo tanto, a una mayor especialización en los sistemas de producción.

Tabla 3: Comparación de la producción de leche de cabra y vaca en América latina, el comportamiento de las poblaciones y producción de leche de cabra entre 2004 y 2014.

En	Relación leche de cabra vs leche de vaca%	Leche de cabra kg/año	Población caprina	Cabras lecheras	Producción de leche kg/cabra/año
2004	0,74	540.667.000	37.055.838	7.413.167	72,9
2014	0,77	601.860.000	35.690.827	7.120.185	84,43
Incremento		11%	-3,85%		15,8%

Fuente: FAO (2016).

El análisis numérico de la población caprina de cada una de las regiones de América Latina al dividirla en México y Centro América, el Caribe y Sud América (Tabla 4) indica que el 60% de la población se encuentra en Sudamérica, 25% en México y Centro América y el resto en el Caribe, y que en el periodo del año 2004 al 2014 existió una reducción de la población siendo

mayor en el Caribe (-11%). Sin embargo, aun cuando Sud América representó el 60% de la población y el 75% de las hembras en producción (Tabla 5), tan solo representó el 35% de la producción de leche, observándose una mayor eficiencia productiva (Kg/cabra/año) en México y Centro América, así como en el Caribe (182, 180 vs 32,38 kg/cabra/año en Sud América).

Tabla 4: Evolución de la población caprina en América Latina (2004-2014).

Región	Año	Caprinos totales
México y Centro América	2004	9022620
	2014	8862609
	Diferencia	-1,98%
Caribe	2004	3870016
	2014	3446659
	Diferencia	-11%
Sud América	2004	21617902
	2014	20661279
	Diferencia	-4,5%

Fuente: FAO (2016).



Tabla 5: Evolución de la producción de leche de cabra en América Latina (2013).

Región	Cabras lecheras 2004	Producción De leche (Toneladas)	Producción Cabra/año/kg	Cabras Lecheras 2013	Producción De leche (Toneladas)	Producción cabra/año/Kg
Centro América	904.886	163.573	180,76	852.560	155.354	182,22
Caribe	1.103.116	191.656	173,74	1.201.450	216.984	180,60
Sud América	5.741.872	185.423	32,30	6.799.000	220.162	32,38
Total	7.749.874	540.652		8.853.010	592.500	

Fuente: FAO (2016).

Existe poca información sobre la producción de leche y su eficiencia productiva, ya que difícilmente los sistemas de información estadísticos pueden tener acceso esto, debido a que la mayor parte de la leche de cabra en el continente se consume y transforma a nivel casero, aun cuando en algunos países existen sistemas de recolección importantes e industrias trasformadoras a las que tiene acceso estos sistemas de información, debido a esto, es posible que los datos existentes esten sesgada, sin embargo, es a lo que se tuvo acceso. En los Gráficos 1 y 4 se presenta la distribución de la población caprina en México Centroamérica y el Caribe (Gráfico 1) y de Sudamérica (Gráfico 4), en los que se puede observar que la mayor población en la primera región corresponde a México (58%), seguido de Haití (12%), y para la región Sudamericana, Brasil representó el 44% seguido de Argentina con el 20% y Perú con el 9,7%. Sin embargo, el 86% de la producción de la primer región correspondió a México y el 14% para Haití, y en el cono Sur el 75% de la producción corresponde a Brasil, seguido de Perú (12%), siendo importante considerar el que Argentina no presenta información sobre producción de leche en los informes de la FAO (2016), pero en documento internos se observa una industria lechera en crecimiento y con una estimación de 1 millón de litros producidos al año.

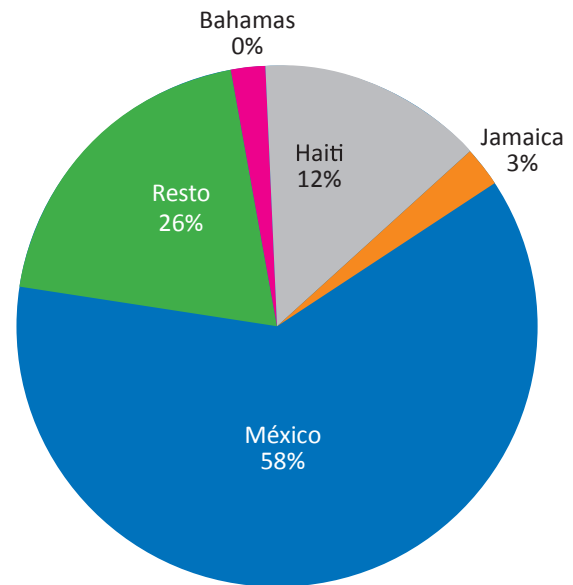


Gráfico 1: Distribución de la población caprina en México, Centro América y el Caribe.

Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor a partir de FAO (2016).

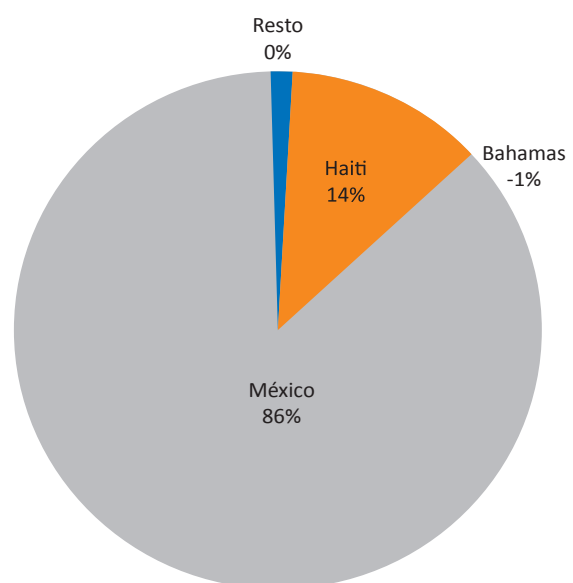


Gráfico 2: Producción de leche de cabra en México, Centro América y el Caribe.

Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor a partir de FAO (2016).

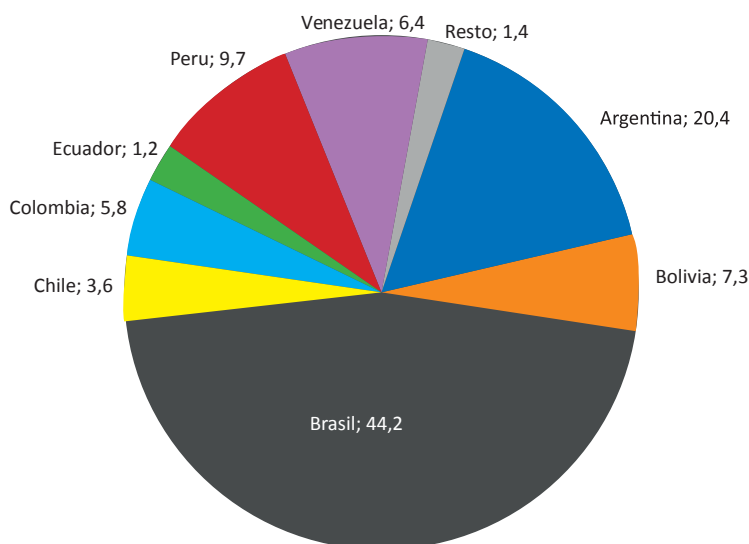


Gráfico 3: Distribución porcentual de la población caprina en Sudamérica.
Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor a partir de FAO (2016).

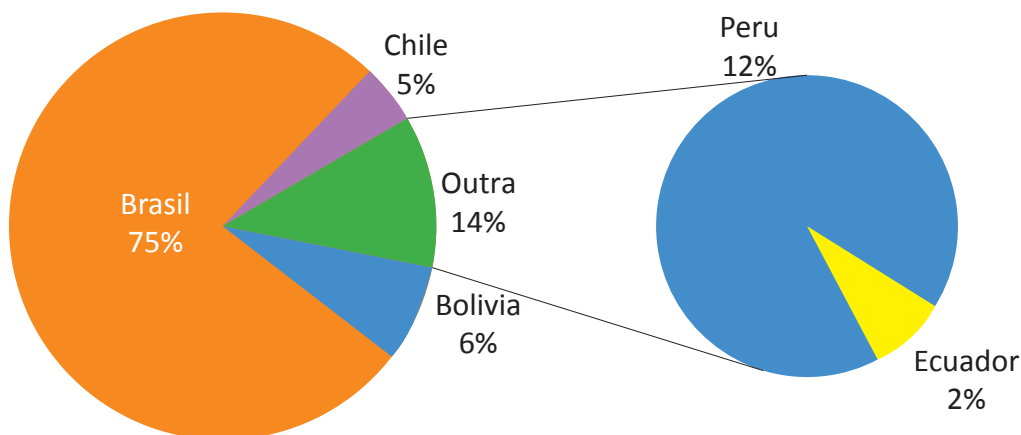


Gráfico 4: Distribución porcentual de la producción de leche de cabra por país en Sudamérica.
Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor a partir de FAO (2016).

1. Producción Caprina en México

Como se observó anteriormente, del año 2004 a 2014, se han incrementado en el mundo más de 150 millones de caprinos (de 850 en 2004 a 990 en millones de cabras en 2014), y que cerca de 94% de las cabras en el mundo se encuentran en países en desarrollo, en pequeños rebaños y en manos de productores de bajos recursos, bajos sistemas de subsistencia, dedicados para la producción de leche, carne, pelo y pieles (FAO, 2016). México no es la excepción en cuanto a las formas y sistemas de producción, su importancia radica en ser el 18° lugar en población caprina con el 1,68% de la población mundial, 18° lugar en producción de leche con 167.000 toneladas de leche al año representando el 1,1%

de la producción mundial y el 16° lugar en la producción de carne de cabra con una producción de 48.000 toneladas anuales y el 0,89% de la producción mundial. En México, el inventario nacional de caprinos asciende a cerca de 9 millones de cabezas (SIAP, 2014). La producción se concentra en las zonas áridas y semiáridas que corresponden al 60% del país se extienden del sur al norte (Figura 1). Los principales estados según sus inventarios son Puebla, Oaxaca, San Luis Potosí, Guerrero, Coahuila, Zacatecas, Guanajuato y Michoacán que corresponde al 69% del inventario nacional que como se puede observar en la Tabla 6, y corresponden a los estados de la región Mixteca, Norte y Centro. De acuerdo a Iruegas et al. (1999) y a Gómez-Ruiz et al. (2013) los sistemas de producción se han dividido por el principal producto obtenido, siendo estos: Cabrito (Norte y parte del centro de la república), Chivo cebado (Pacífico y Mixteca) y producción de leche (La laguna, Centro y Bajío).



Actualmente la producción de cabras sigue asociada mayormente a estratos pobres de la población rural, existen cerca de 1,5 millones de Mexicanos que viven de la cabra la cual se encuentra en 450.000 unidades de producción (SAGARPA, 2012) aunque cada vez es mayor el sector empresarial, principalmente en la producción de leche en la región de la Laguna y el Bajío (SAGARPA, 2012).

La producción caprina en México representa una importante estrategia de diversificación productiva para el sector campesino, que puede llevarse a cabo en condiciones de baja escala y en áreas de bajo potencial productivo, debido a que su leche es muy atractiva para la industria quesera y de dulces, por lo que puede ser el motor de desarrollo regional a través de la agroindustria (SAGARPA, 2012).

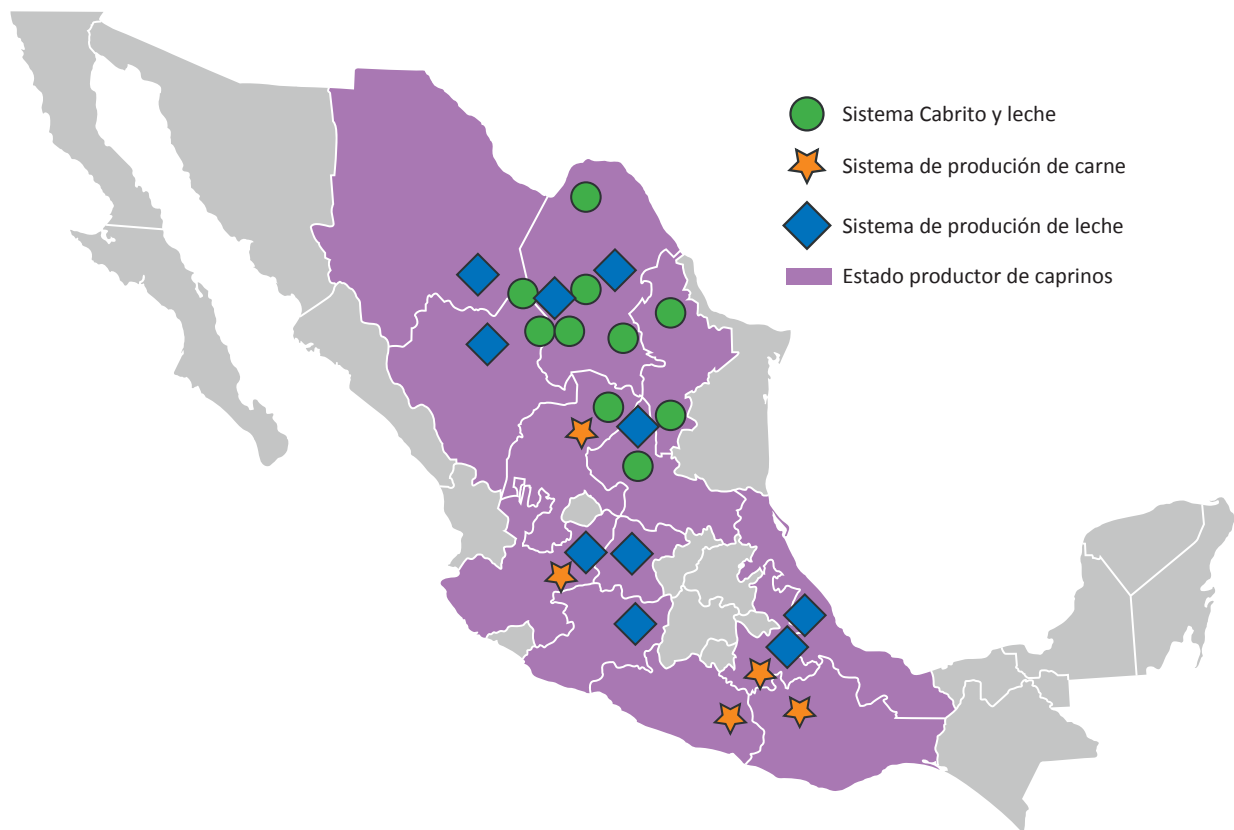


Figura 1: Distribución de los sistemas de producción caprinos en México.
Fuente: Héctor Mario Andrade Montemayor a partir de Salinas et al. (2009).

Tabla 6: Estados con mayor población caprina en el país.

Estado	Cabezas	%	Región
Puebla	1.347.426	15,13	Mixteca
Oaxaca	1.146.843	12,95	Mixteca
San Luis Potosí	711.480	8,01	Norte
Guerrero	678.136	7,66	Mixteca
Coahuila	649.194	7,33	Norte
Zacatecas	542.832	6,13	Norte
Guanajuato	495.850	5,60	Bajío
Michoacán	453.547	5,12	Bajío
Otros Estados	2.799.956	31,63	
Total	8.852.264		

Fuente: Gómez y Gonzales et al. (2014).

La regionalización de la producción (Tabla 7) indica claramente cómo se distribuyen los sistemas y el tipo de producto, indicando que el 66% de la producción de carne se ubica en la región Norte (26,8%), Centro Oeste (22,8%) y en la región Pacífico-

Sur (18%). Sin embargo, la producción de leche se ubica en la región norte principalmente en la región de la Laguna (Coahuila y Durango) (66,95) y la región Centro Oeste o región Bajío (Guanajuato, Michoacán, Jalisco) (23,42%).

Tabla 7: Regionalización de la producción caprina en México.

REGIÓN	INVENTARIO (%)	PRODUCCIÓN CARNE (%)	PRODUCCIÓN LECHE (%)
TOTALES	8.700.000 Cab	48.000 tons	167.000 tons
Noroeste	5,38	6,80	1,94
Norte	18,95	26,82	66,95
Noreste	6,71	8,24	3,04
Centro Oeste	22,81	22,81	23,42
Centro Sur	22,45	15,30	3,17
Pacífico Sur	21,00	18,08	0,05
Golfo	1,63	1,54	1,32
Península	1,20	0,11	0,03

Fuente: SAGARPA (2014).

En el Cuadro 1, se toma como ejemplo las características de los sistemas de producción en el noroeste de México, en el cual se puede observar que cada sistema de acuerdo al producto generado, se ubica en diferentes agroecosistemas, clasificado de acuerdo a la precipitación pluvial y a la presencia de sistemas de producción agrícola de riego o de temporal, y a la presencia de vegetación natural para alimentación del ganado, en ese sentido la producción de leche y cabrito (como subproducto), se presenta regiones con un amplio rango de precipitación (200 a 600 mm), pero requiere de la presencia de cultivos de riego y/o temporal y de vegetación natural. En el caso de la producción de carne de animales adultos en rango de precipitación es menor (350 a 450 mm) pero se ubica en regiones en donde no existen cultivos de riego, pero sí de temporal y de vegetación natural y para sistemas dedicados a la producción de cabritos, se ubican en regiones con una menor precipitación (180-300 mm), regiones en donde los residuos agrícolas son pobres y dependen principalmente de la vegetación natural.

Los objetivos son diferentes, siendo en el caso de la producción de leche el ingreso y liquidez, el cabrito en este sistema es para ahorro, sin embargo, en el sistema de producción exclusiva de cabrito es la principal fuente de ingreso económica, y la venta

de animales adultos se convierte en un sistema de liquidez económico inmediato mientras que en el sistema para la producción de carne de animales adultos estos son la principal fuente de ingresos y de ahorro.

En los tres sistemas existen problemáticas similares, como es el caso de escases de alimentos en ir de diciembre a mayo, la estacionalidad reproductiva presentándose los partos en épocas inadecuadas (temporada de escases de forraje) lo que representa elevada mortalidad y fallas reproductiva, así como reducida producción, siendo más severo en las regiones en donde no existen sistemas de riego.

Esta misma problemática la podemos generalizar a la mayor parte de los sistemas de producción, siendo claro que la producción de leche requiere de una mayor infraestructura, tanto tecnológica (electricidad, agua, carreteras, sistemas de enfriamientos, sistemas para la transformación de los productos, riego, forrajes de buena calidad, granos, etc.) como de movilización, comercialización, y transformación de la leche, sistemas que de preferencia se encuentra ubicados en regiones en donde la agricultura de riego se asocia para la producción forrajera, y la relativa cercanía a los centros de transformación y consumo son importantes al ser un producto perecedero.



Cuadro 1: Características de los sistemas de producción caprinos en el noroeste de México.

Sistema de Producción	Agro ecosistema	Función objetivo	Principales limitantes
Leche- Cabrito	Precipitación 200-600 mm. Uso de residuos de cultivos de riego o de temporal y vegetación natural	Venta de leche para liquidez. Venta de cabrito para ahorro y Venta de adultos para liquidez inmediata	Escases de alimento en febrero a abril. Época inadecuada de pariciones. Fluctuaciones en el precio del cabrito. Calidad genética, parasitosis y el elevada mortalidad en crías.
Carne-Adulto	Precipitación 350-450 mm. Uso de residuos de cultivos de temporal y de vegetación natural.	Venta de animales adultos para ahorro y liquidez	Escases de alimento de febrero a abril. Calidad genética y Parasitosis.
Cabrito	Precipitación 180-300 mm, Uso de residuos de cosecha de cultivos de temporal y alta dependencia de la vegetación natural	Venta de cabritos para ahorro y venta de descartes de animales adultos para gastos imprevistos	Desnutrición preparto. Alta incidencia de abortos, Escases de alimento de diciembre a mayo. Sobrepastoreo

Fuente: Salinas et al. (2009).

2. Características de los Sistemas de Producción Lechera

Los sistemas de producción de leche de cabra son generalmente intensivos (con estabulación permanente) o semintensivos en donde el pastoreo post cosecha de residuos agrícolas, aunado al uso de agostaderos naturales y a la suplementación con forrajes de corte y granos producidos en la región predominan (Iruegas et al., 1999; Gómez-Ruiz et al., 2013; Salinas et al., 2009). Estos están ubicados en la región árida o semiárida (Comarca lagunera (Coahuila y Durango)) y en las zonas templadas (Bajío y Centro) (Tabla 8).

Tal como se presenta en la Tabla 11 y en la Figura 1 el 70% la producción de caprinos en México se ubica tan solo 8 estados, siendo los estados de Puebla, Oaxaca, y Guerrero (región Mixteca) en los que se encuentra el 35% de la población caprina del país, de los cuales solo Puebla es considerado como productor de leche (2.008 Ton/año; Tabla 13).

Sin embargo, Coahuila con el 7,33%, de la población caprina y Guanajuato con el 5,6% de los caprinos del país producen el 55,34% de la leche a lo que sumando Durango tendrían el 71,2% de la producción de leche de cabra. Lo cual indica que en su mayoría como es común en la mayor parte de los países de América Latina, Asia y África, esta especie es considerada principalmente como productora de carne en especial por ubicarse en zonas con poca infraestructura, baja precipitación pluvial, y tierras no aptas para el cultivo, requisitos básicos para la producción lechera, aun cuando existe casos especiales, en donde se presenta una producción estacional, en época de lluvias, y en la que la leche es transformada en quesos y dulces.

Históricamente la producción de leche se ha ubicado en dos regiones en la zona norte, La Laguna (Coahuila y Durango) y en el centro de país, el Bajío (Guanajuato, Michoacán, Querétaro) y en menor proporción algunos estados como San Luis Potosí y Zacatecas (Figura 2 y Gráfico 5). Regiones en donde también se presenta la mayor producción de leche de Vacuno. Por otra parte, es importante mencionar que durante las décadas de los 70's y 80's los estados de Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Guerrero y Zacatecas eran los principales productores de leche de cabra.



Figura 2: Distribución geográfica de la producción de leche de cabra en México.
Fuente: Gómez-Ruiz et al. (2013).

Tabla 8: Estados con mayor producción de leche.

Estado	Leche (Toneladas)	Región
Coahuila	45.166	Norte
San Luis Potosí	4.032	Norte
Puebla	2.008	Mixteca
Zacatecas	6.136	Norte
Michoacán	3.956	Bajío
Guanajuato	44.032	Bajío
Durango	25.650	Norte
Nuevo León	3.996	Norte
Resto de estados	26.070	
Total	161.167	

Fuente: Gómez y Gonzales et al. (2014).

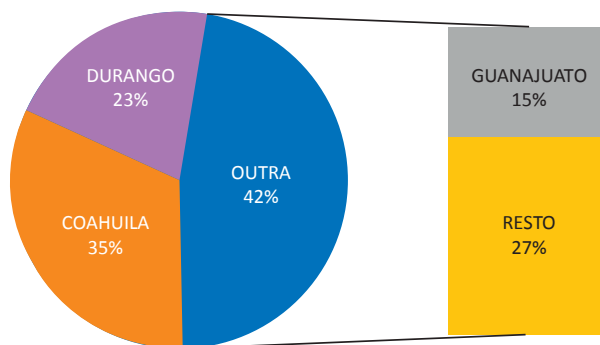


Gráfico 5: Participación estatal en la producción de leche de caprino.

Fuente: Adaptado de SAGARPA (2012).

En la Tabla 9 se presenta la evolución de la población y producción de leche de cabra en México, desde 1970 a 2015 en donde se puede observar que la población caprina ha tenido pocas modificaciones, teniendo un promedio de 9,465,718 caprinos en ese periodo, siendo la mayor población la reportada en los años de 1985 a 1995, con poco más de 10 millones y la menor en los años 2000 a 2015 con poco más de 8,5 millones de animales. Sin embargo, el promedio estimado de hembras productoras de leche durante este periodo fue del 10,7% de la población total teniendo la mayor población entre los años 1970 a 1985 con alrededor del 14% de la población y los menores entre los años 1990 a 2000 en donde la



cantidad de hembras lecheras estimadas disminuyó a rangos del 5,6% al 8%. Es importante destacar que la producción nacional de leche presenta un promedio de 191.000 toneladas en ese periodo, pero llegó a ser de 310.000 toneladas en 1985 y en 2015 de cerca de la mitad esto es 155.000 toneladas.

Es interesante observar que aun cuando la población de hembras lecheras ha disminuido el promedio de producción en kilogramos de leche por cabra/año ha presentado muy poco cambio, de un promedio en el periodo de 187 kg/cabra/año, a máximo de 211 kg/cabra/año en 1980 a 182 kg/cabra/año en 2015, lo cual indica que la eficiencia productiva, los avances tecnológicos, el cambio en los mercados orientados a la utilización de productos con elevado valor en el mercado (quesos gourmet, cosméticos, dulces, etc.), no ha representado un cambio en 45 años, o el que la información no sea representativa de la realidad, aun cuando es verdad que la mayor parte de los sistemas lechero son semiintensivos con, gran dependencia de las condiciones agroecológicas, y que los sistemas integrados son pocos, se ha dado un fenómeno del incrementos en la a creación de granjas con 80 a 100 cabras dedicadas a la producción láctea y su transformación artesanal, con venta en forma directa al consumidor, productos de gran calidad y estimulado por organizaciones de productores independientes, bajo elementos tales como la producción biología, regional, orgánica, los cuales han tenido éxito.

De esa forma en un estudio de Escareño (2010) en Gómez-Ruiz et al. (2013) menciona que en la región lagunera el promedio de producción es de 1,5 litros/día, con una producción promedio diaria de 56,9 litros/día por productor, estos es rebaños en promedio de 37 cabras lecheras. En un estudio similar en la región centro de México, Andrade-Montemayor y Estrada (1997) con 70 productores mencionan que el rebaño promedio en la región semiárida es de 35 a 40 cabras, observándose ordeña estacional (meses de lluvias) o de la leche sobrante posterior a la venta de cabrito, existen rebaños de más de 200 caprinos pero no es lo normal, en la mayor parte de los casos el sistema es de pastoreo en agostaderos natural, y en muchos de los casos se suplementa con otros forrajes en especial si la producción de leche es el primer objetivo, en su mayoría producen quesos de tipo artesanal, con la utilización de cuajo natural (abomaso de cabrito lechal), teniendo la mayor parte de su venta en mercados y tiendas familiares de la región, las raza utilizadas son principalmente criollas, sin embargo es cada vez mayor la influencia de razas tipo Alpino (Saanen, Alpino Francés y Nubio), que en su mayoría han llegado por medio de programas de apoyo gubernamental, y en muchos de los casos ha introducido problemas sanitarios que eran inexistentes en la región, y presentan una menor adaptación aun cuando presentan una mayor producción de leche pero de menor calidad que la criolla, a lo cual el productor ha respondido por medio de cruzamientos con criollas o buscando el regresar a la criolla (Andrade-Montemayor et al., 2017).

Tabla 9: Evolución de la población caprina, relación de cabras lecheras, y producción nacional de leche, así como eficiencia en la producción (kg de leche cabra/año).

	Población caprina	Cabras Lecheras	Toneladas de leche	Población Lechera %	Prod./cabra/kg/año
1970	9.126.652	1.250.000	193.828	13,70	155,1
1975	9.067.185	1.293.000	252.660	14,26	195,4
1980	9.638.000	1.360.000	288.100	14,11	211,8
1985	10.981.438	1.500.000	301.456	13,66	201,0
1990	10.439.000	625.000	124.391	5,99	199,0
1995	10.133.013	740.000	139.049	7,30	187,9
2000	8.704.200	750.000	131.177	8,62	174,9
2005	8.886.664	890.000	164.247	10,02	184,5
2010	8.993.221	882.061	161.796	9,81	183,4
2015	8.687.814	852.899	155.497	9,82	182,3
Promedio	9.465.718	1.014.296	191.220	10,73	187,54

Fuente: FAO (2016).

En forma general, la producción de leche de cabra en México se desarrolla en sistemas de producción intensivos y semi-intensivos (95%), los

primeros son sistemas que requieren una mayor inversión en infraestructura (electricidad, sala de ordeña, refrigeración) normalmente ubicados en

zonas cercanas a regiones productoras de granos y forrajes por la dependencia que tienen de estos en cantidad y calidad (Gómez y González et al., 2014; Gómez-Ruiz et al., 2013; Iruegas et al., 1999; Salinas et al., 2009). Una alternativa interesante es el sistema semintensivo, bajo sistema de pastoreo en agostadero o en residuos de cosecha, y con suplementación con productos regionales, que integra producción de leche con transformación artesanal y regional y venta de cabrito. Andrade-Montemayor (1999), demostró que en estos sistemas es posible producir más de 600 kilogramos de leche por lactancia a un menor costo y aunado a la transformación en quesos y dulces artesanales de buena calidad puede generar un ingreso adecuado al productor.



Figura 3: Banco de ordeña rustico en sistemas de producción de leche en region serrana de Querétaro. Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor (2016).

2.1 Razas Utilizadas

Las razas utilizadas dependen del sistema de producción, así tenemos que bajo sistemas de **producción intensiva** se utilizan cabras de razas de origen Alpino predominado las de raza Saanen, seguido de Alpino Francés y Toggenburg, en menor cantidad y en especial en sistemas de producción en donde existe transformación de la leche se utilizan caprinos de raza Anglo-Nubia y en menor cantidad las de raza La Mancha, una gran parte de esos animales tienen como origen la importación, aun cuando existen explotaciones que entre una de sus mayores ingresos económicos es la venta de pie de cría de registro. En los últimos años se ha generalizado en estos sistemas la difusión de la genética por medio de inseminación artificial, con semen proveniente de Estados Unidos de Norteamérica y/o de Francia, a mediados de los 90's se realizó un programa de inseminación con una compañía francesa en donde se introdujo semen de animales con muy buenas características lecheras y en la cual participaron un núcleo importante de productores que dio origen a la Asociación Nacional de Ganado Caprino de Registro,

ubicada en Apaseo el grande Guanajuato, misma que inicia en el año 2000 con el primer programa de control lechero y evaluaciones genéticas del país, además de los primeros programas de evaluación genética y apreciación lineal. El control lechero incluye no solo el pesaje mensual de la leche sino la evaluación de componentes lo cual da una mayor seguridad en el avance genético.

En estos rebaños pertenecientes a la asociación, la producción ha ido de 500 a 600 kg de leche cabra/año en 1995, a 900 a 1.000 kg/cabra/año en 2015, presentándose regaños con más de 1200 kg en promedio, los productores se organizaron inicialmente como Grupo de Ganaderos Asociados para la Validación y la Transferencia de Tecnología – GGAVAT (Ahedo et al., 2008; Oliveros et al., 2008), integraron el control de producción y la evaluación de componentes, se integró posteriormente, un programa de calidad de leche que además de la evaluación de producción y composición, integro un programa de control de mastitis, y de otros programas de control de enfermedades, tales como la implementación de crianza artificial con calostros y leche pasteurizada para evitarla transmisión de artritis encefalitis caprina, lo rebaños son libres de brucelosis y cuentan con un programa de testaje de sementales, que posteriormente son utilizados en los rebaños, todo esto les ha permitido ser los primeros rebaños que han exportado pie de cría a centro y Sudamérica, al cumplir con todos los requisitos sanitarios exigidos por países importadores (Ahedo et al., 2008; Oliveros et al., 2008).

En sistemas de **tipo semintensivo**, que son la mayoría de los productores de leche las razas utilizadas son primordialmente las anteriores pero siendo importantes el uso de cruzamientos entre estas y animales criollos con una mayor rusticidad, tales como los derivados de las primeras razas Españolas como es el caso de las Granadinas y Murcianas, que presentan una gran rusticidad pero han ido desapareciendo por la influencia de razas de tipo Alpino, y que debido al cierre de importaciones de animales Españoles en los años 40 del siglo pasado debido a la campaña de erradicación de la fiebre aftosa, siendo este cierre el que fue relegando estos animales y se incrementa la influencia y el cruzamiento con razas lecheras de tipo Alpino que presentan una menor rusticidad y una leche de menor calidad. En la actualidad en el centro de México en especial en la Universidad Autónoma de Querétaro se tiene un programa de recuperación de estos animales criollos por las excelentes características que presentan (Andrade-Montemayor et al., 2017).



Figura 4: Competencia de tipo con cabras de raza Saanen en la Feria Nacional la cabra el queso y la cajeta en Celaya Guanajuato.

Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor (2016).

2.2 Comercialización

Por otra parte, la mayor parte de las empresas semiintensivas son de tipo familiar y dependen de la venta de la leche sin existir una integración entre producción y comercialización. Los sistemas intensivos son generalmente estabulados, con un mayor grado de tecnificación, existiendo en algunos de los casos transformación (quesos de pasta láctica tipo francés) e integración al mercado (Gómez-Ruiz et al., 2013).

Un problema importante que limita la producción y comercialización de la leche de cabra es su estacionalidad, debido a la estacionalidad reproductiva de los animales, los cuales presentan sus partos de Noviembre a Febrero (Andrade-Montemayor et al., 2011), y por lo tanto, la producción de leche desciende en forma importante a partir de Septiembre hasta Marzo y presenta su mayor producción de Mayo a Agosto (Iruegas et al., 1999). Esto es uno de los principales problemas ya que los meses con una mayor demanda de productos lácteos tales como quesos y dulces se presentan en los meses de Octubre a Diciembre, por lo que la industria requiere de sistemas de enfriamiento y de deshidratación para mantener grandes volúmenes de

productos durante los meses de excedentes de leche y poder distribuir en los meses de escasas y demanda (Iruegas et al., 1999). Otra de la consecuencia es la variación en los precios de la leche de acuerdo a la oferta y demanda, en meses de exceso el precio se reduce en forma importante y en momentos de escasas se predios se incrementa.

Gran parte de la leche de cabra se comercializa en forma no pasteurizada para la elaboración de dulces de diversos tipos y quesos que van desde quesos frescos tradicionales y regionales hasta quesos de pastas lácticas y quesos de pasta dura madurados con calidad gourmet que pueden alcanzar precios por kilogramo en el mercado de 25 a 30 dólares, comparados con los quesos frescos de un valoren en el mercado de 5 a 7 dólares, esto ha impulsado una industria que va en crecimientos debido a lo atractivo de su mercado.

Existen otras industrias alternativas y artesanales derivadas de la leche de cabra que han iniciado su desarrollo en los últimos 10 años, como es el caso de la producción de cosméticos y jabones, las cuales debido a las características de la leche presentan un gran atractivo para la solución de problemas de la piel.

La producción de yogurt, kéfir y leches ácidas de cabra, y de leche líquida, existe pero en menor proporción, siendo posible que en pocos años se desarrolle debido al crecimiento en la demanda de estos, y a la promoción que se realiza en la ferias regionales ganaderas, eventos de degustación, ferias y encuentros anuales como al feria y simposio internacional de la cabra, el queso y la cajeta, en la ciudad de Celaya, con mayor demanda cada año, y en la que se han realizado dos concursos internacionales de queso de cabra, o las rutas del queso y el vino con gran promoción en algunas regiones del país.

Los canales tradicionales de comercialización tienen varios pasos que van del productor de Leche → Proveedores → Fabrica de queso o dulce → Distribuidor → Consumidor, o en el caso del productor de leche y transformador artesanal, el paso es: Queso o Dulce → Intermediario → Consumidor. Entre casa uno de estos puede existir otros intermediarios (Iruegas et al., 1999).

Se calcula que en 1998 existía una demanda de leche de cabra y capacidad instalada de 171 millones de litros de leche de cabra en tan solo 4 empresas dedicadas a la producción de dulce (3 de estas) y queso (1), ubicadas en San Luis Potosí y Durango. Sin embargo, el acopio que presentaron en ese año era de tan solo 56 millones de litros.



Figura 5: Crema cosmética de cabra.
Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor (2015).



Figura 8: Leche en Polvo de cabra elaborada en Nuevo Leon.
Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor (2016).



Figura 6: Jabones de leche de cabra.
Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor (2015).



Figura 9: Dulces artesanales de leche de cabra (Querétaro).
Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor (2017).



Figura 7: Degustación de quesos de cabra artesanales y regionales en la Feria de la Cabra el Queso y la Cajeta.
Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor (2016).



Figura 10: Obleas (Dulce de leche de cabra).
Fuente: Héctor Mario Andrade Montemayor (2016).



Figura 11: Cajeta (dulce de leche de cabra Guanajuato).
Fuente: Héctor Mario Andrade Montemayor (2016).



Figura 12: Rompope (Licor de leche Jalisco).
Fuente: Héctor Mario Andrade Montemayor (2016).



Figura 13: Quesos prensados y madurados, de pasta láctica saborizados y dulces de leche de cabra.
Nota: Algunos quesos se les ha adicionado sabores tradicionales mexicanos como Chile chipotle.
Fuente: Héctor Mario Andrade Montemayor (2015).

En un estudio en la Comarca Lagunera, Gómez-Ruiz et al. (2013) mencionan que el 98% de los productores de leche de cabra mencionaron que no tienen problemas con la comercialización de la leche. Sin embargo el precio de la leche varía de acuerdo a la temporada, por lo que los principales problemas de la producción de leche de cabra son: estacionalidad productiva asociada a la estacionalidad reproductiva, lo cual limita la comercialización; la calidad sanitaria de los productos artesanales, es necesario fomentar la pasteurización u sistemas de ordeña que se realicen en bancos de ordeño y no a nivel de piso; la lejanía de los centros de comercialización, y en términos generales la organización de productores con propósitos similares.

La estacionalidad productiva y la falta de organización en el acopio y venta de la leche es lo común, existen pocas empresas u organizaciones que cuenten con tanques de enfriamiento en las granjas, y la desorganización no permite el que se pueda obtener un precio adecuado de la leche el cual cambia de acuerdo a la oferta de la temporada, los precios en la región del Bajío al productor pueden variar de 0,20 Dlls a 0,30 Dlls, sin embargo los precios de los insumos al productor se han incrementado, en

la actualidad la gasolina se encuentra a 0,76 Dlls, la pasta de soya a 0,53, la alfalfa 0,16 Dlls, Maíz a 0,21 teniendo incrementos constantes. Sin embargo el precio de la leche no ha variado en los últimos 3 años, en el caso del queso, el pago al productor directo por intermediarios varía de acuerdo al tipo de queso así tenemos que un kilo queso tradicional fresco o ranchero se vende en mercados a 4,3 Dlls, pero en centros comerciales es de 8 Dlls, los quesos de pasta láctica saborizados es de 6 a 8 Dlls al productor pero al consumidor en centros comerciales es de 14 a 14 Dlls, el comercializador o centro comercial tiene por lo general una ganancia de 80 a 100% sobre el precio de venta.

Por lo tanto, además de los problemas sanitario en procesamiento de los lácteo desde la ordeña, existe poca organización de la comercialización, limitando el desarrollo, existen buenos ejemplos de organización exitosa de la producción y transformación como es el caso de los socios de Sistema Producto Caprino Veracruz, en donde participan pequeños productores, y ha desarrollado un sistema de capacitación en la producción, transformación y comercialización, contado con pequeñas queserías en las que se transforma con higiene y calidad quesos y otros productos teniendo un mercado en crecimiento y ha generado un polo de desarrollo a productores pequeños.

2.3 Organización de productores

En México existen diversas formas de organización de productores de caprinos, que van de organizaciones enfocadas a la producción de ganado caprino de registro a organizaciones locales con fines de apoyo a productores, acércalos a la obtención de apoyos económicos gubernamentales, y comercialización de productos, y consejos nacionales de Caprinocultura, con la finalidad de agrupar a las diversas organizaciones.

En el primer término existen dos organizaciones de productores de Criadores de Ganado Caprino de Registro, la cual se ha orientado principalmente a productores dedicados a la crianza de ganado caprino orientado a la producción cárnica, de razas Bóer y Nubia, principalmente aun cuando existen agremiados criadores de ganado caprino razas lecheras, estos organizan cada año ferias y exposiciones, participando en la mayor parte de los programas de apoyo al productor con la distribución de ganado en programas gubernamentales. Y la asociación nacional de ganado caprino de registro, esta asociación tiene sus oficinas en la ciudad de

Apaseo el Grande Guanajuato, surge en el 2000, con la finalidad de agrupar a un grupo de productores de leche de cabra y fomentar el desarrollo tecnológico de estos, esta asociación agrupa principalmente a productores de ganado caprino de registro de tipo lechero, si bien el desarrollo tecnológico que ha logrado es importante, al contar con el único programa de control de producción lechero como base de la selección, programas de evaluación genética, una base de más de 10,000 lactancias registradas y evaluadas, un programa de evaluación lineal, promedios de producción láctea de 900 kg, un programa de calidad de leche, programas de control de sanitario (CAEV, Brucelosis, Paratuberculosis), con animales de excelentes características que ha logrado la exportación a Centro América y Sudamérica, no ha logrado posicionarse a nivel nacional y se ha regionalizado en unos cuantos rebaños, siendo limitada su expansión.

Algunos de los estados cuentan con al menos una asociación ganadera local de caprino cultores, que forma parte de uniones estatales o son independientes, todas estas buscan la organización con la finalidad de bajar recursos gubernamentales, que exigen, el pertenecer a una organización, en algunas se ha logrado organizar la producción, la capacitación y organización de la comercialización de productos lácteos transformados con mercados regionales como el estado de Veracruz, Querétaro, y Baja California que cuentan con mercados de productos caprinos elaborados por productores organizados, y un sistema que se ha desarrollado a partir de iniciativas gubernamentales llamado Sistema Producto por Especie, en caso del sistema producto caprino nacional agrupa a los sistemas estatales y organizaciones de profesionistas dedicados a la Caprinocultura, así como Universidades y centros de investigación con la finalidad de discutir y plantear la problemática de los sistemas de producción de la especie y producto y generar políticas para su desarrollo, en algunos estados ha funcionado adecuadamente como el caso de Veracruz en los que se ha desarrollado un sistema de capacitación en la transformación de lácteos de forma móvil para llegar a todos los productores, y 10 pequeñas queserías artesanales.

2.4 Organizaciones de Profesionistas del Área Caprina

A partir de 1985 se han desarrollado diversas organizaciones de Técnicos en Caprinocultura, la primera llevaba como nombre AZTECA (Asociación

de Zootecnistas y Técnicos en Caprinocultura), la cual se disuelve a mediados de los 90's, poco después de la fundación de AZTECA surge una asociación alternativa llamada AMPCA (Asociación Mexicana de Producción Caprina), la cual cada dos años organiza un congreso en donde se presentan las investigaciones desarrolladas en esta área en el país, y en forma alternativa también cada dos años se realiza un curso nacional de Caprinocultura con talleres alternativos de peletería, producción de lácteos (quesos, dulces y cosméticos), enfocado a técnicos y productores del área, y por último existe de creación reciente (principio del 2000), una asociación de veterinarios especialistas en Caprinocultura que realiza un congreso cada año, últimamente este se ha realizado en conjunto con la AMPCA.

3 Consideraciones finales

En apariencia y de acuerdo a los censos, la producción de leche de cabra ha disminuido en los últimos 20 años en México, ya que el crecimiento en la organización, granjas de productores de leche y derivados lácteos y la cantidad y variedad de queso, dulce y otros productos, se ha incrementado en centros comerciales, restaurantes, degustaciones, ferias y exposiciones de caprinos, observándose un mayor interés en esta actividad, hace 30 años era difícil comprar un queso de cabra de calidad en cualquier centro comercial, hoy podemos observar una gran cantidad de marcas, en ese tiempo existía el tabú de que la leche de cabra era causante de enfermedades, hoy es buscada como alternativa en pediatría en niños con problemas de alergia a la proteína de vaca, actualmente en cualquier restaurant existen tablas de queso de cabra, la universidades están considerando este tema en sus programas de estudio en escuelas de Veterinaria y Agronomía, en resumen las estadísticas no siempre es un indicador claro de la situación de los sistemas de producción y en especial en actividades como esta, que se encuentra marginada, en regiones lejanas o en donde la mayor parte la producción se transforma en forma casera y artesanal y es vendida en forma regional y directa al consumidor. Un ejemplo claro que apoya lo anterior, es que una organización que cuenta con 4000 vientres lecheros y un productor independiente con 3000 vientres (0,7 de la población caprina lechera) produzcan el 3,5% de la leche (5,6 millones de litros) del país (450.000 unidades producción de caprinos y un estimado de 45.000 unidades productoras.



Lo que es una realidad, es el que una parte importante de la producción se realiza en pequeñas unidades con cerca de 40 cabras, que en su mayoría no cuenta con sistemas de almacenamiento de leche, la ordeña es a nivel de piso, por lo que esto puede desde el inicio, no contar con la calidad sanitaria y limpieza adecuada, que la mayor parte de los quesos del pequeño productor se realizan sin pasteurización, existe una pobre infraestructura tecnológica (refrigeración, ordeñas mecánicas, salas de ordeño, pasteurizadoras, nivel escolar reducido) y de servicio (acopio, distribución) lo cual limita la comercialización. Por otro lado, existen industrias grandes que se han dedicado a la recolección de lácteos y aprovechan la falta de organización y la estacionalidad productiva para castigar el precio y el compromiso con el productor en el acopio de leche, en su mayoría no apoyan en desarrollo tecnológico o de infraestructura (existen excepciones), y cuando lo hacen es con base a la reducción del precio de la leche, el productor no tiene seguridad en la venta de leche fluida en especial en época de excedentes ya que si le sobra leche al industrial este o no pasa por esta o le encuentra todo tipo de problemas para justificar el rechazo (sucia, ácida, no rinde el queso, etc.) que lo hacen un justificante para dejar sin colecta o pago al productor. Todos estos problemas se podrían resolver por medio de una organización asociada a la producción, venta y distribución organizada de la leche, y no solo a la búsqueda de apoyos gubernamentales, por otra parte, una gran limitante es la estacionalidad de la producción, la cual se asocia a la estacionalidad reproductiva de la cabra y de la producción forrajera, la que podría resolverse por medio de programas reproductivos adecuados, con una mayor distribución anual de servicios (montas) y de algunos otros elementos como el uso de programas de iluminación, tratamientos hormonales, uso de melatonina, estimulación de machos, etc., y en cuanto a la alimentación por medio del uso de programas de suplementación alternativa y estratégica con productos regionales que generen menor dependencia al productor pequeño y marginal.

La producción de leche de calidad y su transformación artesanal con venta directa al consumidor, en mercados regionales, puede ser y ha sido una buena alternativa económica, siempre y cuando la calidad sanitaria y nutricional del producto sea el adecuado, así como la transformación en productos alternativos diferentes como jabón, cosméticos, yogurt, kéfir, leche hipo alergénica y con certificación nutrimental (Latte Nobile, Orgánica, Biológica) para mercados pediátricos (niños con alergia a la leche de vaca y ancianos), lo cual son alternativas que se pueden desarrollar y darían un gran impulso al desarrollo de los pequeños productores de nuestro país.

Referencias

- Ahedo G, Ahedo J, Andrade-Montemayor HM. History and production changes after technology transference in a goat farm in central Mexico. In: International Conference on Goats, 9., 2008, Querétaro, México. Proceedings.... Querétaro: ICG; 2008. p. 250.
- Andrade-Montemayor HM, Estrada A. Diagnóstico de la ganadería caprina de la región de Vizarrón, Cadereyta, Querétaro. In: Reunión Nacional sobre Caprinocultura, 12., Querétaro, México, 1997. Proceedings Querétaro: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; 1997. p. 10-15.
- Andrade-Montemayor HM, Cordova-Torres AV, García-Gasca T, Kawas JR. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.). Small Ruminant Research. 2011; 98(1-3):83-92.
- Andrade-Montemayor HM. Producción de leche de cabras en pastoreo. In: Congreso Mundial de la Leche, 1999, Querétaro, México. Proceedings... Querétaro: CML; 1999. p. 1-6.
- Andrade-Montemayor HM, Silva Jarquín JC, Escalante I, Vera Ávila HR. La cabra Criolla negra, un recurso zoogenético en peligro: bases para el establecimiento del programa de recuperación en el Bajío mexicano. In: Congreso Nacional de Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos, 2017, Puebla, México. Proceedings... Puebla: BUAP; 2017. p. 29.
- Gómez y González A, Pinos Rodríguez JM, Aguirre Rivera JR. Manual de producción caprina. San Luis Potosí: Universidad Autónoma de San Luis Potosí; 2014.
- Gómez-Ruiz WJ, Echavarría Cháirez FG, Pinos-Rodríguez J, Aguirre Rivera JR, Villegas Valladares E, Aw-Hassan A. Mercados y oportunidades para los sistemas de producción de caprinos en México. In: Iñiguez Rojas L. La producción de rumiantes menores en las zonas áridas de Latinoamérica. Brasília: EMBRAPA; 2013. p. 137-164.
- FAO. Food and Agriculture Organization. FAOSTAT. 2016 [cited 2016 Dec. 15]. Available from: <https://www.fao.org/faostat>.
- Iruegas Evaristo LF, Castro López CJ, Ávalos Flores L. Oportunidades de Desarrollo en la Industria de la leche y carne de cabra en México. Boletín Informativo FIRA, Banco de México. 1999; 32(313):99.
- Oliveros JO, Morales Arzate J, Andrade-Montemayor HM. Productive progress in Goat Producers

Association “Caprinocultores Unidos de Guanajuato A.C.”, through the technology transfer system GGAVATT. In: International Conference on Goats, 9., 2008, Querétaro, México. Proceedings... Querétaro: ICG; 2008. p. 144.

Salinas González H, Flores Nájera MJ, Echavarría Cháirez F, Meza Herrera Ca. Investigación participativa y su rol en el desarrollo y la investigación de rumiantes

menores en zonas áridas de México. In: Iñiguez Rojas L. La producción de rumiantes menores en las zonas áridas de Latinoamérica. Brasíla: EMBRAPA; 2009. p. 250-278.

SAGARPA. Estadísticas Pecuaria 2012. 2012 [cited 2016 Dec. 16]. Available from: www.sagarpa.mx.

SIAP. Sistema de Información. 2014 [cited 2016 Dec. 15]. Available from: <http://www.gob.mx/siap>.

Algunas consideraciones sobre la producción y comercialización de la leche de cabra en Cuba

*Adela Inocencia Bidot Fernández*¹

*Redimio Manuel Pedraza*²

*Ismael Berrio Fleites*³

1. Introducción y Desarrollo

La especie caprina es una especie orientada de forma priorizada a la producción de leche. La explotación de la cabra de leche es una de las opciones que permite mantener la presencia del hombre en el medio rural y generar alimentos de alta calidad y precio como son: leche y derivados lácteos, fundamentalmente queso y yogurt. Dichos productos presentan una elevada digestibilidad y alto valor nutritivo, destacando su aporte proteico y su riqueza en calcio y vitaminas (Bidot, 2005).

La leche de cabra es una mezcla en equilibrio de proteínas, grasas, carbohidratos, sales y otros componentes. La composición de la leche determina su calidad nutritiva y su valor como materia prima para fabricar productos alimenticios. Tiene una composición cualitativa constante, pero cuantitativamente varía en función de diferentes factores tales como raza del animal, el momento de la lactancia, número de partos, la época del año, el clima de la región, etc. La leche de cabra se asemeja en su composición a la leche materna y es sana y

nutritiva. Muchas personas a quienes la leche de vaca les provoca reacciones alérgicas pueden beber leche de cabra sin inconvenientes pues contiene una proteína de diferente tipo. En Cuba, la producción de leche de cabra se prioriza, sobre todo, para niños y ancianos con intolerancia a los lácteos. La tremenda eficiencia de producción de las cabras lecheras, sus altos rendimientos, la utilidad que tiene ésta para producir lácticos y en preparaciones culinarias hacen de estos animales un bien extremadamente valioso para el hombre (Bidot et al., 2014).

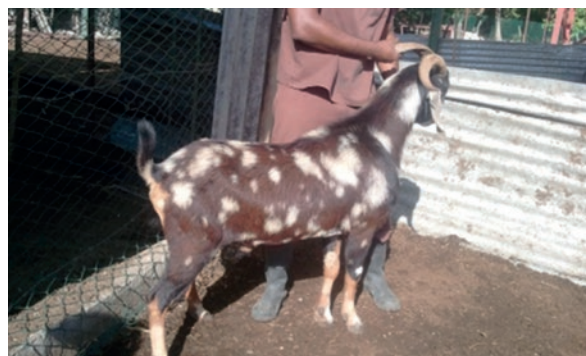


Figura 1: Cabra mestiza o criolla.

Fuente: Adela Bidot, Proyecto 10178, Leche caprina, Cuba.

¹ MV Dra., PhD. Miembro del Salón de la Fama de la Federación de Ovejeros y Cabreros de América Latina (FOCAL) de la que fue su Secretaria General durante varios años. Coordinadora de la Red Nacional de Pequeños Rumiantes (RECUPER) y Editora de su Boletín. Asesora del Centro de Investigación para el Mejoramiento Animal de la Ganadería Tropical (CIMAGT), Ministerio de la Agricultura. E-mail: abidot@infomed.sld.cu

² Ingeniero Pecuario, MSc., Dr., PhD. Profesor Titular de la Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz (UC). Director del Centro de Estudios de Producción Animal (CEDEPA) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UC. Coordinador del Programa Doctoral Tutelar en Producción Animal de la UC. Miembro del Tribunal Nacional del Doctorado en Ciencias Veterinarias (Zootecnia). Miembro de la Red Nacional de Pequeños Rumiantes. E-mail: redimio.pedraza@reduc.edu.cu

³ MV, MSc. Jefe del Grupo de Ciencia y Técnica de la Dirección de Apoyo a la Docencia y la Investigación (DADI) del Instituto de Ciencia Animal (ICA). Presidente de la Sociedad Cubana de Criadores de Pequeños Rumiantes (SOCUPER). Miembro de la Red Nacional de Pequeños Rumiantes. E-mail: berrio@ica.co.cu

Muchos genotipos caprinos presentan un gran valor y potencial genético en la producción de leche. El objetivo principal de la mejora genética del rebaño es aumentar la calidad de la producción lechera, sobre la base del incremento de la producción en grasa y proteína. En general, la raza que más se utiliza en los países menos desarrollados es la Criolla, aunque casi siempre existe algún grado de mestizaje con razas más especializadas como la Anglo Nubian, Alpina y Saanen (Bidot, 2006).

El mejoramiento genético es una herramienta fundamental de la zootecnia, al igual que la nutrición, el manejo y la salud. La diferencia fundamental es que los cambios que se logran por la vía genética son permanentes, pues se heredan, mientras que las otras mejoras o medidas introducidas pueden variar por la acción del hombre. El mejoramiento genético debe ir aparejado a las condiciones del ambiente, es decir no se pueden explotar razas importadas, o con alto porcentaje de sangre de éstas, donde sobreviven sólo razas autóctonas; estas últimas se pueden mejorar con cruces muy bien valorados y con selección in situ (Pedraza, 2015).

No se concibe la industria animal si no está apoyada en un programa de mejoramiento genético debidamente estructurado. Bajo nuestras condiciones, el mejoramiento genético debe estar encaminado a incrementar los genes de adaptación al ambiente tropical, medido a través del aumento en la producción de leche, el número de crías, la supervivencia hasta el destete y una tasa de crecimiento adecuada (Berrio, 2015).



Figura 2: Mestizo de Nubia.
Fuente: Adela Bidot, Proyecto 10178, Leche caprina, Cuba.



Figura 3: Mestizo de Saanen.
Fuente: Adela Bidot, Proyecto 10178, Leche caprina, Cuba.

En la actualidad, los rebaños caprinos destinados a la producción de leche no realizan un manejo reproductivo eficiente debido a la permanencia constante del macho en el rebaño, agrupándose los partos entre los meses de noviembre y marzo. Esta situación imposibilita una distribución uniforme de los partos y como consecuencia la estacionalidad en la producción de leche. Por otra parte, los métodos para la inducción del estro en los períodos de baja actividad sexual no se aplican adecuadamente y no se utilizan todas sus ventajas. El diagnóstico precoz de la gestación no se realiza, esto trae consigo el desconocimiento de las fechas probables de parto, en ocasiones deficiente manejo de la alimentación durante la gestación y deficiente utilización de la fuerza de trabajo y los recursos disponibles (Acosta et al., 2009).

En Cuba la mayoría de los sistemas de producción caprina están representados en el sector privado, pero en comparación con el ganado vacuno lechero, no presentan un control apropiado, lo que hace necesario el fortalecimiento de un sistema de vigilancia de aquellos elementos de manejo que más afectan la productividad.

Este animal es muy resistente a condiciones climáticas y de alimentación adversas y se adapta muy bien a las condiciones en que generalmente está. Por todo esto, los niveles productivos de estos rebaños son bajos, excepto la fertilidad y prolificidad que normalmente son altas, lo cual constituye un mecanismo de recuperación rápida de la población después de períodos de sequía (Boza y Sanz-Sampelayo, 1997).

En la actual coyuntura económica, se hace prácticamente imposible la utilización de insumos como concentrados a base de cereales, fertilizantes, riego y otros que permiten garantizar la alimentación, por lo que es imprescindible la búsqueda y caracterización de todo tipo de alimento que pueda ser útil a los rumiantes. Los subproductos agroindustriales y los residuos de cosecha constituyen en los países agrícolas como el nuestro, una fuente importante de alimento.

Los follajes de arbustivas se caracterizan fundamentalmente por el aporte de nutrientes al ecosistema ruminal. Los resultados de su empleo en la producción de rumiantes son tangibles y también influyen positivamente en el ecosistema de la granja. Es recomendable usar estos follajes para la suplementación de la dieta de los rumiantes menores, particularmente aquellos que consumen pastos y forrajes de bajo valor nutritivo (Pedraza, 2015).

En Cuba se utilizan diferentes fuentes de pastos y forrajes. Entre ellos están: los derivados de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), la Tithonia (*Tithonia diversifolia*), pasto estrella (*Cynodon*



nlemfluensis), yerba de guinea (*Panicum maximum*), moringa (*Moringa oleifera*), morera (*Morus alba*) y otras (Gutiérrez, 2016).

Otro aspecto a considerar lo es que la producción de leche es muy estacional y depende de la disponibilidad de forraje en la pradera natural. Debido al sobrepastoreo, las especies vegetales más sensibles han desaparecido y se presenta una invasión de especies indeseables, que generalmente no son consumidas por los caprinos. En compensación, se cuenta con una diversidad de plantas arbustivas, muchas de las cuales se utilizan por las cabras en diferentes épocas y constituyen un importante recurso alimenticio para los animales durante los períodos de sequía prolongada.

El mercado demanda productos derivados de la leche, por lo que es necesario garantizar una oferta saludable, que contribuya a reforzar no solo la dieta de niños intolerantes a la leche de vaca, sino también de personas de la tercera edad y enfermos con determinadas enfermedades óseas y gástricas. En nuestro país no se ha fomentado la cultura de consumo de la leche de cabra y sus derivados, debido principalmente a la ausencia de los mismos en el mercado nacional, a diversos mitos respecto a las características organolépticas de la leche de cabra y al desconocimiento de las propiedades beneficiosas de la misma para la salud (Bidot et al., 2014).

La tarea de un proyecto nacional que se desarrolla actualmente vinculado al desarrollo de procesos tecnológicos y mercadotecnia pretende la industrialización de la leche de cabra y sus derivados a la vez que promueve el consumo de los mismos, lo que influirá de manera directa en un cambio en los hábitos alimentarios y el incremento de la preocupación de los consumidores por su salud. El estudio de demanda de los productos demostrará la necesidad de producir los mismos, atendiendo a indicadores sociales, nutricionales, ambientales y económicos. Por otra parte, se prevé la oferta de productos con mayor valor agregado que la leche fluida, tales como queso, yogurt, helados, etc. que permitirán definir nuevos nichos de mercado para el turismo internacional (Bidot et al., 2015).

La importancia de los incrementos de la producción de leche caprina en Cuba en la actualidad está determinada por dos elementos fundamentales:

- Bajas producciones por la tenencia de animales con genotipos no especializados y dificultades con la base alimentaria.
- Falta de incentivo en los productores por carecer de mercados para la venta de la leche.

El reto consiste en adoptar un proceso de mejoras de la producción de leche, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo. La estrategia debe ser optimizar las condiciones del sector en sus

diferentes etapas: producción y comercialización, facilitando los procesos de innovación mediante la elaboración de nuevos productos, así como obtener incrementos en la producción de leche caprina con los requerimientos de calidad necesarios que satisfagan el consumo tanto líquido como en la obtención de producciones secundarias.

Un elemento que ratifica la importancia de esta especie para el hombre lo demuestra la distribución geográfica de caprinos en el mundo, que en 2015 era:

Tabla 1: Distribución del rebaño mundial caprino por continentes en 2015.

Regiones	% del total
Asia	53,8
África	39,1
Europa	2,6
América	3,3
Oceanía	0,4

Fuente: FAOStat (2013) citado por Berrio (2015).

El desarrollo de la especie caprina en Cuba puede verse reflejado en la Tabla 2.

Tabla 2: Comportamiento de la especie caprina en Cuba entre 1999-2015.

Años	Crecimiento (Cbz)	Crecimiento (%)
1999	48 986	29,07
2000	89 655	41,22
2001	75 758	24,66
2002	35 078	9,17
2003	66 071	15,81
2004	76 226	15,75
2005	52 674	9,40
2006	52 283	8,53
2007	33 350	5,01
2008	38 343	5,49
2009	80 361	10,90
2010	13 421	1,64
2011	7 857	0,95
2012	9 684	1,15
2013	(12 357)	(1,46)
2014	(6)	(0,00)
2015	(9 467)	(1,13)

Fuente: Berrio (2015).

Como puede observarse, en los últimos años ha decrecido la masa, aunque no de forma drástica. Las causas fundamentales fueron la sequía extrema y la no priorización de la especie, desde el punto de vista de la alimentación, lo cual debe cambiar a partir de 2017, con la elaboración de un adecuado programa de desarrollo para la especie caprina.

Relacionado con el uso de sus carnes, para 1996 se estimaba que la carne de ovejas y cabras representaba el 6% del consumo total en el mundo. Sin embargo, su contribución a la oferta de proteína comercializable era muy baja, por el orden del 1%. Es preciso destacar que a pesar de que el consumo de carne y leche de cabras parecería limitado mundialmente, en zonas marginales desempeña un papel muy importante en las dietas de la población más vulnerable como parte sustancial de la oferta proteica (Morand-Fehr y Lebbie, 2004).

Sólo una pequeña parte de la leche de cabra producida se transforma en las queserías. Por lo general, las producciones son de tipo familiar, con sistemas de trabajo poco mecanizados. En las regiones más aisladas, la leche obtenida en muchas ocasiones se utiliza en la alimentación del cabrito. El incremento en la producción de leche caprina es esencial para la mejora y crecimiento de un sector, cuyas producciones constituyen una alternativa en los volúmenes de leche y derivados que pueden ofertarse a la población (Bidot, 2013).

Es muy importante, además, la producción de quesos y otros derivados, cuya demanda está dirigida principalmente, desde las zonas hoteleras del país, cuestión ésta que puede tener solución con la producción nacional. No existe demanda nacional o existe a pequeña escala debido a la falta de oferta y de hábitos de consumo (Bidot y Bidot, 2006).

La producción mundial de quesos ha crecido sostenidamente durante los últimos 20 años, superando los 13.500.000 ton de las cuales, el mayor porcentaje se ha generado en el continente europeo, con 7.000.000 ton que representan el 46% de la producción total. Dentro de los países europeos destacan Francia con 1.600.000 ton, seguida por Alemania con 1.300.00 ton. En el continente americano, Estados Unidos es el mayor productor con 3.500.000 ton que representa el 22,7 de la producción mundial.

El consumo de queso en el mundo ha ido aumentando a una tasa de 2% anual desde 1980, siendo en Europa de 13 kg/hab/año y 11 kg en USA. Dentro de este incremento, la demanda de quesos especiales ha crecido a una mayor tasa que la de los tradicionales (vacunos), y esta tendencia es muy marcada en algunos países del África del Norte y del Medio Oriente, que poseen una cultura en el consumo de quesos de rumiantes menores. Sin embargo, en el

continente americano, con excepción de los Estados Unidos, las producciones de subproductos de la leche de cabra son muy bajas (Bidot, 2004).

Hay dos tipos de consumidores de queso de cabra, los oficiales, que demandan un producto registrado, que cumpla con todas las regulaciones sanitarias y lo adquieren en los mercados formales; el otro tipo que demanda por precio el queso que se produce y comercializa local o informalmente, sin registros ni garantías higiénico-sanitarias.

Los quesos de cabra elaborados de manera artesanal, con leche cruda, suelen tener mejor sabor, olor y consistencia que los industrializados. Pero se debe reconocer que las condiciones en que se elaboran y la no pasteurización de la leche están en contra de la inocuidad. Este hecho imposibilita su comercialización en el mercado formal y hace que los precios obtenidos por los pequeños productores sean significativamente inferiores a lo esperado. A esto se suma la alta estacionalidad de la producción de leche y del queso, que impide el abastecimiento regular de los mercados a lo largo del año. Este es el método utilizado en la mayoría de los países en desarrollo, entre ellos Cuba, los cuales tienen aceptación por algunos consumidores, cuando aparecen en los mercados informales o ferias de productos agropecuarios.

La leche del ganado caprino va tomando cada vez un mayor auge, no solo para los productores, por los precios que puede alcanzar cuando se cumplen los requisitos sanitarios establecidos, sino también para los empresarios, por la amplia gama de productos naturales y derivados que pueden ser comercializados y los altos precios en el mercado. Después de realizado este análisis, consideramos oportuno hacer las siguientes conclusiones y recomendaciones para nuestras condiciones:

- Es importante trabajar con la masa caprina seleccionando en el rebaño las mejores productoras, llevándose a cabo con ellas el manejo productivo y reproductivo adecuado para que se produzca leche durante todo el año.
- Para poder ofertar productos de calidad, es cada vez más importante trabajar por mejorar cada uno de los pasos de la cadena productiva, haciendo hincapié en los controles higiénicos sanitarios del proceso.
- Debido a que no existe de forma generalizada una cultura para consumir la leche y derivados lácteos de la cabra en la población, es necesaria la producción de éstos a precios accesibles, que lleguen a los mercados de zonas con menos recursos, como parte primero, de una política de mercado interno. Es en este mercado donde van a ganarse el mayor número de consumidores.



- Es muy importante mejorar las formas de presentación de los productos, debiéndose ofertar los mismos en diferentes pesos y volúmenes, sellados al vacío y con una marca propia, con el fin de que puedan ser adquiridos por todo el que desee consumirlos, tomándose en cuenta los precios de estos productos.
- Se debe incidir en la garantía de llevar al mercado estos productos durante todo el año, y tratar de que las características de ellos sean siempre las mismas (olores, sabores, presentación), para ganar en el gusto de los consumidores.
- Deberán diversificarse las formas de presentación tanto de la leche como de los derivados, ya que todos ellos deben generar gran aceptación y representan alternativas en el mercado.

Referencias

Acosta J, Manso F, López Z. Diagnóstico precoz de gestación con benzoato de estradiol en la cabra y su efecto en la actividad sexual durante el período de cubriciones. *Ciencia y Tecnología Ganadera*. 2009; 3(3):121-124.

Berrio I. Existencias nacionales de los rebaños de ovinos y de caprinos de 1998 a 2015. Presidente Sociedad Cubana de Pequeños Rumiantes (SOCUPER). Informe Reunión Nacional; 2015.

Boza J, Sanz Sampelayo MR. Aspectos nutricionales de la leche de cabra. *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental*. 1997; 10:109-139.

Bidot A, Morales Y, Acosta J, Arece J, Gutiérrez D, Matos L. Proyecto Nacional 10178: Aplicación de tecnologías que contribuyan al incremento productivo de la leche caprina y al desarrollo de producciones secundarias en la cadena agroindustrial. Proyecto en ejecución, CIMAGT; 2015.

Bidot A, Sosa D, Artiles E. Importancia de la leche de cabra en la alimentación humana. Nota divulgativa. *Ciencia y Tecnología Ganadera*. 2014; 8(3):175-178.

Bidot A. Producción de leche de cabra y duración de la lactancia de los genotipos Nubia, Saanen y Toggenburg en condiciones de pastoreo restringido y suplemento con concentrado. *Abanico Veterinario*. 2013; 3(1):30-35.

Bidot A, Bidot G. La producción de leche caprina: sus formas de comercialización y recopilación. *Revista Agroenfoque*. 2006; 3(1):70-73.

Bidot A. Comercialización de las producciones en las especies ovina y caprina. In: Congreso de la Asociación Latinoamericana de Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, 4., Brasil. Proceedings... Brasil: ALEPRyCS; 2005. (CD-ROM).

Bidot A. Fabricación de quesos artesanales por la mujer rural. Encuentro de Mujeres, Hotel Nacional de Cuba; 2004.

Gutiérrez D. Comunicación personal; 2016.

Morand-Fehr P, Lebbie SHB. Proposals for improving the research efficiency in goats. *Small Rum. Res*. 2004; 51(2):145-153.

Pedraza RM. Valor nutritivo del follaje de árboles y arbustos para la alimentación de rumiantes menores. In: Ganzábal A, editor. Guía práctica de producción ovina en pequeña escala en Iberoamérica. Argentina: Red Iberovinos CYTED; 2015. p. 77-82.

La producción de cabras lecheras en Guatemala

Rodrigo Arias Azurdia ¹

Como se aprecia en la Tabla 1, en Centroamérica, Guatemala es el país que mayor número de cabras posee. Dicha tabla incluye aparte de los países, los departamentos o provincias que mayor número de cabras posee. De hecho, de los países para los cuales la FAO (2014) presenta inventarios para el 2007, Guatemala, presenta casi el 75% del inventario total, el cual se concentra en los departamentos del Altiplano Occidental en áreas con poblaciones indígenas

que viven en estado de pobreza y marginación a infraestructura social y fuentes de generación de ingresos. Lo anterior posiblemente se debe a que las cabras vinieron a la región desde la época colonial con los españoles y en ese entonces, Guatemala era una Capitanía General que comprendía desde el sur de México hasta Costa Rica, por lo cual mucho de las cabezas de las especies animales, preferentemente se quedaban en Guatemala.

Tabla 1: Inventario de cabras en Centro América.

País ²	No. Total de cabras (Año 2007)	Regiones con más población de cabras	
Guatemala	100,868	San Marcos	19,857
		Quiché	16,074
		Huehuetenango	14,074
El Salvador	6,986	Chalatenango	807
		San Vicente	694
		Santa Ana	760
Nicaragua	15,924	León	2,303
		Managua	1,685
		Matagalpa	1,699
Costa Rica	12,852	Alajuela	3352
		Guanacaste	2121
		San José	2228

Fuente: Global Livestock Production and Health Atlas (GLiPHA) - FAO (2014).

En la tabla 2, se presentan los datos estimados por la FAO para el año 2017; para cada país en Centro América. Con relación al cuadro anterior (Tabla 1), se puede observar que únicamente en Guatemala y el El Salvador, el rebaño caprino tuvo un incremento; duplicándose en este último país

el inventario lo cual llama la atención. Lo contrario sucedió para Nicaragua y Costa Rica y para Honduras no se tienen datos para hacer la comparación en esa década. Guatemala es el país que tiene la mayoría de las cabezas (68%), seguido por Honduras (15%) y el Salvador (9%).

¹ Ingeniero Agrónomo, Zootecnista, MSc. Director del área de Seguridad Alimentaria de Save the Children International en Guatemala. Email: rodrigo.arias@savethechildren.org

² Los datos para Honduras no fueron registrados, por eso no se presentan.



Tabla 2: Inventario Caprino en Centro America para el año 2017.

Pais	# de cabezas	Porcentaje
Guatemala	114,151	68
Honduras	25,328	15
El salvador	14,455	9
Nicaragua	7,733	5
Costa Rica	5,837	3
Totales	167,534	100

Nota: Existencias de cabras en Centro America.

Fuente: FAOStat (2018).

En el gráfico que se presenta a continuación, se muestra la tendencia del inventario caprino en Guatemala en los últimos 40 años de acuerdo a estadísticas de la FAO, aunque cabe mencionar que las mismas son estimaciones y no basadas en censos pecuarios como tal. Se aprecia en dicho gráfico que hay una caída del inventario en la década de los setentas y a partir de la década noventas, el inventario se incrementa sensiblemente de unos 72,000 animales a casi los 130,000 cayendo en el 2010 a 110,00 cabezas. El alza significativa referida en la década de los 90's posiblemente tiene su explicación por el trabajo realizado por varias organizaciones principalmente no gubernamentales con proyectos comunitarios de cabras, con mayor énfasis en el Altiplano Occidental del país y en menor grado en la región oriental del país.

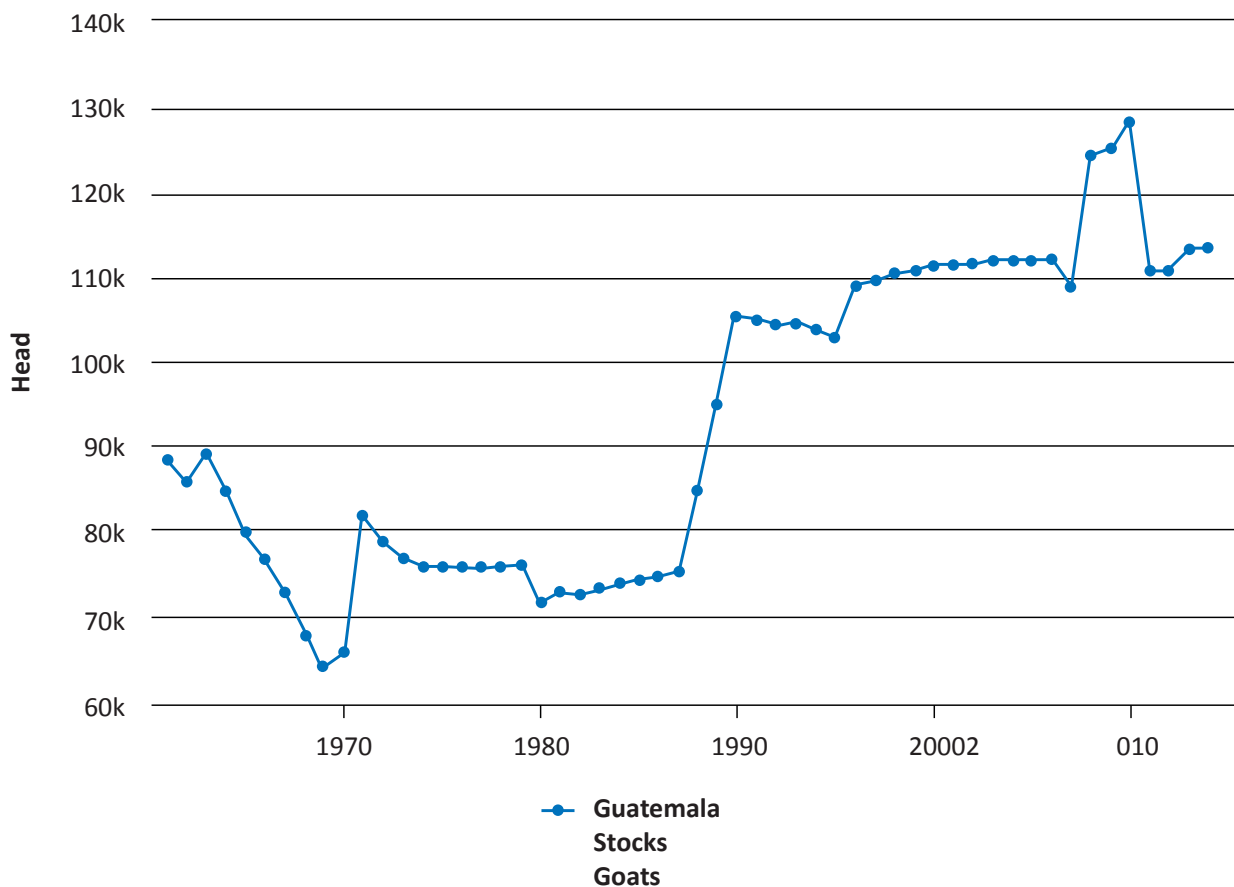


Figura 1: Comportamiento del inventario Caprino en Guatemala en las últimas cuatro décadas (1970-2010).

Fuente: FAOStat (2016).

Aunque no aparece documentado, se sabe que las cabras fueron traídas por los españoles para la producción de leche, pero con los años los rebaños se fueron degradando y pasaron a manos de la población indígena principalmente localizadas en las montañas del

Altiplano Occidental de Guatemala. Los sistemas resultantes fueron dejando la producción de leche y priorizando la producción de estiércol dada la integración que esta especie pecuaria al igual que la ovina han tenido con los cultivos propios de esas zonas de montaña.

Hace tres décadas se caracterizaron dichos sistemas de producción que son donde mayor población caprina existe en Guatemala y los resultados indicaron que predominaban dos sistemas asociados con el fin de la producción. Estos fueron a) un sistema de Estiércol-Carne y b) un sistema Carne-leche (Arias, 1987).

Al igual que otros países de la región, en Guatemala en los últimos 20 años, la producción de cabras para leche ha tenido un auge, sin embargo, esta se limita a algunos productores privados que bajo dos modalidades; venden leche o subproductos de la misma. En la primera modalidad se lleva a cabo una práctica ancestral en la cual originalmente el rebaño de cabras lecheras se lleva por las calles de los poblados y la leche es vendida de puerta en puerta y la cabra a ordeñar es seleccionada por el cliente. Esta práctica ha ido cambiando, dado que el tránsito de vehículos es un riesgo para los animales, ahora las cabras son movilizadas en la parte trasera de pick-ups y son bajadas ya cerca de las casas donde se venderá la leche. La segunda modalidad son productores que, bajo un modelo más intensivo, producen leche la cual normalmente es convertida en quesos y yogurt, productos que son vendidos en hoteles y restaurantes.

Otros esfuerzos quizá más significativos que los anteriores por el número de familias involucradas en la crianza lecheras, son las que algunas organizaciones han llevado en el Altiplano Occidental de Guatemala, de estos los más significativos son los realizados por Heifer Project en las décadas de los 80's y parte de los 90's y más recientemente en los últimos 12 años por *Save the Children*. En este último caso, lo sobresaliente es que la cabra ha sido fomentada con fines de mejorar la seguridad alimentaria de las familias, especialmente los niños, dados los altos de desnutrición crónica que en muchas regiones del país se presentan en Guatemala. A continuación, se expone esta experiencia que se constituye en uno de los esfuerzos con cabras lecheras más importantes en la región Centroamericana por el número de familias atendidas y el enfoque de Seguridad Alimentaria hacia la niñez.

En el Altiplano Occidental de Guatemala, el indicador de desnutrición crónica en niños menores de cinco años en muchas comunidades sobrepasa el 70%, debido a múltiples factores entre los cuales uno de los más importantes es la falta de proteína de alta calidad biológica, luego de haber finalizado el periodo de la lactancia materna exclusiva. La mayoría de las familias no tienen acceso para poder adquirir alimentos ricos en proteína en un periodo tan importante como en el de la ventana de los 1.000 días.

Hace doce años, la organización *Save the Children* revisó su programa de Seguridad Alimentaria y analizando los sistemas de producción agropecuaria de los pequeños agricultores en área de minifundio y buscando alternativas para diversificar la dieta de las familias, concluyó que la crianza de cabras lecheras a nivel de los hogares rurales; con limitado acceso a la tierra y viviendo en pobreza era una buena opción, especialmente por la producción de leche, tomando que esta es una fuente importante de proteína, fósforo y calcio. Asimismo, otros factores importantes en la selección de las cabras fueron su pequeño tamaño, asociado con la necesidad de poco forraje, fácil y dócil de manejar por mujeres y niños y su compatibilidad con los sistemas agrícolas existentes, contribuyeron a tomar la decisión de fomentar dichos rumiantes.

Durante seis años de trabajo (2004-2010), *Save the Children* con el apoyo de USAID, implementó unos 2,000 módulos familiares con cabras lecheras en el departamento de Quiché, ubicado en el Altiplano Occidental de Guatemala. Estas unidades consistían en una cabra lechera, un pequeño cobertizo (2 x 2m) construido con piso ranurado y elevado, a fin de tener en un ambiente seco a los animales y poder recolectar las heces y la orina para ser utilizados en los cultivos. Después del periodo de destete, la cabra original es transferida a otra familia, de tal forma que otros sean beneficiados.

Del año 2011 al 2014, *Save the Children* con el apoyo de Keurig Green Mountain, Inc. llevó a cabo un proyecto con la finalidad de mejorar la seguridad alimentaria y la generación de ingresos de hogares rurales en el Quiché, Guatemala (*Save the Children*, 2014). Este proyecto vino a complementar los esfuerzos iniciales de *Save the Children* sobre la importancia de asegurar un vaso de leche de cabra para los niños y dar un paso adelante en también considerar el tema de mejoramiento de ingresos a fin de hacer de la actividad de cabras lecheras algo sostenible.

Entre los resultados más importantes al concluir el Proyecto se incluyen:

- 2,166 niños menores de cinco años (103% de la meta) tomaron leche de cabra.
- 1,754 hogares se beneficiaron directamente y 655 hogares (107% de la meta) generaron ingresos.
- La contribución más significativa del Proyecto fue la de promover el manejo y la producción de cabras lecheras y la utilización de todos los productos y subproductos de su crianza.



Figura 1: Una perspectiva de CEPROCAL, localizado en la aldea Paraiso, Nebaj, Quiché.

Nota: Este centro caprino tiene capacidad para alojar 320 cabras lecheras en producción.

Fuente: Rodrigo Arias, Director de Seguridad Alimentaria (Save the Children International, en Guatemala).

No hay duda de que entre los logros más importantes de la operación de *Save the Children* de más de doce años trabajando con cabras lecheras en el Altiplano Occidental de Guatemala, con el apoyo de la compañía Keurig Green Mountain y USAID, fue la construcción del Centro de Producción Caprina del Altiplano (CEPROCAL) en una propiedad de la Fundación AGROS, organización que, a mediados del 2018, recibirá el proyecto de *Save the Children*. Este proyecto por su tamaño y especialmente su orientación a mejorar la seguridad alimentaria de la niñez que presenta mayor desnutrición crónica en América Latina, es único en la región Centroamericana.

A través de este Proyecto se diseñó e implemento un centro de mejora genética y capacitación de cabras lecheras en Nebaj (Quiché) en una alianza entre *Save the Children* y la Fundación AGROS. CEPROCAL, consta de cinco galpones donde se alojan las diferentes categorías animales, teniendo capacidad para unas 320 cabras adultas en producción. El mismo, fue inaugurado y opera desde Julio de 2013. En CEPROCAL, a través de un programa de mejora genética que incluye el uso de inseminación artificial, se están produciendo sementales de alta calidad genética para la producción de leche, mismos que son distribuidos en las comunidades donde proyectos anteriores de *Save the Children* han apoyado con la intervención de cabras lecheras. Con esto se persigue que, a través del semental puro al cruzarlo con las cabras locales, se mejore la descendencia y resulten con cabras que en lugar de dar 0,5 litro/día como las actuales, pasen a producir entre 1,5 y 2 litros/día.

El centro, cuenta con una sala de ordeño y una planta de procesamiento de productos lácteos como quesos, yogurt y cajeta (dulce de leche de cabra). Dicho centro pretende capacitar a los productores de cabras en las buenas prácticas de manejo caprino, asimismo; entre sus planes esta funcionar como un centro de acopio, en donde a futuro, los pequeños productores caprinos puedan entregar sus excedentes de leche, luego de utilizar la necesaria para asegurar el crecimiento adecuado de los niños y de esta forma poder generar ingresos para las familias participantes. De esta forma, la planta de CEPROCAL operara con la leche producida por las mismas cabras del centro y la acopiada; producto de los excedentes de los productores. Al final, este esfuerzo representa que de un vaso de leche a nivel de hogar se pase a la constitución de una cadena de valor con productos caprinos, en el Altiplano Occidental de Guatemala, sin olvidar la Seguridad Alimentaria de las familias, pero haciendo énfasis en la generación de ingresos por la venta de excedentes de leche, lo que permitirá la sostenibilidad de las acciones iniciadas por *Save the Children* hace ya más de doce años.

Referencias

Arias R. Identificación y Caracterización de los sistemas de producción caprina predominantes en la región del altiplano occidental de Guatemala [thesis]. Costa Rica: CATIE – Universidad de Costa Rica; 1987.

Food and Agriculture Organization – FAO. Global Livestock Production and Health Atlas. Animal Production and Health Division. World Livestock Population [internet]; 2014. Available from: <http://kids.fao.org/glipha>.

Food and Agriculture Organization – FAO. FAOSTAT [internet]; 2016. Available from: <http://www.fao.org/faostat>.

Food and Agriculture Organization –FAO. FAOSTAT [internet]; 2018. Available from: <http://www.fao.org/faostat>.

Save the Children. Keurig Green Mountain, Food Security and Health Promotion for Families Working in Coffee-Production Areas in Guatemala. Final Report; 2014.

La producción caprina en Costa Rica

Alvaro Castro Ramírez ¹



Figura 1: Alta tecnología desarrollada en Costa Rica para productos de alto valor en cosmetología.
Fuente: Cantillo (2017).

El negocio se inicia en la venta de los productos de alto valor agregado y no en la producción con las cabras.

Si se relaciona que, en Costa Rica, según la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS, 2014), existe un 20% de los ticos que son alérgicos a las proteínas de la leche de vaca, proyectando que consumieran 0,75 kg por día de leche de cabra, que son las recomendaciones de la Oficina Mundial de La Salud, la demanda potencial sería de 225 millones de kilogramos anuales, por lo que la capacidad de crecer es muy grande. El rival de la Leche de Cabra son los Derivados de la Soya, que tienen como desventaja para los niños y niñas el nivel alto de Fitoestrógenos o sea hormonas femeninas dañinas para ellos a esa pequeña edad y de Fitatos que inhiben la absorción de minerales.

Para popularizar su consumo de todos los productos lácteos iniciando por la leche pasteurizada fluida y congelada, pasando por el yogurt, quesos

y dulces de leche, se ha incursionado en los kínder, escuelas y colegios para que visiten las diferentes explotaciones caprinas donde se les ha proporcionado los diferentes productos a efecto de que la población joven deguste y determine el buen sabor de los productos, además de sus altas calidades nutritivas y medicinales. También se ha participado en programas de radio, prensa y televisión, así como exposiciones ganaderas y ferias para que el costarricense pueda tener un nuevo conocimiento de las ventajas que le traería para su salud y nutrición el consumo de estos productos lácteos.

La explotación caprina en Costa Rica está constituida por unos 2500 productores distribuidos en todo el territorio nacional, basada en la explotación intensiva en estabulación bajo modelos agroforestales, con niveles de producción de 2,5 kg de leche por cabra, con lactancias de 275 días por año.

¹ Msc. Gerente Programa Nacional Especies Menores del MAG. E-mail: alvaroca07@gmail.com



Tabla 1: Proyección biológica del hato caprino costarricense a partir del año 2015.

Año	Número cabras adultas	Días de lactancia por año	Producción diaria por cabra en kg	Kg de leche por año
2015	8.347	275	2,4	5.509.020
2016	11.896	275	2,4	7.851.360
2017	18.650	275	2,5	12.821.875
2018	29.239	275	2,5	20.101.812

Fuente: Datos del VI Censo Agropecuario (INEC, 2014).

La explotación intensiva caprina agroforestal constituye un peldaño más en la búsqueda de la producción integral de las fincas al conjuntar cuatro principios básicos en la producción de la biomasa forrajera a saber: a) maximizar la producción de hojas y forrajes arbóreos dentro de toda la finca; b) minimizar el uso de insumos importados; c) utilizar todos los productos de desecho transformándolos en fertilizantes; d) utilizar mano de obra familiar enfatizando el uso del conocimiento del modo de desarrollarse las plantas y los animales que unidos con una buena capacitación tecnológica le permiten entender y poner en uso las diferentes prácticas

de manejo desarrolladas por los profesionales del programa caprino interinstitucional de Costa Rica.

Se ha venido impulsando el uso de los árboles y arbustos forrajeros como son la Morera, el Botón de Oro, el Nacedero, el Ramio, que tienen altas producciones de biomasa con más de 20% de proteína cruda, que en conjunto con el pasto de corte Clon OM-22 permiten manejar altas cargas animales por hectárea, los cuales se están secando, picando y peletizando para producir un Alimento Tropical Peletizado de bajo costo, para sustituir el uso del alimento concentrado a base de materias primas importadas como maíz y soya, con lo cual se tiene una excelente eficiencia y competitividad.

PRODUCCIÓN DE LECHE DE CABRA BAJO TRES SISTEMAS DE CADENAS PRODUCTIVAS

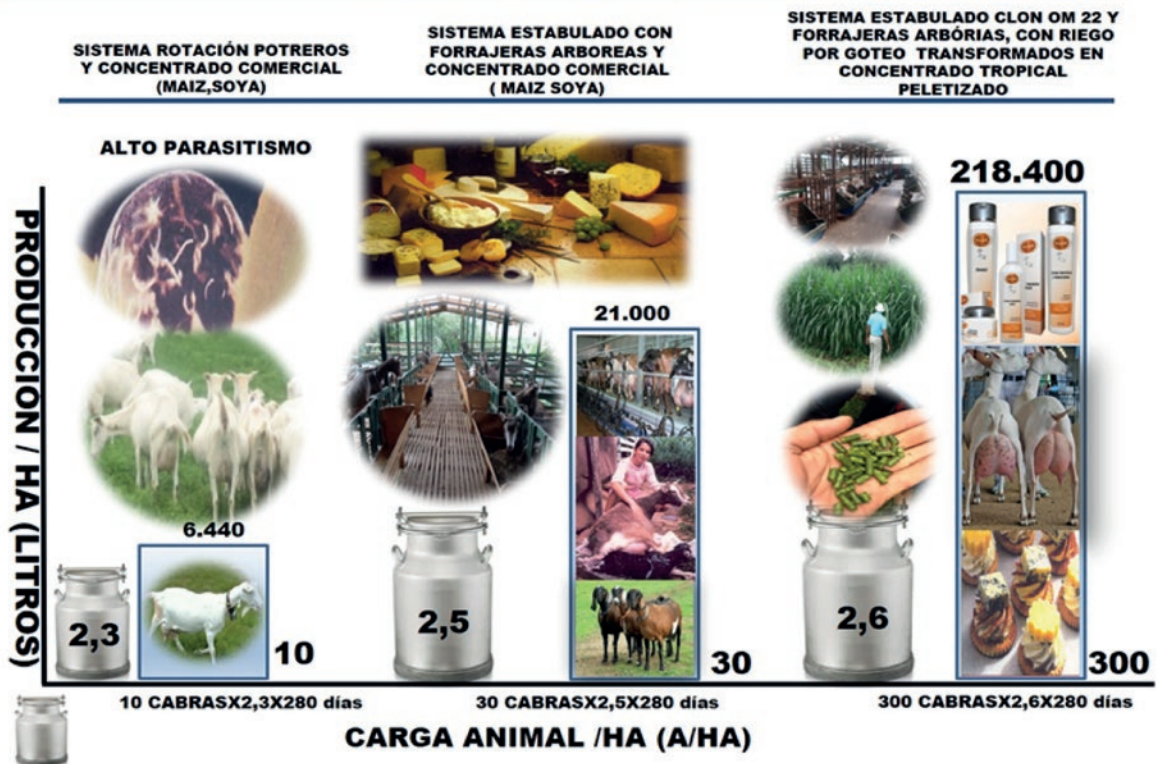


Figura 2: Infograma de la transformación agroproductiva caprina en Costa Rica.

Fuente: Castro y Jaén (2018).

En el infograma anterior se aprecia la evolución tecnológica que se ha producido en Costa Rica con las cabras, destacándose que en el lado izquierdo se coloca el sistema antiguo de producción con cargas de 10 cabras/ha/año y donde los parásitos internos en los sistemas en pastoreo de piso causaban verdaderos desastres en el bienestar de esos animales y donde se obtenía una producción de 2,3 kg/cabra y una producción de leche por hectárea de 6.440 kg. En el centro se destaca los niveles de producción actual donde se implementó la estabulación total de las cabras en establos con pisos elevados de madera, que permitieron un control de los parásitos internos verdadero enemigo de las cabras, por lo cual se introdujeron pastos de corte como el King Grass que producían buena biomasa pero de escasa calidad nutritiva, la que fue compensada con la introducción de las forrajeras arbóreas como la Morera, el Ramio, el Nacadero, el Poró y el Gandul, que tienen más de 20% de proteína cruda, lo que permitió tener 30 cabras/hectárea/año y un producción individual de 2,5 kg /cabra/día, para una producción por hectárea anual de 21.000 kg de leche de cabra.

En el lado derechos se observa el nuevo enfoque manteniendo las cabras en estabulación total y con la introducción del Clon OM-22 que revolucionó toda la ganadería al producir 23 kg /metro cada 50 días, para una producción de biomasa de 1.200 toneladas /ha/año con 15 a 19% de proteína cruda, capaz de alimentar más de 300 cabras/ha/año, que sumado

a las forrajeras arbóreas transformadas en el nuevo Concentrado Tropical Peletizado permiten maximizar el consumo de Materia Seca por cabra para buscar con la alta genética que se tiene niveles superiores a los 2,6 kg leche/día, para producir alrededor de 218.000 kg leche/ha/año, cosa que permitirá competir con costos de producción de la leche muy bajos para regocijo de las familias productoras .

Referencias

Cantillo, F. Comunicación personal, 12 enero 2017.

Caja Costarricense del Seguro Social - CCSS. Informe Anual 2014, Caja Costarricense del Seguro Social. San José, Costa Rica; 2014. 200 p.

Caja Costarricense del Seguro Social - CCSS. Informe Anual Especies Menores 2018, MAG, Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica; 2018. 40 p.

Castro A, Jaén U. Comunicación personal, 25 setiembre de 2018.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - INEC. VI Censo Nacional Agropecuario Costa Rica. Resultados Generales. San José, CRINEC; 2014.

Situación de la ganadería caprina en Venezuela y Colombia

*Luis Dickson*¹

*Oscar De La Rosa*²

*Ramon D'Aubeterre*³

1. Origen y Evolución de las Cabras Criollas Americanas

Según Cabrero (1998), en las tierras americanas descubiertas por España, a partir de 1492, eran prácticamente desconocidos los animales domésticos, excepto en la región del Tahuantinsuyo (el extenso imperio Incaico) donde la vicuña se hallaba en periodo de domesticación.

No es sino a partir del segundo viaje de Colon, cuando comenzó un flujo intenso de animales desde la Península Ibérica, que partían de los puertos del sur de España y principales puertos portugueses. Por lo general, estos viajes hacían una parada en la isla de Madeira y las islas Canarias y de allí, los españoles seguían con destino a las islas del Caribe, y los portugueses viajaban directamente a la colonia portuguesa de Brasil. En estos viajes, los principales animales domésticos introducidos fueron los bovinos, junto a caballos y burros, que eran utilizados en la guerra por su capacidad de trabajo, mientras que las cabras y pollos se utilizaron como la fuente de alimentación de la tripulación (Primo, 1992; Rodero et al., 1992; Capote et al., 2002).

Durante el siglo XVI las primeras introducciones de animales afectaron particularmente a las Grandes Antillas, que se constituyeron en las principales fuentes de la repoblación animal de la región "Hispaniola", que incluía al conjunto de Haití y

Santo Domingo, Cuba, Puerto Rico y Jamaica. Estas poblaciones migrantes fueron las precursoras de las principales razas o grupos de animales domésticos americanos. En ese sentido, las razas comúnmente llamadas "Criollas" o "Nativas" son el producto de las combinaciones originales de razas foráneas traídas por los europeos, durante la conquista (Capote et al., 2004).

2. Caso Venezuela

La cabra fue introducida en Venezuela, al igual que en otros países de Latinoamérica, por los colonizadores españoles durante el siglo XV, siendo la raza Celta Ibérica el principal antecedente de la cabra Criolla. Estos caprinos han evolucionado a través de un proceso de selección natural, en donde el factor principal ha sido la resistencia y sobrevivencia a un medio muy hostil en las zonas áridas y semiáridas del país, lo que ha resultado en alta rusticidad y adaptación al medio, pero también en bajos niveles de productivos (Mellado, 1997; Dickson et al., 2001; Dickson y Muñoz, 2007).

En Venezuela, las zonas áridas y semiáridas ubicadas en los estados Lara, Falcón y Zulia agrupan el 90,6% del inventario nacional caprino (MPPAT, 2016), esta región se caracteriza climáticamente por promedios anuales de precipitación de 420 mm, temperatura 28,3 °C y a unos 280 m sobre el nivel del mar. La vegetación dominante es el Bosque Seco-Espinoso, en terrenos quebrados y rocosos. A pesar de las ventajas productivas del rubro, Venezuela no

¹ BSc., MSc., Dr. Investigador. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-LARA). E-mail: luisdickson2@gmail.com

² MV, Dr. Investigador. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-Ceniap). E-mail: delarosa100@gmail.com

³ BSc., MSc. Investigador. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-LARA). E-mail: ramondaubeterre@gmail.com

presenta niveles satisfactorios de productividad en el sector, la ausencia de programas formales de mejoramiento genético, así como de adecuadas prácticas de manejo de los sistemas de producción impiden obtener mejores rendimientos y mayores niveles de sostenibilidad (Blanchard, 2002). Según estimaciones del MPPAT (Ministerio del Poder Popular para Agricultura y Tierras), el rebaño nacional caprino pasó de 1.057.056 animales (2007) a 2.195.488 caprinos (2016) con una producción cárnica estimada en 33.000 t para un consumo per cápita estimado en 1,1 kg por año, mientras que la producción láctea se aproximara a las 31.500.000 t, para un promedio de 14,35 lts/cabra/año y un consumo per cápita estimado en 1 lt por año. Al igual que en otros países tropicales, las cabras son usadas donde otras especies domésticas no sobrevivirían, y la cría se realiza como una actividad de subsistencia por parte de pequeños productores rurales, donde el sistema de producción se basa en minimizar costos más que maximizar ingresos, utilizando pocos insumos evitando incluso aquellos derivados de la implementación de programas de mejora genética (semen y embriones congelados) (Dickson et al., 2001; Alejua y Rodríguez, 2006; Muñoz et al., 2008).

El bajo nivel de producción de estos sistemas tiene diversos factores causales, que es necesario conocer para poder formular planes de desarrollo coherentes y exitosos. Sin embargo, las iniciativas en este sentido se han dirigido hacia la introducción de recursos genéticos exóticos con alta capacidad genética aditiva para características productivas, subestimando la adaptación y otras posibles ventajas del caprino Criollo (Dickson et al., 2001).

La ineficiencia de los sistemas típicos de producción caprinos comúnmente es asociada a la baja capacidad productiva de los animales nativos, lo cual ha tenido como consecuencia la introducción de animales importados como estrategia de mejoramiento genético. En términos prácticos se ha logrado incrementar la escala de producción, pero no la productividad de los sistemas (Pariacote, 1992). El uso continuo de germoplasma exótico no ha tenido el éxito esperado en el mediano y largo plazo, por lo contrario, ha erosionado significativamente los recursos genéticos locales, al punto que en un estudio preliminar fue muy difícil encontrar rebaños sin la influencia de razas foráneas (Dickson et al., 2005).

Según Pariacote (2007), en Venezuela se desarrollan tres sistemas de producción de caprinos claramente diferenciados:

1. Cría para carne, el cual se caracteriza por unidades de producción con grandes áreas de pastoreo comunitario y un inventario de más de 3.000 cabezas por rebaño. El manejo se reduce a uno o dos encierros anuales para la cosecha e identificación del propietario. En este sistema de producción predomina el caprino Criollo y el objetivo es cría de animales para la venta, este

sistema representa una minoría en número de productores, pero representa un importante componente del inventario nacional.

2. El sistema de cría para carne y leche el cual es el más abundante tanto en número de familias como en inventario. El tamaño promedio del rebaño oscila entre 80 y 500 cabezas. Los productos son animales en pie y derivados lácteos procesados en forma artesanal. En este sistema predomina la influencia de razas exóticas como Alpina, Nubian y de manera más reciente la agrupación Canaria. Aunque los animales pastan en potreros comunitarios, las hembras productoras son encerradas y ordeñadas diariamente y el resto de los animales reciben un tiramiento similar al descrito en el punto anterior.
3. Los sistemas especializados en producción de leche están conformados por rebaños de razas exóticas de alta producción, generalmente explotadas en forma confinada o semi-confinada. Este sistema es el más competitivo y eficiente y se calcula agrupa en la actualidad unos 1.000 productores a nivel nacional, estos tienen como principal limitante el acceso a animales de alto valor genético (MPPAT, 2016).

De acuerdo a un informe presentado por Pariacote (2007) la diversidad del recurso genético caprino se reduce a seis razas (Criolla, Alpina, Nubian, Saanen, Canaria y Boer), de igual manera se resalta que salvo la excepción de la raza Criolla y Saanen, estos grupos raciales tienden a la estabilidad, aunque sin planes definidos de conservación o mejoramiento genético. Por otro lado, se señala que ninguna de las razas cuenta con una asociación de criadores que promueva su mejoramiento y aprovechamiento en forma sistemática y continua.

3. Caso Colombia

Al igual que en Venezuela, los primeros caprinos llegaron a Colombia provenientes de la península española alrededor del año 1525, siendo que los primeros ejemplares correspondían principalmente a las razas Murciano-Granadina, Malagueña, Serrana Andaluza y Serrana de Castilla. Los descendientes de estas primeras razas que llegaron a las costas del mar Caribe, a través de la selección natural, con el transcurso de los años fueron adquiriendo sus propias características fenotípicas y genotípicas, aunque se pueden distinguir algunos rasgos de los fenotipos originales (Roncallo, 2002).

Aunque no existió un plan nacional de introducción de razas foráneas, como parte de un proceso de mejoramiento genético del pie de cría caprino, el Ministerio de Agricultura en el año de



1986 evaluó y aprobó solicitudes de importación de 620 animales de las razas Alpina, Nubiana, y Saanen, provenientes de Francia y Toggenburg desde los E.E.U.U. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2003). Posteriormente desde el año 2002, se ha presentado un renovado interés para la producción de carne caprina y se realizan importaciones privadas de ejemplares de raza Boer desde México y Chile, desde Uruguay se importaron ejemplares de la raza Toggenburg y desde Francia se importó material seminal de las razas Saanen y Alpina (Cortez, 2009).

En el año 2000 se funda la Asociación Nacional de Caprinocultores y Ovinocultores de Colombia (ANCO). Esta asociación tiene como tarea la agrupación tanto de productores individuales como a asociaciones locales en todo el país. El programa bandera que desarrolla ANCO actualmente es la implementación del sistema de registro de animales y de control productivo, que hasta este momento no se había puesto en marcha en el país, paso fundamental para el desarrollo tecnológico y caracterización del sector.

Según el último censo publicado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2016), el total de efectivos caprinos es de 1.124.508, siendo el departamento de la Guajira el de mayor número de efectivos (903.063) que representa el 80,31% seguido del departamento de Santander con 5,49% y Boyacá con 46.076 animales que representan el 4,09% del total.

De acuerdo al 1er Informe de la Situación de los Recursos Zoogenéticos en Colombia (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2003), la población caprina se caracterizaba por estar conformada principalmente por la raza Criolla, la cual se formó a través de los años, mediante cruzamientos de las diferentes razas provenientes de Europa en la época de la conquista y estos ejemplares han sido la base de los sistemas de producción extensivos, con bajo nivel tecnológico. De igual forma, dice el supracitado informe que estos sistemas extensivos constituyen la mayor parte de las explotaciones para producción de carne y leche en trópico bajo y las razas de reciente introducción han sido utilizadas para cruzamientos con el fin de incrementar los índices productivos, pero a la vez han ocasionado una mayor dependencia de insumos para mantener esos niveles.

Los productos más importantes de los sistemas de producción caprina colombianos son la carne y la leche; en sistemas más intensivos de producción la leche es el fin primordial de las explotaciones, las cuales se ajustan a niveles tecnológicos altos y en gran parte de las explotaciones hacen la transformación hacia derivados, que son comercializados en el mismo sitio o cerca de los centros de consumo, situación que es predominante en sistemas de trópico alto, y no en trópico bajo donde la producción láctea se utiliza para el autoconsumo y la carne para ambos fines (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2003).

De acuerdo a Cortez (2009), la producción caprina en Colombia se caracteriza por un bajo uso de insumos y un bajo nivel tecnológico en todas las aéreas productivas, generalmente, está asociada a sistemas tradicionales y artesanales de producción, donde las familias campesinas poseen caprinos como parte de su actividad pecuaria, para convertir desechos de cosecha o forraje de muy mala calidad en carne y leche. De igual manera, en algunas regiones del país los caprinos son usados para controlar malezas y como signo de riqueza entre la comunidad indígena.

En el año 2007, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) presentó una caracterización ocupacional del Subsector de Especies Menores en Colombia, en este informe se describen dos sistemas de producción:

- Producción de Leche: Productores familiares donde el nivel tecnológico utilizado es muy bajo, limitado a las necesidades implantadas por la economía campesina y de algunas comunidades indígenas, se caracterizan por utilizar biotipos Criollos ó sus cruces con razas mejoradas y se encuentran distribuidos por toda el área rural, aprovechando para el pastoreo de sus animales áreas de caminos, carreteras o lomas. La leche producida se destina para autoconsumo y algunos excedentes son comercializados. Productores medianos y grandes; aunque la mayoría de las veces usan la monta natural para la reproducción de sus animales, cuando se requiere un cruce particular acuden a la inseminación artificial. Todos los animales son descornados y la leche es recogida para producir queso. En cuanto al recurso genético usado se tienen reportes del uso de razas Criollas, Alpina, Saanen, Anglonubian y Toggenburg. En estas unidades pecuarias se llevan registros de producción de leche diaria o semanal, partos, nacimientos y mortalidad.
- Producción de Carne: Es un sistema extensivo, donde los productores recogen sus rebaños cada 8 o 15 días, este tipo de producción lo realizan productores grandes que tienen un gran número de animales, pero no tienen un nivel de tecnología mayor. Se pueden encontrar sistemas de producción extensivos en regiones de baja aptitud agrícola, zonas montañosas altas en la región andina, y zonas planas áridas de Santander, Cesar y la Guajira.

También se pueden encontrar sistemas de producción intensiva, sobre todo ubicados en zonas cercanas a los centros de consumo, basados en razas mejoradas, y que utilizan un nivel tecnológico medio a alto. Estas iniciativas productivas comúnmente buscan el objetivo de vender pie de cría de animales de razas puras especializadas, y/o para abastecer a almacenes de cadena, y algunas con visión de exportación de carne y pieles.

4. Conclusión

En conclusión, puede afirmarse que tanto en Venezuela como en Colombia los sistemas de producción caprina juegan un papel muy importante en ciertas zonas geográficas de ambos países donde difícilmente sobreviven otras especies domésticas y donde forman parte de los medios de subsistencia de las familias que allí habitan.

De igual forma puede decirse que existen en ambos un número creciente de productores que no necesariamente están ubicados en las zonas tradicionales de cría y cuyo objetivo la producción de leche de cabras y sus derivados de alta calidad que están aprovechando las bondades de un mercado insatisfecho de estos productos.

Referencias

Alejua H, Rodríguez M. Caracterización del circuito caprino en el sector villa Araure (estado Lara, Venezuela). *Agroalimentaria*. 2006; 12(23):111-121.

Blanchard N. El Desarrollo Caprino en Venezuela: ¿Utopía o Realidad?. In: Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal, 11., 2002, Trujillo, Venezuela. *Proceedings...* Venezuela: Universidad de Los Andes; 2002. p. 1-10.

Cabrero L. La fauna prehispánica y la ganadería colonial en la América española. *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias*. 1998; 5(5):167-182.

Capote J, Argüello A, Lopez J, Montedeoca MC, Amills M, Tejera A. Introducción de caprinos en las islas Canarias y América: una visión desde punto de vista etnológico e histórico. In: *Jornadas Científicas, 27., Jornadas Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, 6., Valencia, España. Proceedings: SEOC; 2002.*

Capote J, Tejera A, Amills M, Argüello A, Fresno M, López JL. Influencia histórica y actual de los genotipos canarios en la población caprina americana. *Animal Genetic Resources / Ressources génétiques animales / Recursos genéticos animales*. 2004; 35:49-60.

Cortez H. Situación del recurso Ovino y Caprino en Colombia [internet]. Informe elaborado en el marco del Plan Nacional de Acción para la Conservación, Mejoramiento y utilización sostenible de los Recursos Genéticos Animales de Colombia; 2009. Available from: <https://sioc.minagricultura.gov.co/OvinoCaprina/Documentos/005%20-%20Documentos%20T%C3%A9cnicos/Situacion%20Recursos%20Ovino%20-%20Caprino.pdf>.

Dickson L, Muñoz G, Armas W, D'Aubeterre R. Establecimiento de un núcleo de conservación de la Cabra Criolla en Venezuela. In: Congreso Venezolano de Mejoramiento Genético y Biotecnología Agrícola, 2., 2005, Caracas, Venezuela. *Proceedings...* Venezuela: CONVEME; 2005.

Dickson L, Muñoz G, editors. *Manual de Producción de Caprinos y Ovinos*. 2nd ed. Lara: FUNDACITE; 2007.

Dickson L, Torres-Hernández G, Becerril-Pérez CM, González Cossío F, Rangel Santos R, García Betancourt E. Evaluación productiva y reproductiva de dos grupos de cabras triple mestizas bajo condiciones de confinamiento en el trópico seco de Venezuela. *Veterinaria México*. 2001; 32(001):33-38.

Instituto Colombiano Agropecuario. Censo Pecuario Nacional – 2016 [internet]; 2016. Available from: <http://www.ica.gov.co/Areas/Pecuaria/Servicios / Epidemiologia-Veterinaria/Censos-2016/Censo-2016/Caprinos-por-Muni-y-Dpto-2016.aspx>.

Mellado M. La cabra criolla en América Latina. *Veterinaria Mexico*. 1997; 28(4):333-343.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Situación de los Recursos Zoogenéticos en Colombia. Colombia: MADR; 2003.

Ministerio del Poder Popular para Agricultura Productiva y Tierras. Informe de la Dirección General de Especies Mayores. Viceministerio de Pecuaria. Venezuela: MAT; 2016.

Muñoz G, Albornoz A, Araque C. La cabra Criolla: Su preservación en áreas comunales. *Revista Agrotécnico*. 2008; 24:39-41.

Pariacote F. Productivity of goat native, Alpine and Nubian breeds and their crosses in Venezuela. *Archivos de Zootecnia*. 1992; 41(extra):555-562.

Pariacote F. Caprinos. In: *Los Recursos Zoogenéticos de Venezuela*. Caracas, Venezuela: Ministerio del Poder Popular para el Ambiente; 2007. p. 73-91.

Primo AT. El ganado bovino ibérico en las Américas: 500 años después. *Archivos de Zootecnia*. 1992; 41(extra):421-432.

Rodero A, Rodero E, Delgado JV. Primitive andalusian livestock and their implications in the discovery of America. *Archivos de Zootecnia*. 1992; 41(extra):383-400.

Roncallo B. Origen y evolución de la caprinocultura colombiana. In: *Medicina veterinaria y zootecnia en Colombia, trayectoria durante el siglo XX y perspectivas para el siglo XXI*. 1st ed. Bogotá: Edivez; 2002.

Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA. Caracterización Ocupacional del Subsector de Especies Menores en Colombia. Colombia: SENA; 2007.

Sistemas de producción lechera de cabra, razas utilizadas, producción, transformación y comercialización en Brasil

*Anamaria Candido Ribeiro*¹

1. Introducción

Los principales consumidores de leche de cabra en Brasil siguen siendo los niños alérgicos a la leche de vaca, pero el uso de la leche de cabra en los almuerzos escolares y otros programas gubernamentales han aumentado, especialmente en el nordeste de Brasil. La leche de cabra puede ser clasificado como un alimento funcional, además de ser un gran alimento, participa en el mantenimiento de la salud, al reducir las enfermedades crónicas, también tiene efectos beneficiosos sobre las funciones fisiológicas (Rocha, 2007). Es reconocida como importante en la nutrición de los niños y los ancianos, debido a su alta digestibilidad, y se recomienda su uso por personas alérgicas a la leche de vaca (Silva et al., 2007).

Se han desarrollado nuevos productos, en especial la oferta de quesos se ha incrementado, los cosméticos elaborado con leche de cabra han tenido gran éxito en el mercado, así como el yogur. Por otra parte, el dulce de leche también está surgiendo como otra opción.

2. La Cadena Productiva

Brasil tiene un gran número de cabras (9 millones), en su mayoría animales mestizos. Entre las razas especializadas que presentan un mayor uso en la industria láctea se encuentran la Saanen, es la raza

que predomina en exposiciones y torneos de ganado lechero; la Alpina, numéricamente la segunda en cabras lecheras en Brasil, el problema que presenta es la falta de diversidad de material genético, y a corto plazo no se ve una solución, por la dificultad de tener nuevas líneas Europas; con un volumen de animales y rebaños inferior, se encuentra la Toggenburg, que ha presentado un crecimiento estable.

Por otro lado, la Anglonubia encuentra un buen espacio y todo indica que va a tener un crecimiento significativo en los próximos años, especialmente en rebaños que producen queso o tienen un diferencial en el precio de la leche debido a su composición, su estacionalidad es menor, y es adecuada en los sistemas de producción menos intensivos. Existe también la crianza de razas autóctonas, especialmente en el nodreste.

En el sector servicios, algunas empresas dan servicio y han desarrollado sus operaciones en torno a la cabra, servicios tales como la transferencia de embriones (TE) y la inseminación artificial (IA) encabezan la lista, que se completa con un gran número de profesionales dedicados a la asistencia técnica, consultoría y proyectos de desarrollo. Por lo tanto, el apoyo técnico necesario para obtener buenos resultados en la actividad está disponible. Los cursos con teoría y práctica para los productores y los trabajadores de cabra también tenían una mayor demanda (Ribeiro; Ribeiro, 2009).

Por último, la información debe circular: revistas especializadas y periódicos, revistas y periódicos de diversos temas, televisión, internet, por último, la cabra ha estado ampliando su presencia en todos los medios.

¹ Ingeniera Agrónoma, MSc., PhD. Capritec. E-mail: anamaria@capritec.com.br

3. "Brasis"

Brasil tiene un gran territorio y es el hogar de diferentes biomas en sus cinco regiones. Cabra lechera de la región Sureste y Sur difiere mucho

de la cabra lechera de la región Nordeste, donde se encuentran el 91% de las cabras de Brasil (IBGE, 2016) (Gráfico 1). Son diferentes sistemas de producción sobre la base de su genotipo, el clima y la disponibilidad de alimentos.

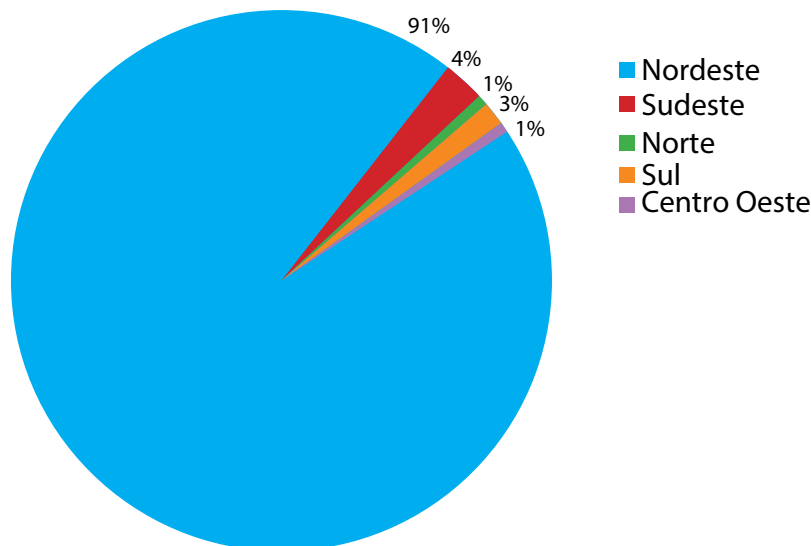


Gráfico 1: Distribución del efectivo de caprinos en las 5 regiones brasileñas. Fuente: IBGE (2016).

3.1 Sur y Sudeste

Región de Brasil, con una precipitación media anual superior a los 1200 mm, lo que permite la producción de forraje al largo del año, en el que el sistema de producción es principalmente de confinamiento, con razas lecheras especializadas, especialmente la Saanen.

Procesamiento de la leche es a menudo vertical, con pequeña lechería con la inspección municipal o estatal.

Hay producción de leche pasteurizada y congelada, leche UHT, leche en polvo, varios quesos, yogur, dulce de leche y algunos cosméticos.

régimen de semi-confinamiento o con animales de razas especializadas.

Dentre las regiones de Brasil, la región Nordeste se destaca, con un 91% de las cabras en Brasil y, a su vez, la micro-región de la zona de influencia de San Francisco es uno que se destaca en la producción de esta especie. Esta región se caracteriza por un clima semi-árido, con una precipitación anual promedio de alrededor de 400 mm y la aparición de bioma de sabana. Se compone de 18 municipios y es el hogar de 1.945.586 cabras en casi todos los animales mestizos. Por lo tanto, solamente estos municipios son el 19,7% de los brasileños cabras. Precisamente en esta región es el más alto consumo per cápita de carne de cabra y oveja en Brasil. A menudo se dice que, en el interior, que no crea cabras, o han creado o creará aún...

3.2 Nordeste – Sertão

En el nordeste hay regiones con una precipitación media anual de 400 mm, y otros con mal asignados hasta 1500 mm, más cerca de la costa.

En los últimos cinco años la región semiárida enfrenta la peor sequía en 50 años, con una precipitación media de 200 mm y aún menos en algunas regiones.

Sistema de producción: principalmente extensa, animal raza indefinida y cruces, o intensivo, en

4. Los Datos de Producción de Leche en Brasil

Hasta 1988, no había prácticamente ninguna venta legalizada de la leche de cabra en Brasil, y todo el pequeño comercio se llevó a cabo de forma



clandestina, como la salud y los aspectos fiscales (Cordero; Cordero; Costa, 2013).

- 1988 – se realizó la leche congelada 1ª con la inspección sanitaria;
- 1989 y los años siguientes – leche congelada y queso con el estado y la inspección sanitaria municipal;
- 1994 – leche en polvo de producción a pequeña escala;

- 1998 – empezará a recoger a granel y fabricación de la leche UHT;
- 1999 – inicio del Programa Institucional de Rio Grande do Norte;
- 2005 – leche en polvo de producción a escala comercial.

Actualmente la producción creció y se distribuye en forma legalizada en diferentes regiones del país, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Producción de leche de cabra (litros/año) en los principales estados productores de Brasil.

Estado	Region	Producción (L)	Destino
Paraíba	Nordeste	3.150.583	Programa de gobierno
Rio Gde do Norte		894.249	Programa de gobierno
Ceará		561.468	Programa de gobierno
Pernambuco		7.680	Programa de gobierno
Rio de Janeiro	Sudeste	2.040.000	Leche UHT, en polvo y quesos
Minas Gerais		630.000	Leche congelada, yogurt y quesos
São Paulo		582.000	Leche congelada, yogurt y quesos
Rio Gde do Sul	Sul	1.100.000	Leche UHT, en polvo y quesos
Paraná		380.000	Leche congelada y quesos
Santa Catarina		260.000	Leche congelada y quesos

Fonte: Bonfim et al. (2013).

5. Comercialización

La comercialización “informal” está encontrando cada vez menos espacio, debido a una mayor demanda de los consumidores finales, cada vez más preocupados y exigentes con la calidad de los productos que consume. Un mejor ajuste de los servicios de inspección, a los volúmenes producidos por la cabra lechera sería muy útil para llevar aún más productores a la formalidad, pero de una manera económicamente viable. Recuerde que “ninguna persona es ilegal, ya que quiere”...

Desde hace algunos decenios aprobaron una legislación específica para el procesamiento de la llamada leche de cabra artesanal (hasta 500 litros por día) que permite la pasteurización y cierta simplificación burocrática. Entre otras características de esta legislación permite la comercialización de la leche de cabra congelada, que no está permitido para la leche de otras especies.

A partir de 2003 se produjo un gran cambio para el pequeño productor de leche de cabra, especialmente para los agricultores, con la implementación del

programa Hambre Cero para la seguridad alimentaria y la nutrición por la Ley n. 10683 de 28 de mayo de 2003. Una de las acciones fue la creación del Programa de Adquisición de Alimentos (PAA), que es un instrumento para estimular la organización productiva y económica en las zonas rurales para combatir la pobreza extrema y el desarrollo local (Silva; Grossi; França, 2010).

Dos formas de comercialización que han crecido, especialmente en el caso de los quesos es la venta directa al consumidor final que está en la propiedad en sí, a menudo en combinación con el turismo rural, y las ventas a restaurantes y hoteles. Existe una gran variación entre los productos y sus precios de mercado.

Los quesos más producidos son frescos, especialmente el tipo Frescal, cuajo, tipo boursin y Chevre l’Huillé. También hay producción de queso feta, Camembert, chevrotin y caprino italiano, entre otros.

En la Tabla 2 se puede observar la variación de la composición promedio de la leche de cabras especializada carreras más de diez años.

Tabla 2: Composición promedio de leche de cabra al largo del año (promedio de 10 años – 2000-2010).

Variável	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Grasa (%)	3,17	3,20	3,15	3,32	3,44	3,57	3,56	3,60	3,43	3,38	3,31	3,22	3,38
Proteína (%)	2,87	2,83	2,92	3,04	3,05	3,06	3,00	2,96	2,88	2,92	2,88	2,84	2,93
Lactosa (%)	4,20	4,16	4,18	4,30	4,27	4,33	4,35	4,42	4,26	4,37	4,33	4,28	4,30
Sólidos totales (%)	11,10	11,11	11,11	11,49	1,72	11,76	11,79	11,87	11,58	11,54	11,32	11,20	11,50
CCS ¹	1,34	1,39	1,49	1,64	1,62	1,44	1,29	1,22	1,19	1,20	1,13	1,21	1,34

Leyenda: ¹ CCS – conteo de células somáticas x 10⁶ cel/mL.

Fonte: Bonfim et al. (2013).

El precio pagado a los productores por litro de la leche de los programas de gobierno es de R\$2,60 y R\$1,90 para la leche y R\$0,70 para la pasteurización y hay pocas industrias grandes compradores de cabra, uno de ellos, CCA lácteos, tiene una línea de recogida de la leche y de largo, con casi 1.500 km y tiene una leche de buena calidad para el programa de pagos (Tabla 3). El precio medio pagado a los productores

por litro de leche de cabra, el CCA lácteos en octubre el año 2016 fue de R\$1,96 (calculado a partir de la Tabla 3).

Los estándares mínimos requeridos por la empresa para la compra de leche son:

- La acidez titulable: 14-16 °D; Grasa: > 3,0%; Proteína: > 2,5%; Lactosa: > 4,0%; sólidos totales: > 11,0% distribución².

Tabla 3: Programa e Pago (en bruto), por la calidad de leche de cabra practicada por la empresa Lácteos CCA en 2016³.

(continua)

Precio base de leche = R\$1,64		
Parâmetros de Bonificación		
Calidad	Nível	R\$/L
Contagem de Células Somáticas (CCS)	< 500.000 cel	0,03
	500.000 - 750.000	0,02
	750.000 - 1.000.000	0,01
	1.000.000 - 1.500.000	0,00
	1.500.000 - 2.000.000	-0,01
	2.000.000 - 2.500.000	-0,02
	> 2.500.000 a 3.000.000	-0,03
Contagem Microbiológica (UFC)	< 150 U.F.C.	0,12
	150 - 300 U.F.C.	0,09
	300 - 500 U.F.C.	0,06
	500 - 1.000 U.F.C.	0,00
	1.000 - 1500 U.F.C.	-0,02
	1.500 - 2.000 U.F.C.	-0,04
	Encima de 2.000 U.F.C.	-0,08
Extrato Seco Total (EST)	12,5%	0,08
	11,5%	0,00
	10,5%	-0,08
Sazonalidad	Producción en mar-abr-mai-jun-jul-ago	0,08
	Producción en sep-oct-nov-dic-Ene- feb	0,00

² US\$1,00 = R\$3,30.

³ Cordeiro PRC. Comunicación personal. CCA Laticínios. Rio de Janeiro, Brasil; 2016.



Precio base de leche = R\$1,64		
Parâmetros de Bonificación		
Calidad	Nível	R\$/L
Participación en programa de control (Rastreabilidad)		0,02
Volumen de leche fornecido en el no mês anterior		
hasta 1.000 L		0,01
1.001 – 3.000 L		0,02
3.001 – 4.000 L		0,03
4.001 – 5.000 L		0,04
5.001 – 6.000 L		0,05
6.001 – 7.000 L		0,06
7.001 – 8.000 L		0,07
8.001 – 9.000 L		0,08
9.001 – 10.000 L		0,10

Nota: Recuento de células somáticas: < 3.000.000/ml; La presencia de antibióticos e inhibidores de: Negativo; La presencia de especies de otros tipos de leche: Negativa.

6. Consideraciones Finales

La cabra de Brasil ha desarrollado con el tiempo, con la cabra lechera que presenta un desarrollo más lento. La producción de leche requiere condiciones del agua (disponibilidad y calidad) y una mayor dedicación a la corte.

La inclusión de la leche de cabra en las comidas escolares en algunos estados brasileños y en los programas de combatir la malnutrición apalancada actividad, pero por otro lado, estos productores son vulnerables a los cambios en la política pública.

La rentabilidad de la actividad es bueno y más alternativas de procesamiento (lácteos colectiva, por ejemplo) y el aumento de la producción de queso y otros derivados de la comercialización para crecer y consolidarse.

Referencias

Bomfim MAD, Santos KMO, Queiroga RCRE, Cordeiro PC, Oliveira LS. Produção e qualidade do leite de cabra no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 23., 2013, Foz do Iguaçu, Brasil. Proceedings... Foz do Iguaçu: Zootec; 2013. p. 004711-004718.

Cordeiro PRC, Cordeiro AGPC, Costa MG. Produção e mercado de leite caprino. In: Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, 7., 2013, Campo Grande, Brasil. Proceedings... Campo Grande: ALEPRyCS; 2013. p. 17-24.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE [internet]. Economia [cited 2016 Nov. 02]. Available from: www.ibge.gov.br.

Ribeiro AC, Ribeiro SDA. Technology transfer to goat producers in Brazil – Capritec experience. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 2009; 11(1):161-164.

Rocha D. O leite de cabra como alimento funcional. Portal Zootecnia Brasil [internet]. Categoria Caprinocultura; 2007 [cited 2016 Out. 28]. Available from: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/52663/1/Midia-O-leite-como-alimento.pdf>.

Silva AA, Adrião M, Jimenez GC, Santos MCR, Wischral A, Afonso JAB. Estudo do polimorfismo genético da α s1-caseína em cabra, no Estado de Pernambuco, Brasil. Acta Scientiarum Animal Sciences. 2007; 29(3):255-259.

Silva JG, Grossi ME, França CG, orgs. Fome Zero: a experiência brasileira. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário; 2010.

La producción de leche de cabra en Argentina (la cadena de valor de la leche, provincia de Buenos Aires, carne y leche de cabra en Mendoza)

*Héctor Mario Andrade-Montemayor*¹

*Patricio Mario Dayenoff Rucik*²

En Argentina, existe cerca de 50.000 productores con 4,7 millones de cabezas y se producen aproximadamente de 780.000 litros de leche que se destinan a la elaboración de quesos (Paz et al., 2005; Correa y Castaño, 2009; Oliva, 2013) y de ellos 120.000 litros en la provincia de Buenos Aires. Es importante destacar que en las estadísticas de la FAO (2016) no se considera la producción de leche de cabra en Argentina.

Tabla 1: Población caprina de Argentina.

Provincia	No. de cabezas
Capital Federal	36
Buenos Aires	27759
Catamarca	84409
Córdoba	135408
Corrientes	22499
Chaco	342457
Chubut	145179
Entre Ríos	17524
Formosa	217864
Jujuy	91950

Provincia	No. de cabezas
La Pampa	81962
La Rioja	111138
Mendoza	698353
Misiones	2677
Neuquén	940835
Río Negro	213420
Salta	321553
San Juan	37598
San Luis	81755
Santa Cruz	1147
Santa Fe	55154
Santiago del Estero	397347
Tucumán	11012
Total	4037036

Fuente: PlanNet (2011).

Es una actividad relativamente nueva en Argentina que se inicia en los años ochenta con dos explotaciones pioneras en Santiago del Estero

¹ MV, Zootecnista, MSc., Dr. Profesor-Investigador de la Facultad de Ciencias Naturales, Lic. Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Querétaro. E-mail: andrademontemayor@gmail.com

² MV, Dr. INTA EEA. Rama Caida. Universidad Nacional de la Pampa. E-mail: patriciodayenoff@yahoo.com.ar



y Río Negro, aun cuando en la mayoría de los casos los sistemas de producción pueden ser de doble propósito carne-leche, en general son pequeñas empresas las que se dedican a la producción láctea, con una actividad muy diversificada y con mano de obra de tipo familiar, considerándose que se dedican a esta actividad tan solo 200 productores de acuerdo al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (2016).

La principal raza utilizada es la cabra criolla. En 2011 se consideraba que existían alrededor de 10.000 cabras en producción, con un promedio de producción de 250 kilogramos de leche/año. En la actualidad existen explotaciones con cabras de razas Alpinas como la Toggenburg, Saanen, Pardo Alpino y Anglo Nubia, siendo común el cruzamiento entre estas razas lo cual arroja animales que no presentan una raza definida (PlanNet, 2011). Se considera que en Argentina se producen cerca de 2 millones de

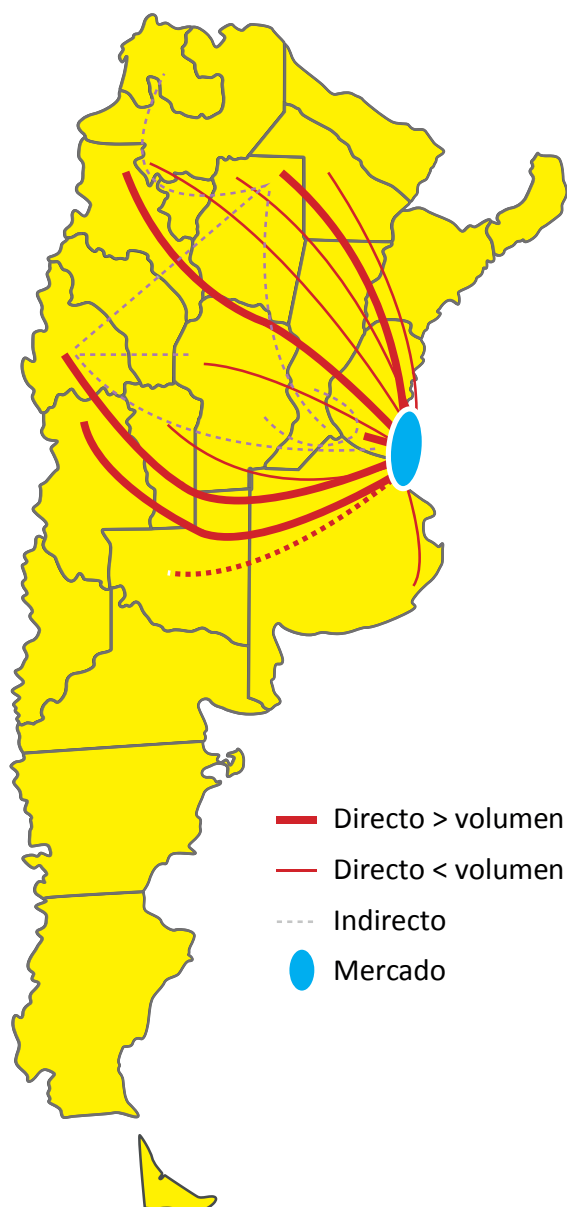
litros de leche al año. Sin embargo, FAO (2016) no reporta datos de producción láctea, aunque algunos datos indican producciones cercanas a los 50 mil litros mensuales que se destinan a la producción de queso semiartesanal e industrial y unos 15 mil más en la producción mensual de queso artesanal en las provincias del noreste lo que arroja 780.000 litros anuales (PlanNet, 2011).

En cuanto a la comercialización de lácteos caprinos, estos se dan en sistemas de venta regionales, la producción es estacional, presentándose los partos en su mayoría en los meses de mayo a agosto y pocos en diciembre, los productos de consumo son principalmente quesos y en menor medida dulces de leche. Los precios de los productos varían en rangos de 40 a 65 pesos, pero por lo general presentan un precio mayor que los de vaca, las rutas de comercialización se observan en el mapa.

Tabla 2: Volumen de producción de las principales empresas industrializadoras de leche de cabra

Empresa	Provincia	Leche lts./año	Quesos kg./año	Líneas de productos
Piedras Blancas	Buenos Aires	150 000	18 000	Crottin, untable, cremoso, camembert chevrottin duro.
FUNDAPAZ	Santiago del Estero	103 000	12 300	Semiduros, teta, cremosos
Ampilico	Catamarca	80 000	9 600	Semiduros, untables.
Cabras Argentinas	Santiago del Estero	80 000	9 600	Semiduros, dulce de leche, untables, cremosos.
La Flor del Pago	Salta	65 000	7 800	Semiduros, blandos, dulce de leche.
La Carolina	Jujuy	60 000	7 200	Blando, Quesillo, Semiduro.
Cabramarca	Catamarca	50 000	6 000	Semiduros
Sub-total 7 empresas		588 000	70 500	
Resto 13 empresas		247 000	29 700	
Total 20 empresas		835 000	100 200	

Fuente: Gutman et al. (2004).



Mapa 1: Rutas de comercialización de leche de cabra. Fuente: Minagri (2016).

En el año 2009 se autoriza la llamada Ley para la Recuperación, Fomento y Desarrollo de la Actividad Caprina n° 26.141, en la cual se considera que la Caprinocultura en Argentina es una actividad ganadera que se desarrolla primordialmente bajo sistemas de producción extensivos, en regiones marginales, siendo una actividad de subsistencia.

Una forma para poder analizar los sistemas de producción y su comportamiento en Argentina es la que presenta Correa y Castaño (2009), considerando como base las cadenas de valor:

El primer sistema es el de **Autoconsumo con comercialización de excedentes**, con las siguientes características.

- Producción para autoconsumo con venta local de productos artesanales tradicionales, esto le

de un arraigo cultural a esta actividad, siendo **Caprino cultores tradicionales**.

- Su sustentabilidad está dada por el consumo local y en algunos casos turistas, el queso es tanto producto como ingrediente en la cocina local.
- La cadena de comercialización es informal y ágil: productos frescos, viajan poca distancia y el pago es al contado.
- La principal limitante es la forma de elaboración, manipuleo y conservación, siendo común la mala calidad higiénica-sanitaria.
- Otro problema es el pobre recambio generacional con pérdida de conocimientos y saberes.
- Se trata de sostener los aspectos tradicionales, mejorando la práctica higiénica y de manipulación de los productos.
- Por lo general los precios son reducidos.

El segundo es el de **Micropymes en zonas de producción tradicional con afluencia turística**.

- Se caracteriza por se pequeñas empresas instaladas en zonas con afluencia turística y actividad comercial diversificada.
- Asorealizan la transformación y comercialización. La producción se vende localmente.
- Se elaboran productos similares o imitando a los tradicionales, pero con mejores condiciones de manejo e higiénicas, además de producir productos tipo europeo y gourmet.
- El principal producto comercializado es el queso, la venta se asocia a la época de producción.
- En general los productores consideran esta actividad como una actividad secundaria, teniendo otras actividades (en general son de clase social media-alta), o nuevos caprino cultores.
- La actividad turística puede incrementar la demanda y precio de la tierra poniendo en riesgo esta actividad.
- Por lo general los quesos tienen un precio superior a los quesos tradicionales.

El tercer tipo es el de **Productores con destino de grandes centros urbanos**.

- Al iniciar la producción primaria está integrada a la transformación, pero posteriormente se inician procesos de incentivación (productores abastecedores).
- Se desarrollan estrategias de producción abastecimiento, con la creación de nuevos productores especializados en la producción de leche, o la integración de productores tradicionales.



- En el caso de minifundistas son productores en un parte importantes con tradición en la producción caprina, tienen menores costos de producción, con leches de elevado contenido de sólidos, pero presentan algunas desventajas: requieren de pago al contado, tiene dificultades con la calidad higiénica de la leche y para sostener la cadena fría, dependen de la venta de cabrito.
- Los productores especializados presentan mayor tecnificación, mayores volúmenes y la posibilidad de pago a largo plazo.
- Presentan una infraestructura industrial, con diversas estrategias de comercialización.
- Las industrias transformadoras se encuentran cerca de la zona de producción, suelen ser especializadas (un solo producto, por lo general queso). El producto es por lo general es diferente al tradicional y con un mayor precio.
- En otros casos la industria se encuentra lejos del lugar de abastecimiento, lo que implica altos costos.
- El tipo de mercado al que se busca acceder es al mercado gourmet, en donde la distribución es compleja y estacional, principalmente en invierno, lo que lo dificulta al presentarse la mayor producción en primavera-verano.
- La calidad de sus productos a mejorado y alcanzan mejores precios en el mercado.

Cuadro 1: Variable que intervienen en el desarrollo de los sistemas de producción de leche en Argentina.

VARIABLES		CADENA DE VALOR		
Sociales		Productor familiar	Micropymes	Pyme
Arraigo social		Si	No	No
Reconocimiento social de la actividad		Alto	Medio	Bajo
Contratación de mano de obra		No	Temporal	Permanente
Perfil del productor		Caprinocultor tradicional	Caprinocultor nuevo, o por esparcimiento	Nuevo, por esparcimiento, Caprinocultor tradicional
Perfil del elaborador		Artesano	Tecnificado baja escala	Tecnificado
VARIABLES		SISTEMA PRODUCTIVO		
Características		Extensivo	Intensivo o semi-intensivo	Intensivo, semi-intensivo o extensivo
Escala		60-80 cabras	80-150 cabras	60-500 cabras
Dependencia del clima		Alta	Baja	Alta y Baja
Dependencia de insumos externos		Baja	Alta	Baja y Alta
VARIABLES		PRODUCTO		
Calidad de leche y quesos Rendimiento		6-8 lt/kg	10 lt/kg	Variable
Sanidad/higiene		Vulnerable	Mayor seguridad	Variable
Cadena de frio		Difícil	Segura	Compleja
Tipo de queso		Artisanal, fresco y semiduros	Industriales semiduros	Industriales semiduros, duros, con hongos
Mercado		Local y consumo	Local y regional	Centros urbanos
Demanda		Estival	Estival	Maxima en Inviernos, Minima en verano
Limitantes		Escasa renovación generacional	Alto costo de oportunidad de tierra e insumos externos	Alto costo de recolección y distribución. El mercado no crece.

Fuente: Correa y Pizarro (2011).

Tabla 3: Estadísticos generales de los parámetros productivos.

Variable	N	Media	Desvío estándar	Coficiente Variación %	Valor mínimo	Valor máximo
Leche/día, kg	875	1,01	0,56	55	0,06	3,42
Días de lactación	875	189	60,3	32	39,0	406
Leche/lactación real, kg	875	195	132	68	51,9	877
Leche/lactación 240, kg	875	188	117	62	51,9	784

Leyenda: N = número de lactaciones controladas.

Fuente: Paz et al. (2005).

En la zona semiárida del Noroeste es en donde se produce el 60% de la leche de Argentina especialmente en Santiago del Estero, en un estudio de diversos sistemas de producción (Paz et al., 2005), observando que en sistemas caprinos pequeños que contaban en promedio con 29 cabras y 3 ha de alfalfa la producción promedio fue de 172 litros de leche por animal, sin embargo, sistemas diversificados (55% de los sistemas de producción) que contaban con explotaciones agrícolas y ganaderas con un promedio de 37 caprinos y 10% con aptitud lechera la producción promedio fue de 66 litros cabra/año, teniendo un ingreso importante en la venta de cabrito. Por otra parte, el tercer sistema de explotación fue el sistema diversificado con aptitud cabritera que representó el 12,5% en donde el cabrito es el principal objetivo se presentó una producción de 33 litros cabras/año. En el se puede observar la producción en esa región. En donde de 875 cabras se obtuvo una media de 1,01 kg en 189 días con producciones de van de 51,9 a 877 kg por lactancia.

En el mismo tenor, Dayenoff et al. (2011) realizaron una evaluación de la producción de leche de cabras criollas en la región de Mendoza, teniendo dos grupos: el primero o control eran aquellas a las que nunca se les había ordeñado, mientras que en el grupo experimental fueron aquellas a las que se les había ordeñado en lactancias anteriores, en esta región los caprinos se dedican primordialmente a la producción de cabrito. Los resultados indicaron que las cabras que habían sido ordeñadas con anticipación durante lactancias anteriores presentaban una mayor producción de leche ($93,99 \pm 9,9$ vs $52,22 \pm 10,52$ kg/año) con lactancias de 59 días para el control vs 88

para el que se había ordeñado con anticipación esto es $0,89 \pm 0,08$ vs $1,07 \pm 0,11$ kg/día.



Figura 1: Productor de caprinos del Sur de Mendoza Argentina (Puestero).

Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor.



Figura 2: Productor de caprinos del semidesierto, Querétaro, México.

Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor.



Figura 3: Cabra criolla del sur Mendocino (Argentina).
Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor.



Figura 4: Condiciones de producción caprina sur de Mendoza.
Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor.



Figura 5: Condiciones de producción del semidesierto, Querétaro, México.
Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor.



Figura 6: Cuajo Natural de cabrito para queso tradicional (Semiarido mexicano).
Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor.



Figura 7: Cuajo Natural de cabrito para queso artesanal en Mendoza (Argentina).
Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor.



Figura 8: Cuajo natural diluido para cuajar leche de cabra (uso de chile o guinilla roja) (Mendoza, Centro, Argentina).
Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor.



Figura 9: Queso artesanal hecho con cuajo de cabrito natural (Mendoza, Argentina).

Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor.



Figura 12: Rebaño de cabras criollas negras del semiárido, Querétaro (México), con producción estacional de leche.

Fotografía: Héctor Mario Andrade-Montemayor.



Figura 10: Queso Artesanal Vizarrón Querétaro (México).

Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor.



Figura 11: Caprinocultor de Mendoza Centro productor de Queso y Cabrito en puesto de agroturismo.

Fuente: Héctor Mario Andrade-Montemayor.

Referencias

Asociación Argentina de Consorcios de Experimentación Adaptativa - AACREA. Caprinos. Agroalimentos Argentinos II. 2004; 245-252.

Correa A, Castaño PJM. Lechería Caprina: análisis de cadenas de valor – “una mirada integral de los factores que afectan al sector. Córdoba: Mercoláctea; 2009.

Correa A, Pizarro Castano JM. Lechería caprina en argentina: analisis de sus cadenas de valor y factores que las afectan. Situación Actual en los países líderes. Nuevas tecnologías para la producción y el agregado de valor; 2011. Documento MINAGRI.

Dayenoff P, Gili GL, Caccaviliani J, Duarte A. Efecto de ordeños anteriores sobre la producción láctea en cabras criollas post-destete. ALEPRYCS; 2011.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación [internet]. [cited 2016 Dec.]. Available from: www.fao.org.

Gutman GE, Iturregui ME, Filadoro A. Propuestas para la formulación de políticas para el desarrollo de tramas productivas regionales: el caso de la lechería caprina en Argentina. Buenos Aires: CEPAL; 2004.

Ministerio Agricultura, Ganadería y Pesca - MINAGRI. [internet]. [cited 2016 Dec.]. Available from: <http://www.minagri.gob.ar/site/ganaderia/caprinos/index.php>.

Oliva F. Ley Caprina, unidad ejecutora provincial La Rioja, logros y proyección de la ley caprina en la Rioja. In: Memorias Primer Congreso Argentino de Producción Caprina, La Rioja, Argentina; 2013. p. 68-77.

PlanNet. Caracterización del sector caprino en la Argentina; 2011.

Paz R, Togo J, Usandivaras P, Castel JM, Mena Y. Análisis de la diversidad en los sistemas lecheros caprinos y evaluación de los parámetros productivos en la principal cuenca lechera de Argentina. Livestock Research for rural development. 2005; 17(1).

Algunos datos sobre la caprinocultura en Uruguay

*Carlos Alberto Russi Mor*¹

En Uruguay, si bien los primeros ejemplares caprinos fueron introducidos en la época de la conquista, esta especie no tuvo la relevancia productiva y económica de los otros rumiantes introducidos (vacunos y ovinos).

A principios de 1990 se introducen cabras lecheras desde Argentina y Brasil, por parte del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), de las razas Saanen y Anglo Nubian (Mosquera et al., 2012).

A partir de los años 2000, se comienza a promover la producción lechera caprina a partir de planes de desarrollo de gobiernos departamentales, enfocados fundamentalmente al apoyo de emprendimientos de productores familiares, y de políticas estatales.

Por tanto, la lechería caprina comercial es una actividad de data muy reciente en nuestro país, con un desarrollo muy incipiente.

Según el Censo General Agropecuario del año 2011 (MGAP, 2011), había en nuestro país 237 explotaciones agropecuarias que declaran existencias de cabras, siendo en ese momento 6183 los animales declarados, con cerca de 1.000 cabras en ordeño en esa fecha. La mayoría de los predios (70%) tienen rodeos con menos de 30 animales, siendo cerca del 10% los que tienen entre 50 y 100 cabras, y sólo el 4% de las explotaciones cuentan con rodeos de más de 100 animales. Si bien no están las estadísticas oficiales disponibles al momento, se estima que el rodeo caprino nacional ha crecido de manera significativa desde el año 2011 a la fecha.

Si bien hay existencias caprinas en todo el país, la mayoría de las cabras se concentran en los departamentos del sur: Canelones, Montevideo, San José, Florida, Lavalleja, Maldonado, Rocha.

El principal rubro productivo en la producción caprina es la lechería. La misma se desarrolla de manera mayoritaria en pequeños predios, de carácter familiar. El sistema de producción predominante es pastoril, donde la principal fuente de alimentos son las pasturas, cosechadas directamente por los animales en la actividad de pastoreo, con una proporción importante de pasturas mejoradas (praderas sembradas, mejoramientos de campo natural, verdes anuales); se realiza suplementación de las cabras en ordeño con concentrados (ración o grano) y forraje conservado (heno, silo). Normalmente se realiza estabulación nocturna, para mejor cuidado y protección de los animales. Se realizan en general 2 ordeños al día, siendo el ordeño mecanizado en la mayoría de los casos.

En la zona sur del país, se obtienen promedialmente lactancias que superan los 500 litros por cabra, en 8 meses de ordeño (Russi, 2010). Las producciones por hectárea superan en general los 2.300 litros/año. Los niveles productivos obtenidos son en muchos casos mayores a los registrados en sistemas pastoriles, en otras zonas productoras de leche de cabra, con la raza Saanen (Russi y Gómez, 2013).

Los principales productos caprinos comercializados son, en orden de importancia: quesos, leche fluida, dulce de leche y yogurt.

Si bien no hay estadísticas oficiales al respecto, se estima que en la zona sur del país hay al menos 6 industrias procesadoras de leche de cabra (de muy diferentes escalas), las cuales venden su producción en el mercado interno, tanto a nivel minorista, como a grandes superficies (cadenas de supermercados) y comercios especializados. Se destaca también la venta directa desde los predios productores, generalmente de manera informal, tanto de leche fresca como de quesos.

¹ Ingeniero Agrónomo, MSc. Unidad de Montevideo Rural/Intendencia de Montevideo. Uruguay. E-mail: carlos.russi@imm.gub.uy

Un rasgo a destacar de la producción caprina en nuestro país es la desarticulación entre la industria y el sector productor primario (Mosquera et al., 2012), no habiendo en general vínculos contractuales formales (a diferencia de la lechería bovina), viéndose a su vez una escasa fidelización entre las partes.

En ese sentido, es interesante destacar el esfuerzo que se viene desarrollando desde el gobierno departamental de Montevideo (Intendencia de Montevideo), a través de la Unidad de Montevideo Rural, logrando una asociación público-privada para la gestión de una Planta Pasteurizadora y Procesadora de Leche de Cabra (ubicada en el Parque de Actividades Agropecuarias, PAGRO), con todas las habilitaciones correspondientes (Andreoni et al., 2013). Esto le permite promover, en su entorno, el desarrollo de una cuenca lechera caprina. Se intenta de esta manera promover el desarrollo de una actividad productiva sustentable para los productores del área metropolitana, promoviendo la generación de una nueva cadena de valor en el territorio, con reglas claras para todos los actores, lo que permita el desarrollo sostenible del rubro.

Referencias

Andreoni I, Gómez A, González S, Straconi E. Políticas públicas y producción caprina. In: Congreso Argentino de Producción Caprina, 1., 2013, La Rioja, Argentina. Proceedings... La Rioja: INTA; 2013.

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca - MGAP. Censo General Agropecuario 2011. Uruguay: Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, DIEA; 2011.

Mosquera J, Palou G, Pizzolon A. Cadena de procesamiento, comercialización y mercado de leche de cabra y subproductos. In: Informe de proyecto: sistemas de producción sustentables para productores familiares. Uruguay: Unidad de Montevideo Rural (IM), Fagro (UDELAR), CAF; 2012.

Russi C. El control lechero en el PAGRO. Uruguay: Unidad de Montevideo Rural, Intendencia de Montevideo; 2010.

Russi CA, Gómez Perazzolli A. Sistema de producción caprina agroecológico en Montevideo. In: Congreso Argentino de Producción Caprina, 1., 2013, La Rioja, Argentina. Proceedings... La Rioja: INTA; 2013.

Sistemas de producción caprina en el Perú: situación actual y perspectivas

Irma Del Rosario Celi Mariátegui¹

1. Introducción

La historia de la producción caprina en el Perú puede contarse desde que fueron traídas por los españoles a partir del segundo viaje de Cristóbal Colón, mayormente del sur de España y de las Islas Canarias tal y como lo describe el libro “Biodiversidad Caprina en Iberoamérica” (Vargas et al., 2016) en donde se resalta la mayor prevalencia de las razas procedentes de Málaga, Granada, Murcia, Canaria, principalmente.

Con el paso de los siglos estas cabras se fueron adaptando y con los sucesivos cruzamientos fueron formando lo que es la cabra criolla peruana propiamente dicha (Figura 1). No existen muchos registros escritos sobre el desarrollo de la producción caprina, pero de acuerdo a entrevistas realizadas a personas de Piura y Lima y recopilaciones de textos de mediados del siglo XX, como por ejemplo *La Vida Agrícola* (Nolte y Arauzo, 1973) en donde comentan que aproximadamente en 1920 se empezó a introducir la raza Nubian en el Perú, a quien luego le siguieron otra serie de importaciones.



Figura 1: Ejemplares de ganado caprino criollo en Costa Norte (Perú).
Fuente: Irma Del Rosario Celi Mariátegui.

¹ Ingeniera Zootecnista, Dra. Universidad Científica del Sur, Facultad de Veterinaria y Zootecnia. E-mail: irma_celi@yahoo.com

2. Antecedentes de la Importación de Ganado Caprino en el Perú

Los antecedentes de la importación de ganado caprino en el Perú podemos describirlo cronológicamente de la siguiente manera:

- 1920-1930 → Reportes de importaciones en muy pequeña escala de ejemplares Anglonubian en la Costa Norte provenientes de USA (Nolte y Arauzo, 1973).
- 1940-1945 → Se importa masivamente la raza Anglonubian, siendo los ejemplares provenientes de King Ranch (Texas, USA). Estos animales que fueron distribuidos entre Piura, Lambayeque, Lima, Ica, Apurímac y Ayacucho; produciéndose una fuerte absorción.
- 1962-1964 → Introducción de las razas Saanen, Alpina y Oberhazli (Alpina francesa) en Lima (Costa central) a través de la Cooperación Técnica Suiza. Lote reducido de animales (Luna de la Fuente, 1968).
- 1974-1977 → Se introduce la raza Toggenburg en la zona de San Lorenzo (Piura, Costa Norte).
- 1982-1988 → Importación de ejemplares Anglonubian procedentes de USA a Centro de Recría de Lambayeque (Costa Norte) y Ganadera Alpina (Manchay, Lima).
- 1998-2009 → Importaciones en pequeña escala de semen de las razas Murciano Granadina y Malagueña. PROCABRA (Arroyo, 1998) y Proyecto de Desarrollo Caprino US-UNALM (Sarria et al., 2011).
- 2005-2013 → Reintroducción de las razas Saanen y Alpina procedentes de Chile (en pie) y Nueva Zelanda (semen y embriones). Granja Aldea Ecológica (IED, Chillón), Los Huarangos (Pachacamac, Lima), Fundo Lomas (Mala, Lima) y Centro de Recría de Locumba (Tacna).
- 2008-2010 → Introducción de la raza Boer a través de Transferencia de Embriones en la Costa Norte. Fundo El Encanto (Tumbes).
- 11/11/2015 → Reintroducción de las razas Anglonubian y Alpina de Colombia. Criadero Caprino Viñas de Curumuy (Piura, Costa Norte).

De acuerdo a lo descrito, podemos decir que el ganado traído por los españoles anteriormente descrito y base de nuestro actual ganado criollo,

sufrió un *deterioro productivo* de aproximadamente cinco siglos. Luego, las *mezclas genéticas* diversas e intensas *con predominio del germoplasma Anglonubian* han determinado de configurar en Perú lo que podríamos llamar el *ganado caprino Criollo Cruzado o Mejorado con Anglonubian*, el cual constituye el 96% de ganado caprino actual y representa el 2% de la producción pecuaria nacional.

Según la DGIA-MINAG (2013), en el Perú la mayor proporción de cabras se encuentra en la sierra (68%) y costa (31%), siendo escasa en la selva (1%) (Vargas et al., 2016). El número de familias dependientes exclusivamente de la producción de caprinos está alrededor de las 10 mil y aquellas familias que tienen la crianza de cabras como actividad complementaria oscila entre 180 y 200 mil (Sarria et al., 2011). Lamentablemente, la información disponible sobre los sistemas de producción caprina no es muy abundante ya que la cabra no es considerada aún una especie relevante y es poco considerada, aunque en el último año ya se está considerando en los planes de desarrollo nacionales y se piensan en algunos trabajos, estos mayormente se centran en proyectos en pequeña escala e inversiones a manos de empresas particulares que apuestan por la ganadería caprina y mayormente trabajando con razas especializadas. Del mismo modo, el número de investigadores en esta especie es muy reducido por lo que las publicaciones son del tipo eventual.

La crianza de caprinos en Perú se orienta en el aprovechamiento de los recursos marginales, rastrojos de cosecha, pastos naturales eventuales (ecosistema de Lomas por ejemplo) y especies arbustivas, convirtiéndose en una fuente barata para la obtención de carne, leche y cueros; estando asociada a criadores de escasos recursos económicos.

3. Descripción de los Sistemas de Producción Caprina

Los principales métodos y costumbres de crianza de caprinos y que se siguen observando en la mayor parte de los rebaños de caprinos en el Perú no han cambiado mucho desde décadas atrás, siendo el manejo el mismo heredado desde sus bisabuelos o antepasados más lejanos aún, siendo muy importante para muchos ganaderos instruir a sus hijos en este trabajo (Nolte y Arauzo, 1973). En general, la mayor parte de los caprinos en el Perú se crían bajo un sistema extensivo y poseen índices productivos realmente bajos. A pesar de ello la explotación caprina



nacional produce anualmente más de 6.600 Tm de carne, 2.300 Tm de menudencias. Además, producen 787.000 Tm de estiércol fresco que es usado por la agricultura pudiendo generar más de 600.000 pieles que pueden ser usadas en curtiembre y artesanía (DGI-MINAG, 2013). No existen estadísticas oficiales para la producción de leche caprina, sin embargo, se estima una producción anual de 18.800 Tm (Arroyo, 1998 citado por Vargas et al., 2016).

Dentro de los ecotipos de caprinos, se observan algunas diferencias en cuanto a la morfología (Figuras 2a y 2b), por ejemplo, el ganado rastrojero de la costa central es de orejas más largas y de talla alta con patas largas y cuerpo tubular, similar a algunas razas de la India y Pakistán (Devendra, 2007), en tanto que las cabras de la Costa Norte son animales más eumétricos, orejas menos largas, similares a la raza Nubian (Crepin, 1990).

Las zonas donde se localizan las cabras presentan diferencias tanto en clima como en geografía y tipo de plantas. Conociendo esto, se pueden distinguir tres sistemas de producción caprina en el Perú bien diferenciados por ubicación geográfica: (1) En la zona norte las cabras son criadas en caseríos y villorrios que se ubican en el desierto o en los bosques secos tropicales (sistema de Bosque Seco Subespinoso) (Figura 3); (2) En las ciudades costeras próximas a Lima (costa central) se ubica el sistema de Valles de Costa (llamados rastrojeros), los lugares donde se asientan las explotaciones caprinas se localizan en la periferia de las ciudades y en las laderas de los cerros, con las consecuentes restricciones de agua y en su mayor parte presentan pobres condiciones sanitarias (Nolte, 2005; Sarria et al., 2011); y (3) El sistema de Lomas y Quebradas de Sierra (Figura 4), siendo su forma de producción del tipo transhumante o transterminante, el cual puede ser temporal o permanente (aunque de este último cada vez existen menos cabreros).

2a – Ecotipo Sistema Rastrojero



2b – Ecotipo Costa Norte



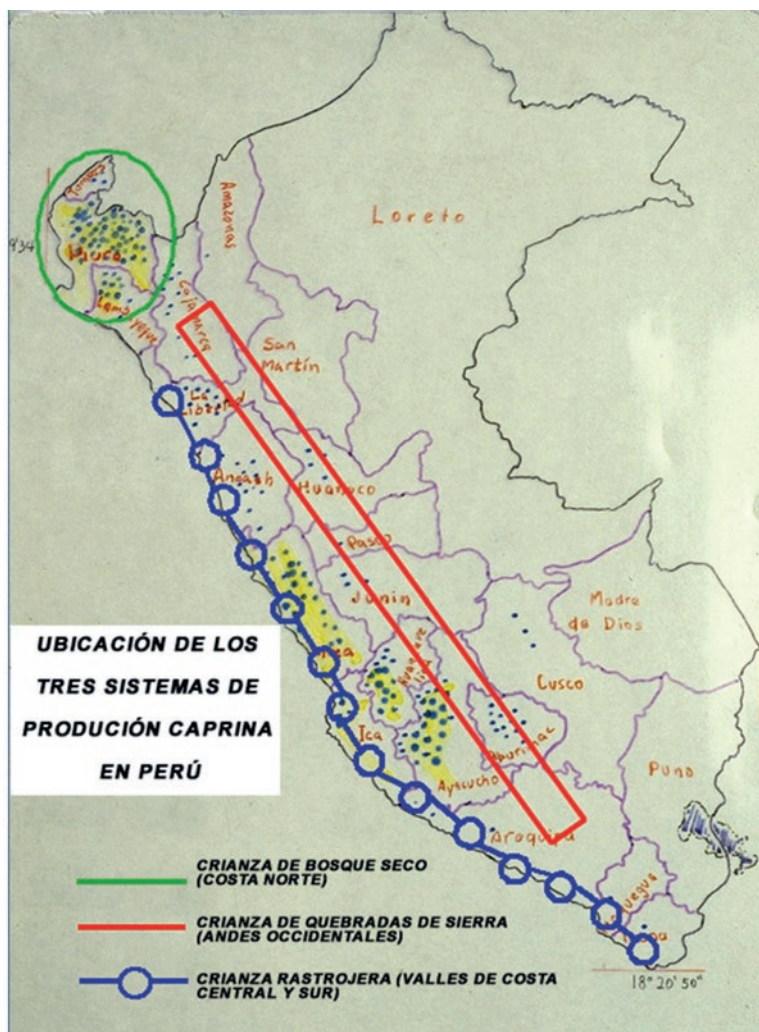
Figura 2: (a) Cabras criollas del sistema rastrojero del Chillón (izquierda) y (b) de la costa Norte (derecha).
Fuente: Irma Del Rosario Celi Mariátegui.



Figura 3: Cabras en el ecosistema de Bosque Seco Subespinoso en la Costa Norte (Lancones, Piura).
Fuente: Irma Del Rosario Celi Mariátegui.



Figura 4: Cabras en quebradas en la Sierra central.
Fuente: Enrique Nolte.



Mapa 1: Macrosistemas geográficos de la producción caprina en el Perú.
Fuente: Sarria et al. (2011).

La crianza de caprinos en el Perú se considera una actividad de subsistencia, poco tecnificada y desarrollada mayormente de manera empírica con poca producción y bajos ingresos económicos (Arroyo, 2007). Esto se debe también a que las áreas de pastoreo y la disponibilidad de forraje es poco, obligando a los ganaderos de este tipo de sistema a desplazarse de acuerdo a la temporada, por ejemplo: durante la temporada de lluvias en Perú (Enero-Marzo), los cabreros suben con todo su ganado a la sierra para aprovechar los pastos naturales; y en el invierno bajan a las Lomas de la Costa, ecosistema cuya vegetación se desarrolla en las laderas orientadas hacia el mar, y con la condensación de las neblinas en una fina lluvia llamada garúa, favorece el crecimiento de una abundante vegetación que es aprovechada por el ganado.

Las instalaciones utilizadas para esta crianza son del tipo simple y se caracterizan por ser construidas de madera, troncos y/o ramas, piedras y otros materiales disponibles en las zonas donde se crían a las cabras (Figura 5). La poca inversión se debe

principalmente a los escasos recursos económicos en este tipo de ganadería en donde los beneficios económicos no son a corto plazo. Por esta razón, a la crianza de ganado caprino se le considera una actividad de “Costo Cero”, en donde los gastos son mínimos, tanto en alimentación, manejo y sanidad (Sarria et al., 2011).



Figura 5: Corral caprino de piedra (pirca) en ladera de cerro (Valle del Chillón, Lima).
Fuente: Irma Del Rosario Celi Mariátegui.



La mayoría de las explotaciones no cuentan con servicio de agua y energía eléctrica, por lo que muchos ganaderos solo pueden dar de beber a su ganado solamente cuando salen a pastorear una vez al día. Esto afecta de manera importante cuando el ganadero se dedica a producción de quesos, ya que

influye de manera negativa en la cantidad de leche diaria. Esto también representa un problema por el aspecto sanitario, ya que resulta en un riesgo para la salud de los consumidores. La tendencia poblacional caprina durante los últimos años ha sido negativa, tal como se puede observar en el Gráfico 1.

Año	Cabezas
1993	1.783.100
1994	1.789.670
1995	2.043.880
1996	2.022.930
1997	2.047.720
1998	2.019.440
1999	2.068.260
2000	2.045.115
2001	2.024.055
2002	1.970.734
2003	1.984.275
2004	1.959.345
2005	1.957.087
2006	1.942.794

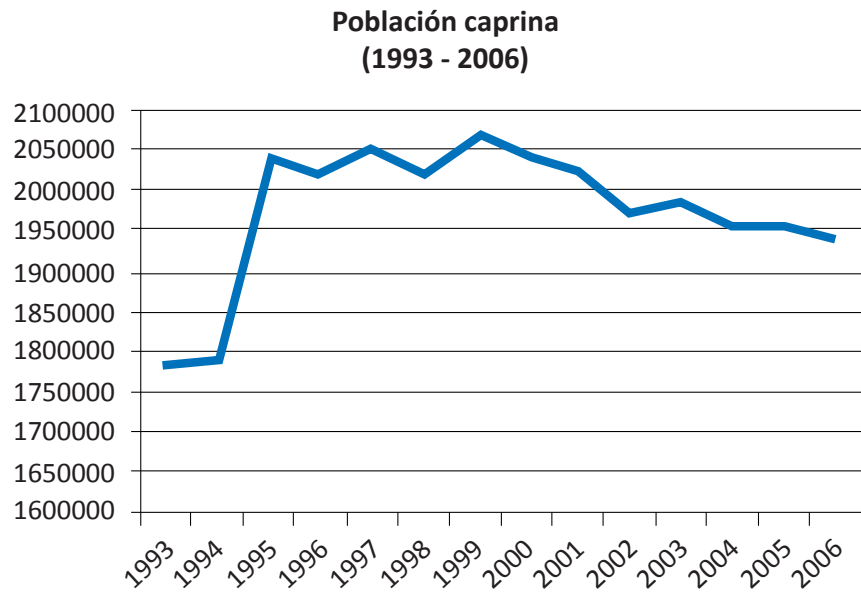


Gráfico 1: Población caprina peruana desde el año 1993 al 2006.
Fuente: DGI-MINAG (2013 citado por Vargas et al., 2016).

El manejo en las explotaciones caprinas es del tipo empírico, mayormente con criterios subjetivos, sin controles ni registros, lo que no permite obtener buenos rendimientos productivos. Normalmente la orientación de la producción caprina es para leche y carne (doble propósito). Se calcula que la producción de leche en sistemas extensivos fluctúa entre 0,5 y 1,5 litros/animal/día (DGI-MINAG, 2013). Las cabras son ordeñadas bajo condiciones inadecuadas, sin control de la duración del periodo de lactación. Los animales de reemplazo provienen generalmente de la misma explotación, siendo esta cantidad menor en criadores un poco más especializados. La identificación de los animales no es una práctica habitual de las explotaciones, confiando en la memoria, aunque alguno que otro productor usa cortes, muescas, hilos o alguna otra forma. La reproducción generalmente se desarrolla mediante monta libre, donde el macho está todo el tiempo con las hembras que paren prácticamente en cualquier época del año. Estos hechos hacen que no se pueda monitorear, ni tomar medidas para mejorar la eficiencia productiva o

reproductiva de los reproductores (controles lecheros, incremento de peso, etc.) (Vargas et al., 2016).

La comercialización de los productos se hace mayormente a través de intermediarios que no siempre pagan un precio justo y la venta de animales en pie se realiza según las necesidades de la familia (gastos de enfermedad, colegios, etc.).

En las explotaciones caprinas, la utilización del calendario ganadero no está generalizado, por lo que el control sanitario no es óptimo, lo cual incrementa el riesgo de mortalidad y las pérdidas económicas consecuentes. Peor aún, este problema se incrementa en lugares en donde los servicios de técnicos o veterinarios no están cerca (Vargas et al., 2016).

Entre los miembros de la familia, las que llevan el control de las cabras y su la producción son las mujeres, que suelen tener un bajo grado de escolaridad y muchas veces no hablan español como en el sistema de quebradas de la Sierra en donde la mayoría son quechuablantes, lo cual dificulta la comunicación.

4. Perspectivas de Conservación de la Cabra Criolla Peruana

Por el momento en el Perú no existe mayormente mucho interés en la mejora del ganado caprino y sus sistemas de producción, sin embargo, existen algunas iniciativas privadas, como es el caso de la ONG “Procabra”, la cual viene trabajando en este tema desde hace años (Arroyo, 1998) y también el Centro Ganadero Aldea Ecológica y su empresa “D’capra” centrándose en la producción de derivados lácteos que cuentan con gran acogida en ferias ecológicas y orgánicas (Figura 6). Además, con la introducción en los últimos años de razas especializadas tanto en pie (Saanen, Alpina, Anglonubian), por vía inseminación artificial (Murciano-Granadina, Malagueña) a través del Proyecto de Desarrollo Caprino Convenio US-UNALM (Sarria et al., 2011) y últimamente por transferencia de embriones (Boer) ha generado un interés en los criadores y esto se ha manifestado en la mejora de instalaciones y selección de los mejores ejemplares en su rebaño (IED, 2008).



6A. Productos lácteos Empresa D'capra.



6B. Queso Tipo Gouda



6C. Licor de leche de cabra



6D. Yogurt de leche de cabra

Figura 6: Empresa D`CAPRA y algunos de sus derivados lácteos en la V Feria del Ganado Lechero en el Stand del Ministerio de Agricultura (Universidad Científica del Sur-UCSUR, Lima).

Fuente: Irma Del Rosario Celi Mariátegui.



De la misma manera, la realización de ferias ganaderas con concursos morfológicos (Figura 7) y de ordeño en ganado caprino (Figura 8) ha contribuido en la mejora del ganado entre los mismos productores. Igualmente, es importante resaltar que los congresos de producción animal y los cursos de producción caprina anima a los estudiantes en el conocimiento de esta especie, por lo que las capacitaciones se deben hacer de manera regular para acercar a la población a los productos caprinos, tanto en colegios como en universidades (Figura 9).



Figura 7: Concurso morfológico en cabras criollas (Expoferia caprina del Chillón 2016, Lima).
Fuente: Irma Del Rosario Celi Mariátegui.



Figura 8: Concurso de ordeño (Expoferia caprina del Chillón 2016, Lima).
Fuente: Irma Del Rosario Celi Mariátegui.



Figura 9: Curso de Análisis Sensorial de quesos de cabra a los alumnos de la Universidad Científica del Sur (Lima).
Fuente: Irma Del Rosario Celi Mariátegui.

Los caprinos criollos son muy importantes porque son animales que poseen rasgos valiosos como son: resistencia a ciertas enfermedades (rusticidad), longevidad, adaptación a ambientes de extrema aridez, buena fertilidad y buena habilidad materna. El cruzamiento de cabras criollas con razas especializadas en diferentes niveles podría ayudar a mejorar la producción de leche de los ganaderos, pero siempre sin dejar de lado el mejoramiento del propio ganado local.

Además, el nivel de diversidad genética en la cabra criolla peruana es alto ($He = 0,71$; Azor et al., 2008), lo que permitiría establecer un programa de conservación y mejoramiento genético del caprino criollo peruano, basado principalmente en dos estrategias (Vargas et al., 2016):

- Generar una estructura genética, en base a una segregación de genes favorables para la producción tanto de carne como de leche, es decir formar núcleos de mejoramiento, para proveer reproductores mejorados a los productores, todo siempre enfocado a la conservación de la variabilidad genética, la rusticidad y la eficiencia productiva en el contexto de un sistema extensivo.
- Incorporar de forma gradual tecnología en el sistema de producción caprina de las diferentes regiones, respetando en lo posible el manejo tradicional de la crianza, teniendo como directrices de todo el plan de mejora, la eficiencia y eficacia con una óptica sustentable, es decir, respetando las necesidades del ganadero antes de tratar de implementar algo que se podría pensar que será útil, y que a la larga termina fracasando. Lo primero es mejorar la eficiencia funcional (adaptabilidad, resistencia a enfermedades), la eficiencia productiva (performance o productividad), mantener la identidad poblacional (pureza y diferenciación) y la variabilidad genética que como se ha descrito, es diferente entre las macroregiones caprinas (Alderson, 1990; Bodó, 1990; Sarria et al., 2011).

Actualmente, ya se está preparando el Plan Nacional Caprino para implementar estrategias para el mejoramiento de la especie en el siguiente año y que a la larga se espera poder lograr sostenibilidad de la crianza caprina, y que para ello requiere la participación de todos los involucrados, principalmente de los caprinocultores, instituciones gubernamentales y no gubernamentales ligadas al sector agrario, universidades y empresas privadas que en conjunto podrán ayudar a que estos planes a llevarse a cabo den sus frutos en un futuro no muy lejano.

Referencias

Alderson L. The relevance of genetic improvement programmes within a policy for genetic conservation. In: Alderson L, editor. Genetic Conservation of domestic livestock. Wallingford: C.A.B. International; 1990. p. 206-220.

Arroyo O. Producción de caprinos. Lima: Ediciones PROCABRA; 1998.

Arroyo O. Situación actual y proyecciones de la crianza de caprinos en el Perú. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2007; 15(Supl.1): 290-293.

Azor PJ, Valera M, Sarriá J, Avilez JP, Nahed J, Delgado M, Castel JM. Estimación de las relaciones genéticas entre razas caprinas españolas y criollas utilizando microsatélites. ITEA. 2008; 104(2):323-327.

Bodó I. Methods and experiences with *in situ* preservation of farm animals. Animal Genetic Resources. A global programme for sustainable development. FAO An. Prod. and Health Paper. 1990; 80:85-102.

Crepin J. La Chevre. Philo: Mountain House Press; 1990.

Devendra C. Goats: biology, production and development in Asia. Kuala Lumpur: Academy of Sciences Malaysia; 2007.

DGI-MINAG. Caprinos, población y producción nacional [internet]; 2013 [cited 2016 Dec. 18]. Available from: <http://minagri.gob.pe/portal/>

objetivos/40-sector-agrario/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-producci/299-caprinos.

Instituto Ecológico para el Desarrollo – IED. Folleto: Mejoramiento Genético. Proyecto: Mejorar los niveles de producción ecológica en la cuenta baja y media del Valle del Chillón. Lima: Ediciones Mn Editores y Servicios Gráficos SRL; 2008. 28 p.

Luna de la Fuente C. Ventajas de la explotación intensiva de caprinos. Universidad Nacional Agraria La Molina: Departamento de Producción Animal; 1968. (Serie: Animales Menores nº 4).

Nolte E. Estrategias de Manejo de ganado caprino en la zona andina. Conferencia Magistral, I Seminario-Taller Internacional “El Nopal (Tuna) en la Producción Caprina”. Huamanga, Ayacucho; 2005.

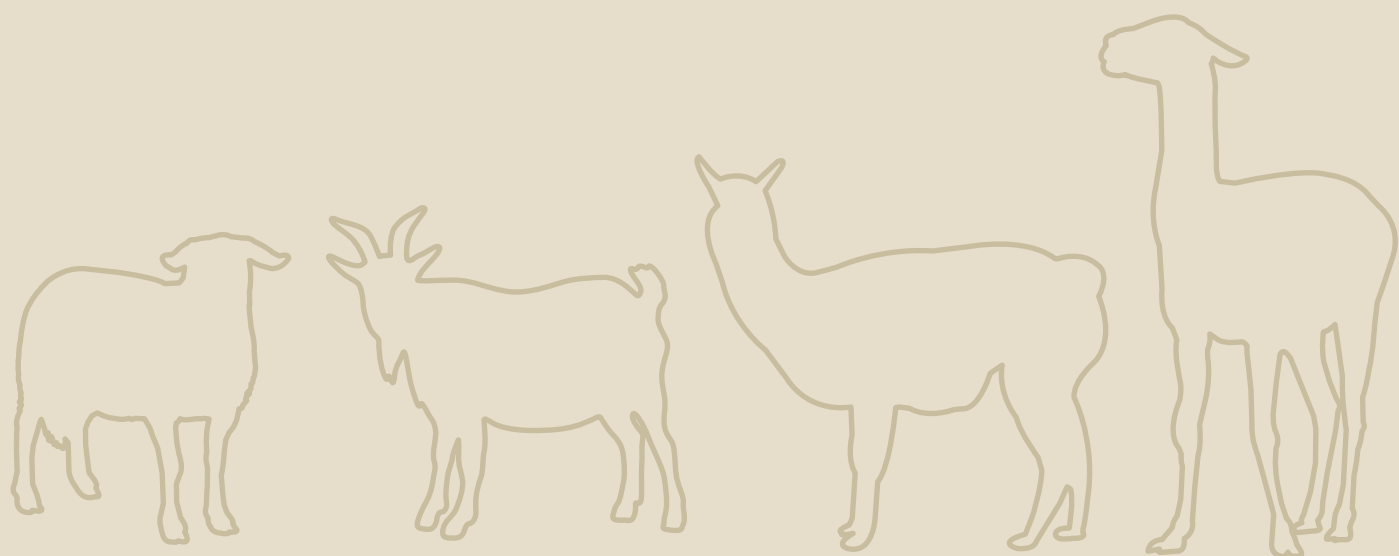
Nolte E, Arauzo O. Situación actual de la ganadería caprina en el Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina: Departamento de Producción Animal; 1973.

Sarria JA, Castel JM, Delgado-Pertíñez M, Guzmán JL, Celi MI. Proyecto de Cooperación y Desarrollo Universidad de Sevilla – Universidad Nacional Agraria La Molina: 10 años de trabajo y experiencias en beneficio de la ganadería caprina en el Perú. In: Congreso Universidad y Cooperación para el Desarrollo, 5., 2011, Cádiz, España. Proceedings... Cádiz: Imprintta; 2011. p. 65.

Vargas JE, Zaragoza BL, Delgado JV, Rodríguez BG. Biodiversidad caprina iberoamericana. Bogotá: Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia; 2016.



Parte 3
CAMÉLIDOS



Especies de camélidos y su distribución en Latinoamérica

*Jaime Antonio Ruiz Béjar*¹

1. Introducción

Existen 4 especies de camélidos sudamericanos. Dos domésticas, la alpaca y la llama; y dos silvestres, la vicuña y el guanaco. La alpaca, la llama y la vicuña habitan principalmente las zonas altoandinas de Sudamérica sobre los 4.000 msnm. La mayor población de guanacos habita el extremo sur del continente, en la región patagónica que comparten Argentina y Chile. La crianza de alpacas y llamas constituye una actividad económica de gran importancia para un amplio sector de la población altoandina de Perú, Bolivia, Argentina, Chile y Ecuador. Se estima que alrededor de 500 mil familias campesinas de la región andina dependen directamente de la actividad con camélidos sudamericanos, además de otras que se benefician indirectamente de ella aprovechando los subproductos de estas especies como la fibra, carne, piel y estiércol. Por otro lado, en las dos últimas décadas se ha impulsado la protección de la vicuña y el guanaco y la explotación racional de su fibra, lo que ha permitido mejorar los ingresos de las comunidades y productores dedicados a su explotación.

La fibra es el principal producto que se obtiene de la explotación de los camélidos, su alta calidad textil permite elaborar prendas de vestir de buena calidad y elevada cotización internacional. La carne es utilizada principalmente para el autoconsumo y para la venta en los mercados regionales, aunque su alto contenido nutricional y su bajo contenido de colesterol, pueden otorgarle un valor agregado el cual podría mejorar los ingresos de los productores. Las pieles y cueros se utilizan básicamente para la artesanía. La comercialización de los productos que se obtienen de los camélidos se realiza en forma desfavorable para el productor. Para el caso de la fibra la comercialización es a través de intermediarios locales y regionales, los cuales desmerecen el precio real de la fibra, afectando los ingresos del

productor. Además, existe una pobre homogeneidad de la calidad de la fibra, volúmenes insuficientes de comercialización y escasa tecnología para la producción (Ruiz, 2011).

La comercialización de la carne se realiza de manera informal, con una mala presentación del producto, a pesar de tener mejor contenido de proteínas que otras carnes y por el mínimo contenido de colesterol hace que su consumo sea más saludable y responda a las necesidades y requerimientos del consumidor moderno, sin embargo, tiene un injustificado prejuicio y discriminación en los medios urbanos en donde el consumo es muy bajo (Fernández Baca, 2005). Por otro lado, debido a los inadecuados sistemas de producción, matanza, control sanitario, selección de los animales con destino de matadero, clasificación de la carne, mercadeo y legislación, la carne proveniente de estos animales es de calidad muy irregular y el consumo se ve limitado a los sectores poblacionales más pobres de Bolivia, Chile y Perú (FIA, 2000). Asimismo, se pierden grandes cantidades de pieles y cueros por mal manejo de los mismos y es un recurso que aún no es bien aprovechado (Ruiz, 2011).

La explotación actual de los camélidos sudamericanos se lleva a cabo siguiendo sistemas tradicionales no siempre eficaces, lo que les impide alcanzar su verdadero potencial productivo. Problemas tales como la alta morbilidad y mortalidad, baja eficiencia reproductiva y lento crecimiento (Ruiz, 2008), afectan tanto la producción de fibra como la de carne y disminuyen los ingresos de los productores. Por otro lado, el deficiente manejo de las praderas resulta en un inadecuado suministro de nutrientes y pone en peligro la sustentabilidad del sistema por la creciente erosión del suelo (Fernández Baca, 1991).

En la actualidad, los camélidos sudamericanos probablemente constituyen el único medio de utilización productiva de las extensas áreas de

¹ Ingeniero zootecnista, MSc., Dr. Vicepresidente de Investigación en la Universidad Nacional Autónoma de Huanta. E-mail: jrui@unah.edu.pe



pastos naturales de las zonas altoandinas donde no es posible la agricultura ni la crianza económica de otras especies domésticas, debido a que convierten con inusual eficiencia, los pastos pobres de estas alturas en productos de alta calidad como son la fibra y la carne (Quispe et al., 2008). Sin embargo, en las comunidades campesinas hay una tendencia a poseer un número de animales por encima de la capacidad receptiva de los pastizales lo que conduce al sobrepastoreo (Fernández Baca, 2005). Así, el manejo inadecuado y el sobrepastoreo están generando un proceso de degradación de los pastizales lo que se traduce en bajos índices de producción y productividad (Ruiz et al., 2004). De este modo, los pastizales altoandinos están muy degradados en términos de composición botánica y estabilidad del suelo. Este nivel de degradación está asociado a los sistemas de tenencia de la tierra y al sobrepastoreo, encontrándose los pastizales más pobres en áreas donde la propiedad del ganado es individual y el uso de la tierra es comunal (Flores, 1991). Esta realidad limita la implementación de programas de mejoramiento genético, ya que estos no pueden prosperar si es que no se mejoran las condiciones alimenticias para los camélidos. Siendo muy necesario el mejoramiento de los sistemas de pastoreo, de la condición de los pastizales, así como el estudio de especies forrajeras de mayor velocidad de crecimiento, de mejor adaptación y resistencia a las condiciones climáticas existentes en la zona altoandina.

2. Habitat

El hábitat de los camélidos sudamericanos corresponde mayormente a las formaciones ecológicas páramo muy húmedo subalpino, tundra pluvial alpina, páramo húmedo subalpino, tundra muy húmeda alpina, matorral desértico subalpino, tundra húmeda alpina y tundra seca alpina (Flores, 1991). Estas formaciones ecológicas de la puna se encuentran desde el norte del Perú hasta el norte de Argentina, incluyendo las áreas altoandinas de Bolivia y Chile; siendo más húmeda hacia el norte y más seca hacia el sur. La altitud de la puna oscila entre los 3800 y 4500 msnm con una temperatura de 6 °C a 8 °C y 400 a 700 mm de precipitación. Actualmente también constituye hábitat de llamas, alpacas y vicuñas introducidas los páramos del Ecuador. El guanaco además de las formaciones anteriores puede vivir en zonas más bajas como la estepa desértica, el matorral, las lomas costeras y la formación chaqueña del Paraguay (Ruiz, 2011).

Las alpacas viven preferentemente en la tundra andina húmeda, en los lugares llamados bofedales u oconales. Las llamas buscan su sustento alimenticio en páramos secos, escarpados y hasta en zonas pedregosas. Las vicuñas en cambio viven en lugares donde otras especies no pueden prosperar por encima de 4.000 msnm. Estos lugares son muy pobres en pastos naturales y el medio ambiente es muy difícil, con variaciones bruscas de temperatura tan solo en 24 horas (Trejo, 1993). En general, los camélidos pueden vivir desde el nivel del mar hasta más de 5,000 metros de altitud.

3. Antecedentes Históricos

Garcilazo de la Vega (1609), estimó en dos millones la población de vicuñas en el Tahuantinsuyo, las cuales eran capturadas para la esquila de su fibra en la práctica del “CHACCU” (Figura 1), que se realizaba cada 3 años para permitir el crecimiento de la fibra y para evitar que se altere la reproducción. Era muy fácil observar vicuñas y guanacos, así como observar los camélidos domésticos en las lomas costeras y pisos ecológicos más bajos de la puna. Por otro lado, Trejo (1993) indica que existieron aproximadamente 23 millones de llamas y 7 millones de alpacas antes de la llegada de los españoles. Asimismo, Cancino (2008) indica que en la Patagonia existían entre 30 y 50 millones de guanacos antes de la conquista, poblaciones que declinaron continuamente desde la colonización europea con la introducción del ganado doméstico.



Figura 1: Vicuñas capturadas en el Chaccu, 2008.

Nota: En el Fundo Lachoc de la Universidad Nacional de Huancavelica, Perú.

Fuente: Jaime Antonio Ruiz Béjar.

La crianza de camélidos estuvo muy bien organizada durante el Imperio Incaico, se aplicaron sistemáticamente programas de selección y separación de rebaños por razas y colores (Figura 2), llevándose el registro de producción de los animales. Según Garcilazo de la Vega (1609), durante el Imperio Incaico la carne de alpaca, llama, guanaco y vicuña “es de comer”, y la carne de alpaca “es poco” comparada con la carne de llama, y que la carne de vicuña no era tan buena como la del guanaco. Indica también que los depósitos de alimentos estuvieron repletos de “charqui” la carne seco-salada de llamas y alpacas. Asimismo, existen relatos que la carne de camélidos se consumía asada o cocinada bajo tierra.



Figura 2: Rebaño de alpacas de color marrón.

Nota: En el Fundo Lachocc perteneciente a la Universidad Nacional de Huancavelica, Perú.

Fuente: Jaime Antonio Ruiz Béjar.

Se sabe también que, durante el Incanato, caravanas de llamas solían acompañar a los ejércitos reales. Así se extendió la distribución de esta especie a lo largo de los andes, desde el sur de Colombia hasta la zona central de Chile, por lo cual fue quedando como tradición el uso de la llama como animal de carga para caminatas largas y que actualmente se mantiene en la región sur del Perú (Ruiz, 2011). Asimismo, existen relatos que se utilizaron muchas llamas en el traslado de los productos de la minería en las llamadas rutas del mercurio, en la cual se trasladaba el azogue en llamas desde Huancavelica hasta Pisco, luego en barco hasta Arica, y de allí en llamas hasta Potosí; y la ruta de la plata, la cual era trasladada en llamas desde Potosí hasta Arica y desde aquí se embarcaba con destino a España.

4. En el Perú

Para el caso de las alpacas la mayor población corresponde a la raza Huacaya con un 85% mientras que la raza Suri sólo representa el 15% de la población

total. Para el caso de la llama hay cierto grado de equilibrio entre las dos razas existentes, con un ligero predominio de K’ara (Figura 3) que representa el 58% de la población de llamas a nivel nacional y un 42% para la raza Chaku (Figura 3). Asimismo, el Perú cuenta con una población aproximada de 200.000 vicuñas (Figura 4) la cual va en aumento año tras año y solo cuenta con 3810 guanacos en peligro serio de extinción.

En el Perú para el 2001 la producción de carne de alpaca y llama fue de 8,271 y 3,209 TM respectivamente. El consumo per cápita anual de carne de alpaca es de 0,32 kg. El comercio de la carne de alpaca se desarrolla en mercados restringidos a la zona andina y mercados informales de la costa (INIA, 2003). Los productores ofrecen el producto, como animales en pie o como carne (fresca o deshidratada). Los animales en pie son vendidos a intermediarios rescatistas que los llevan a los mercados urbanos para su beneficio y comercialización (Ruiz et al., 2004). En la medida en que el producto se comercializa de manera informal en el mercado, los precios de la carne en la zona urbana se cotizan debajo de las demás carnes, representando un 30% con respecto a los ovinos y un 50% respecto a los vacunos (Vilca, 1991).



Figura 3: Llama variedad Chaku o lanuda (izquierda) y de la variedad K’ara o pelada (derecha), en la Empresa Rural Alianza en Puno, Perú.

Fuente: Jaime Antonio Ruiz Béjar.

Una modalidad de consumo de la carne de camélidos es transformándola en charqui, proceso que consiste en deshidratar la carne. El proceso consiste en pedacear la carne desgrasada, prensarla y salarla para luego colgarlas en estacas bajo los rayos del sol y sometiéndola a la acción de heladas durante la noche. La carne procesada como charqui puede mantenerse por un lapso de 4 a 5 meses con valores nutritivos más altos que los de la carne fresca, posibilitando su transporte y comercialización (Ruiz, 2011).



Figura 4: Vicuña en cautiverio en el Fundo Lachocc perteneciente a la Universidad Nacional de Huancavelica, Perú.

Fuente: Jaime Antonio Ruiz Béjar.

La carne de alpaca y la de llama tiene diversos destinos el autoconsumo (generalmente en animales viejos o que han muerto por accidentes), trueque o para la venta. La carne se ofrece en los mercados regionales, mientras que las vísceras son utilizadas para el autoconsumo. La comercialización se desarrolla en condiciones desfavorables al producto en cuanto a calidad y presentación se refiere, puesto que no son beneficiadas en camales y se trasladan en mantas hacia los centros de consumo, produciéndose un excesivo manipuleo, generándose un mercado informal (Ruiz, 2011).

La mayoría de los productores no tienen vinculación directa con el mercado, por lo que se desconocen los requerimientos de cada uno de los eslabones de la cadena de comercialización. La producción de carne de camélidos no obedece a ningún parámetro comercial y tampoco está enfocado a los requerimientos específicos de un mercado de la carne, de modo que pueda afirmarse que la producción vendida por el productor es un subproducto de la crianza familiar (Espíndola, 1997).

La carne, tanto de llama como de alpaca, posee un consumo bajísimo en los medios urbanos, pese a sus extraordinarias cualidades nutritivas, como lo son el bajo porcentaje de grasa y un nivel de proteína más alto en relación a otras especies, características adecuadas para los perfiles nutricionales de las sociedades modernas (INIA, 2003). El mayor problema que limita la aceptación de la carne de camélidos para el consumo humano es el de la sarcocistiosis, enfermedad parasitaria que no afecta al hombre, pero altera su aceptabilidad al generar un aspecto desagradable al producto, y ser confundida con otra parasitosis de alto potencial zoonótico. Se suma a ello que se considera a la carne de camélidos como alimento único de campesinos y no para las

poblaciones urbanas debido a la idiosincrasia entre las personas del burgo (Fernández Baca, 2005).

Con respecto a la fibra, el Perú es el primer productor mundial de fibra de alpaca. En el 2001, la producción peruana de fibra de alpaca y llama fue de 3900 y 711 TM respectivamente. El 90% de la producción interna de fibra de alpaca es utilizada en elaboración de productos textiles destinados al mercado internacional. En el 2001, las exportaciones de fibra en sus diversos niveles de procesamiento alcanzaron un valor de 38 millones de dólares americanos (Ruiz et al., 2004) y para el año 2003 se registró una producción de 6440 TM por un valor encima de los 82 millones de dólares (De Los Ríos, 2006). Los volúmenes más significativos ofertados en el mercado corresponden a la fibra de alpaca, mientras que la de llama se orienta básicamente para el autoconsumo, ofertándose marginalmente, mezclada con la de alpaca (Ruiz, 2011).

La oferta de la producción de fibra está determinada por el período de esquila. En el Perú se realiza mayormente durante los meses de octubre a diciembre, previo a la estación de lluvias. Ofertándose desde noviembre hasta abril. En los meses restantes el productor mantiene en “stock” ciertos volúmenes en la expectativa de mejores precios, gastos en fechas importantes (inicio del año escolar, semana santa, fiestas patrias, o algún acontecimiento importante de la comunidad o parcialidad) o para casos de emergencia (Ruiz, 2011).

La comercialización de la fibra de alpaca y llama se caracteriza por un alto nivel de intermediación y la limitada capacidad de negociación de los productores. Esta situación convierte a los criadores en precio-aceptantes por cuanto no están en capacidad de definir precios ni canales de comercialización, los cuales son impuestos por los demás agentes de la comercialización (Ruiz et al., 2004).

5. En Argentina

La población de llamas en Argentina estimada es de alrededor de 200.000 animales, la población de guanacos es de 460.000 animales y la de vicuñas de 32.000 ejemplares (Frank, 2005), no existen reportes oficiales de la existencia de alpacas, sin embargo el año 2012 se introdujeron 50 alpacas a la Provincia de San Luis desde Chile para que aplicando la transferencia de embriones se intente aumentar la población de alpacas con el uso de llamas como receptoras (Comunicación personal de Carlos Poplavsky, Presidente de Productores Argentinos de Llamas, Alpacas y Guanacos Asociados, PALAGA).

Existen escasas acciones de aprovechamiento autorizado de poblaciones silvestres de vicuñas y guanacos que están en manos de empresas comerciales o pequeños productores con financiamiento externo. Básicamente en vicuñas hay dos sistemas alternativos de aprovechamiento, el encierre y la esquila controlada que ejecuta el proyecto MACS en Cieneguillas (Jujuy) y el sistema de criaderos del INTA Abra Pampa (Jujuy). En guanacos es básicamente similar, pero predominan los criaderos intensivos y existe una variante de criadero extensivo con animales solo amansados. El sistema de captura se ha implementado hace poco luego de muchos intentos que fracasaron en encerrar animales. En ambos casos el objetivo fundamental es la exportación de fibra en bruto, solo algunos pocos casos se incluye carne de guanaco en los criaderos intensivos (Frank, 2005).

Para el caso de las llamas, la gran mayoría de los criadores son pequeños productores (90%) que poseen en promedio una tropa de no más de 80 animales que a su vez poseen ovejas y en algunos casos vacas y cabras. Sólo una pequeña porción de criadores de llamas de Argentina son productores económicamente estructurados y con una rentabilidad interesante. En esta especie tradicionalmente se definían dos sistemas de producción: fibra-carne y carne-fibra en base a cuál es el producto más importante, ahora se agregan algunos sistemas que incluyen la venta de reproductores y/o animales para valor escénico. En estos momentos el sistema fibra-carne es el más importante debido al precio de la fibra y a la fluidez de la comercialización. La carne depende más de la capacidad negociadora del criador y su distancia con los centros de consumo (Frank, 2005).

La fibra de vicuña es comercializada por licitación pública de la cooperadora del INTA Abrapampa y a través del consorcio formado con las empresas internacionales interesadas en la misma. Para el caso del guanaco la situación es ligeramente similar, pero debido a las menores restricciones legales la comercialización tiene mayor fluidez. Además de las licitaciones o concursos de precios que organizan algunas provincias (Río Negro) las ventas se realizan en forma directa de la empresa al exportador o industrial (Frank, 2005).

La fibra de llama que anualmente se comercializa fluctúa entre 50-70 ton., esto depende del mercado y del estado de los animales, siendo la provincia de Jujuy la mayor proveedora. Lamentablemente no se tiene información sobre la fibra que se procesa en formal familiar y artesanal, ya que no se dispone de formas de recolección de información comercial (Frank, 2005).

La faena se realiza tradicionalmente en la propia finca del productor y de allí se comercializa como carne fresca (100%), algunas alternativas que van surgiendo es la instalación de mataderos que puedan ser autorizados por SENASA para una faena controlada, pero al momento tienen poca injerencia en la masa total de carne faenada. Producto del proyecto del sistema INCO (Unión Europea) que estudia la problemática de la carne de llama y que como tal ha generado productos cárnicos elaborados que algunos productores están tratando de implementar a nivel comercial. Los productos mejor logrados son: salame y chorizos para consumo fresco, jamón del miembro posterior (violino), bresaola (similar a la bondiola), arrollado de bola de lomo, paté y charqui en túneles de desecado (Frank, 2005).

Se ha observado un incremento notable del consumo de carne de llama entre 1995 (980 kg) y 2003 (6819) con una disminución en el 2004 en la ciudad de Jujuy, único dato relevante que se posee sobre este ítem (Frank, 2005).

En Argentina, entre las décadas del 70 y 80 del siglo pasado se llegó a exportar 63.000 pieles de guanaco al año (Cancino, 2008), situación que se suspendió en 1993 por recomendación de CITES debido a la peligrosa reducción de las poblaciones de guanacos en la Patagonia.

6. En Chile

La explotación comercial de los camélidos se ha limitado a las especies domésticas y en los últimos 150 años ha estado en manos de pocos productores e intermediarios que controlan la producción. En Chile, los camélidos sudamericanos representan sólo el uno por ciento del total de la masa ganadera del país, sin embargo es la principal fuente de ingresos de la población Aymara que habita en el altiplano andino de la I Región Arica Parinacota (Raggi, 2005).

El mercado de la fibra siempre ha sido inestable con amplias fluctuaciones de precio y volúmenes de producción. Muy poco se ha hecho con relación a las tecnologías de producción y al mejoramiento del pelo. La mayor parte de los avances se han realizado en el procesamiento textil y en las tecnologías de tratamiento de la fibra. Por otro lado, la carne de camélidos domésticos ha sido considerada como un producto de baja calidad, principalmente por la presencia de enfermedades parasitarias, como la sarcosporidiosis, que altera las características organolépticas del producto (Raggi, 2005).

En Chile, históricamente los precios del kilo de fibra de alpaca se han ubicado entre US\$6,0 y



US\$20,0 según su finura. Actualmente el precio por el vellón sucio oscila entre US\$5,0 y US\$7,5 por kilo (Parraguez et al., 2004). Chile ha exportado oficialmente la fibra de vicuña solo en las temporadas 2002 y 2003, mediante licitaciones privadas. El país de destino fue Argentina y los precios obtenidos por kilo de vellón han sido de US\$615, y de US\$181 para la pedacería (Parraguez et al., 2004).

La única oportunidad de desarrollar la producción de fibra y carne de camélidos es crear programas de mejoramiento animal que suministre productos “calificados” para el consumo interno y la exportación a otros países. El mercado para los productos camélidos, pelo y carne, es capaz de crecer y desarrollarse, pero solamente si la producción es más ordenada, con manejo de costos, y con la promoción de las especiales características de la fibra (Raggi, 2005).

En Chile, para el año 1999 se obtuvo un beneficio nacional de 6127 cabezas de camélidos, todos faenados en los mataderos de Arica (I Región), obteniéndose 44 kilos en vara en el caso de las llamas y 29 kilos en vara para las alpacas. El precio de un animal en pie oscila entre US\$41,6 y US\$58,3. Los precios en vara oscilan entre US\$1,25 y US\$1,41 por kilo y, en corte, los precios van desde US\$1,66 hasta US\$4,58 por kilo (Parraguez et al., 2004).

La explotación comercial de los camélidos en Chile tiene el potencial de convertirse en un negocio rentable con muchos beneficios para el sector agrícola, así como de las personas que actualmente dependen de estos animales para su sustento. Es factible pensar en alcanzar niveles de éxito similares a los obtenidos en otros países, considerando además la excelente condición sanitaria de Chile y la posibilidad de aplicar modernas tecnologías científicas y de manejo (Raggi, 2005).

La vicuña ha sido cazada por su fibra fina y en Chile se convirtió en una especie en peligro de extinción, sin embargo, desde 1970 se inició un efectivo programa de protección. Como consecuencia del mismo, la población de vicuñas se ha incrementado hasta alcanzar los 25.000 ejemplares en el altiplano de la I Región. Actualmente las vicuñas son capturadas y esquiladas para obtener su fino pelo. Desde 1995, el sistema de captura y esquila se ha estudiado y usado en Chile y actualmente se han desarrollado diversos módulos de crianza en semicautiverio (Raggi, 2005).

Finalmente, y como consecuencia de un exitoso programa de conservación, la población de guanacos se ha triplicado en la XII Región de Chile y actualmente el manejo del guanaco en cautiverio se enfoca a obtener animales adaptados al humano y a diferentes situaciones de manejo. La investigación futura de esta especie está dirigida a evaluar diferentes manejos y sus efectos sobre la especie. Específicamente el

cautiverio, en orden a estudiar la viabilidad económica de las explotaciones y la mantención de las poblaciones silvestres (Raggi, 2005).

7. En Ecuador

La población de alpacas se extinguió en tiempos de la conquista por enfermedades introducidas con las nuevas especies animales traídas desde Europa. En Ecuador existían 2024 alpacas y 21662 llamas (INEC, 2002). Actualmente existen alrededor de 6595 alpacas, 10286 llamas, 2455 vicuñas, 407 huarizos y 20 mistis. La mayor población de alpacas se encuentra en Cotopaxi (3402 animales) y la menor en Loja (30 animales); la provincia de mayor población de llamas es Bolívar (2750 animales) y la de menor Azuay (32 animales). Las vicuñas solamente están en la Provincia Chimborazo. Organismos del Estado manejan el 46% de la población de CSA, 19% la Iglesia Católica, 18% propietarios particulares y 17% las comunidades campesinas, que son organismos jurídicos, con condiciones económicas muy bajas. De acuerdo al sistema de manejo, 2,08% de la población es tecnificada; 56,25% semi-tecnificada, y 41,67% tradicional. La fibra de llamas no es aprovechada; la de alpacas es obtenida anualmente (4,5 Kg/animal) casi sin exportación. El 2,08% de productores aprovechan la fibra hasta obtener hilo; y el 20% de ellos elaboran prendas de vestir y otros tejidos. No existe consumo masivo de carne; en ciertos casos se preparan frituras y/o se disea al frío. Solamente la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Politécnica de Chimborazo, ha reportado la elaboración de embutidos y cortes diferenciados de carne con resultados satisfactorios. En sistemas tradicionales de crianza, no existe ningún tipo de prevención y control de enfermedades. La mortalidad se debe a presencia de Sarcosistiosis, Fasciola Hepática, *Oestrus ovis*, Neumonías, parasitismo, hongos, sarna, enterotoxemia, estomatitis, metritis, otitis y golpes o heridas. La legislación existente es antigua, no específica y no promueve el desarrollo de esta rama de la actividad pecuaria. Se concluye que, a pesar de las potencialidades, en Ecuador no existe desarrollo sostenible en explotación de Camélidos (Peña, 2005).

8. En Bolivia

La zona Andina de Bolivia por las características ambientales y geográficas es el primer país productor de llamas seguido por Perú y Argentina. Los

principales criadores “*uywiri*” y pastores “*awatiri*” de llamas y alpacas son de nacionalidad aymará y quechua. En los ayllus del Altiplano Central de Bolivia se encuentra la mayor diversidad fenotípica de llamas en comparación a las zonas del Altiplano Norte y Sur. La *q'ara* y la *t'amphulli* son conocidas como razas por las características particulares definidas (Cardozo, 1999); en tanto las *chhulali*, *ch'ikhu*, *phulla*, *suxalli*, *qulila* conocidas solo como intermedias, también tienen caracteres morfológicos, aunque no suficientemente estudiadas o definidas para clasificarlas como razas. A estos morfotipos se suman las llamas *murú* (oreja corta), el *withu* (cola corta), el *sapatiru* (monodactilia) mal conocidas como defectos congénitos hereditarios, ya que para el productor resultan llamas con caracteres productivos beneficiosos (Choque, 2013).

En Bolivia para el año 2002, el precio por kilo de fibra bruta fue de US\$2,2; de fibra clasificada y descordada de colores y blanca fue de US\$4,3 y US\$6,8 respectivamente. Gran parte de la producción de fibra es procesada hasta tops en Perú, para luego retornar a Bolivia para su transformación y comercialización (UNEPCA, 2003a). Asimismo, se ha logrado una oferta de 135,19 kg/año de fibra seleccionada y descordada. También se ha conseguido una revalorización de la fibra de llama frente a la fibra de alpaca con un precio comercial apenas 10% inferior cuando llegó a estar a menos de la mitad. La oferta lograda es de 42079 kg/año de hilo de llama y alpaca los cuales contribuyeron a ofertar productos terminados como 1296 m²/año de alfombras y 2639 piezas/año de prendas de vestir (UNEPCA, 2003b).

En Bolivia se ha logrado una oferta de 6987 cabezas/año de animales jóvenes menores de 2,5 años de edad desde centros de recría y 645 carcasas certificadas/día desde los centros de faenado. La oferta lograda es de 20640 kg/día de carne técnicamente faenada y certificada desde los centros de faenado, la cual contribuyó a la comercialización de 4700 kg/año de carne extra y primera, la transformación y venta de 7800 kg/año de carne deshidratada (charqui) y 2160 kg/año de embutidos a través de centros de distribución y puntos finales de venta (UNEPCA, 2003b).

En Bolivia se ha logrado una oferta de 44.000 unidades/año de pieles de animales adultos y neonatos requeridos bajo exigencias de las curtiembres. Se ha logrado una oferta de 150.000 pies²/año de cueros de distintos tipos contribuyendo a la transformación y comercialización de 13200 unidades/año de artículos de cuero y 16600 pares de guantes/año para la exportación al mercado chileno (UNEPCA, 2003b).

9. Consideraciones Finales

La crianza de alpacas y llamas se realiza en zonas altoandinas en donde no es posible ninguna otra actividad agropecuaria en un ecosistema muy frágil. El 90% de los camélidos domésticos está en manos de pequeños productores con sistemas de manejo tradicionales y bajos índices productivos, lo que dificulta la implementación de medidas que permitan mejorar los índices de producción y productividad. En la comercialización de la fibra existen muchos intermediarios lo que impide obtener un producto de mejor calidad que satisfaga las demandas de la industria textil. El consumo de la carne de camélidos se restringe a la zona andina y mercados informales de la costa, siendo una limitante para el consumo la presencia de la sarcocistiosis. Las pieles y cueros son utilizadas básicamente para la artesanía.

Referencias

- Cancino AK. Producción de guanaco (*Lama guanicoe*) en la región patagónica argentina. In: Quispe EP, editor. Memorias del Seminario Internacional “Biotecnología aplicada en Camélidos Sudamericanos”. Perú: Universidad Nacional de Huancavelica; 2008. p. 85-88.
- Cardozo A. Razas de llamas. PROCAMPO – Revista del Desarrollo Rural. 1999; 83:43-44.
- Choque S. Producción familiar sustentable de llamas y alpacas en Bolivia. In: Ruiz JA, editor. Producción y Tecnología en Camélidos Sudamericanos. Huancavelica: Proyecto FOCAM; 2013. p. 59-78.
- De Los Ríos E. Producción textil de fibras de camélidos sudamericanos en el área altoandina de Bolivia, Ecuador y Perú [internet]; 2006. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO). Available from: http://infoalpaca.com.pe/wp-content/uploads/2015/05/58563_camelidos_final.pdf.
- Espíndola A. Estudio de mercado de camélidos de exportación en la provincia de Parinacota. In: Taller, definición de criterios de políticas sobre camélidos sudamericanos. Arica: Ministerio de Agricultura, ODEPA; 1997.
- Fernández Baca S. Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú. Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo de la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina



- TCP/RLA/2914. Perú: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO); 2005. p. 13-43.
- Fernández Baca S. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos [monograph]. Santiago de Chile: Oficina Regional de la FAO; 1991.
- Fundación para la Innovación Agraria – FIA. Camélidos en Chile: Situación actual y perspectivas. Santiago de Chile: Ministerio de Agricultura; 2000.
- Flores ER. Manejo y utilización de pastizales. In: Avances y Perspectivas del Conocimiento de los Camélidos Sudamericanos. Santiago de Chile: Oficina Regional de la FAO; 1991. p. 191-211.
- Frank E. Situación actual de los Camélidos Sudamericanos en Argentina. Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo de la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina TCP/RLA/2914. Argentina: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO); 2005.
- Garcilazo de la Vega I. Comentarios Reales de los Incas (1609). 1st ed. Lima: Fondo de Cultura Económica; 1991.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos – INEC. Estadísticas nacionales. Censo Nacional de Población, Vivienda y Producción. Quito: INEC; 2002.
- INIA. Primer Informe Nacional sobre la Situación de los Recursos Zoogenéticos. Documento de trabajo. Lima: PRONIRGEB; 2003.
- Parraguez V, Sales F, Novoa R, Raggi LA. Comercialización interna y externa de productos de rumiantes pequeños y camélidos sudamericanos en Chile. Revista Electrónica de Veterinaria. 2004; 5(13).
- Peña L. Situación actual de los camélidos sudamericanos en el Ecuador. Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo de la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina TCP/RLA/2914. Ecuador: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO); 2005.
- Quispe EC, Alfonso L, Flores A, Guillén H. Bases para establecer un programa de mejora de alpacas en la región altoandina de Huancavelica – Perú. In: Quispe Peña E, Mueller JP, Bejar JR, Ruiz LA, Gutiérrez GA. Actualidades sobre Adaptación, Producción, Reproducción y Mejora Genética en Camélidos. Primera edición. Editor: Quispe Edgar. Huancayo: Universidad Nacional de Huancavelica; 2008. p. 93-112.
- Raggi L. Situación actual de los camélidos sudamericanos en Chile. Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo de la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina TCP/RLA/2914. Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO); 2005.
- Ruiz J, editor. Producción y Tecnología en Camélidos Sudamericanos. Huancayo: Universidad Nacional de Huancavelica; 2011.
- Ruiz JA. Avances en biotecnología reproductiva aplicada en la hembra de los camélidos sudamericanos. In: Quispe Peña E, Mueller JP, Bejar JR, Ruiz LA, Gutiérrez GA. Actualidades sobre Adaptación, Producción, Reproducción y Mejora Genética en Camélidos. Primera edición. Editor: Quispe Edgar. Huancayo: Universidad Nacional de Huancavelica; 2008. p. 49-82.
- Ruiz JB, Gutiérrez GA, Velarde RF. Producción y comercialización de los productos de los pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos en el Perú. In: La comercialización de los productos de los pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos en Latinoamérica. México: RED CYTED; 2004. p. 119-126.
- Trejo W. Mejoramiento genético de la producción de alpacas. In: Manual de alpacas y tecnología de sus productos. Lima: Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial, Proyecto Transformación de la Tecnología Agropecuaria; 1993. p. 39-58.
- UNEPCA. Actores económicos insertos en mercados dinámicos del sector Camélidos. Oruro: FIBA-CAF-MACIA; 2003a. (CD-ROM).
- UNEPCA. Evidenciando oportunidades a ocho años de la intervención de UNEPCA en el sector Camélidos. Oruro: FIBA-CAF-MACIA; 2003b. (CD-ROM).
- Vilca M. Producción, tecnología e higiene de la carne. In: Fernandez-Baca S, editor. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Santiago de Chile: Oficina Regional de la FAO; 1991. p. 387-417.

Reproducción en camélidos

*Virginia Luz Trasorras*¹

*Fernanda Gabriela Fumuso*²

*Maria Fernanda Veiga*³

*Maria Graciela Chaves*⁴

*Susana Maria Giuliano*⁵

*Marcelo Horacio Miragaya*⁶

*Maria Ignacia Carretero*⁷

Los Camélidos Sudamericanos (CSA) constituyen recursos ganaderos autóctonos por su producción de carne y fibra. La fibra es muy valorada internacionalmente por la industria textil y la carne posee muy bajo contenido en colesterol y es prácticamente la única fuente de proteínas de origen animal disponible para los habitantes de las zonas naturales que habitan los camélidos. La realidad social de las poblaciones relacionadas a la utilización de camélidos es de extrema pobreza, generalmente con necesidades básicas insatisfechas y ubicándose entre los grupos con condiciones de vida más desfavorables. A los magros ingresos que poseen, se suman las rigurosidades climáticas, un ambiente desértico y el aislamiento geográfico. Ante tanta adversidad, los camélidos constituyen una alternativa productiva esencial. Para mejorar sus ingresos, los pobladores necesitan producir más. El aumento indiscriminado del número de cabezas no resulta aconsejable pues estas zonas están expuestas al riesgo del sobrepastoreo y la desertificación. Por lo tanto, el aumento de la eficiencia productiva y especialmente reproductiva, de las tropas actuales representa la alternativa más viable para contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de los pobladores. Es necesario el uso de estrategias reproductivas tendientes a

mejorar la producción de los rodeos y conservar el acervo genético de los futuros reproductores. Estas estrategias están representadas entre otras, por biotecnologías reproductivas como la inseminación artificial y la transferencia embrionaria. El éxito de estas estrategias se encuentra mediado por el conocimiento profundo de la anatomía y la fisiología reproductiva de estas especies.

Este capítulo describe la anatomía, la fisiología y las biotecnologías reproductivas utilizadas en la hembra y el macho de CSA.

1. Hembra

1.1 Anatomía del Aparato Reproductivo de la Hembra

En hembras que no han tenido partos (nulíparas), el tracto reproductivo se encuentra en la cavidad pelviana mientras que en hembras multíparas el

¹ Dra., Mg., Vet., Cátedra de Teriogenología, INITRA, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires; CONICET, Argentina. vickytrasorras@gmail.com

² MV. Cátedra de Teriogenología, INITRA, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. E-mail: fernandafumuso@gmail.com

³ MV. Cátedra de Teriogenología, INITRA, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. E-mail: mferveiga@gmail.com

⁴ MV. Cátedra de Teriogenología, INITRA, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. E-mail: gatychaves@gmail.com

⁵ MV, Dra. Cátedra de Teriogenología, INITRA, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. E-mail: smgiulia@gmail.com

⁶ MV, MSc., Ph.D. Cátedra de Teriogenología, INITRA, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. E-mail: marcelo.miragaya@gmail.com

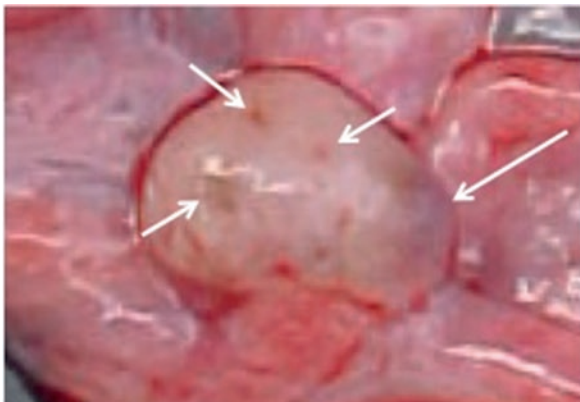
⁷ MV, Dra. Cátedra de Teriogenología, INITRA, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. E-mail: ignaciacarretero@gmail.com



aparato reproductivo se inclina a la cavidad abdominal. La disposición del útero y ovarios es variable; el útero puede encontrarse extendido en forma de “Y” o con los cuernos enrollados, dependiendo del perfil hormonal predominante. El ligamento ancho abarca la zona ventral uterina.

Los ovarios de la llama son elípticos a globulares (1,3-2,5 cm x 1,4-2,5 cm x 0,5-1 cm) mientras que los de alpaca son más globulares (1,3-1,9 cm x 0,9-1,3 cm x 0,9-1,3 cm) variando los tamaños de acuerdo a las estructuras presentes (Fowler, 1998). Los folículos de 2 mm o mayores y el cuerpo lúteo (CL) se proyectan prominentemente de la superficie del ovario (Figura 1) (Youngquist, 1997). Un folículo capaz de ovular puede alcanzar el tamaño de 7 a 12 mm en la llama y de 6 a 11 en la alpaca. Cualquier folículo mayor a 13 mm es considerado patológico y persistente (Adams et al., 1991). Cada ovario pesa 1,9-2,4 gramos aproximadamente. La bolsa ovárica es larga (2,5 cm x 2,5 cm x 5 cm) y envuelve completamente el ovario (Fowler, 1998).

(a)



(b)

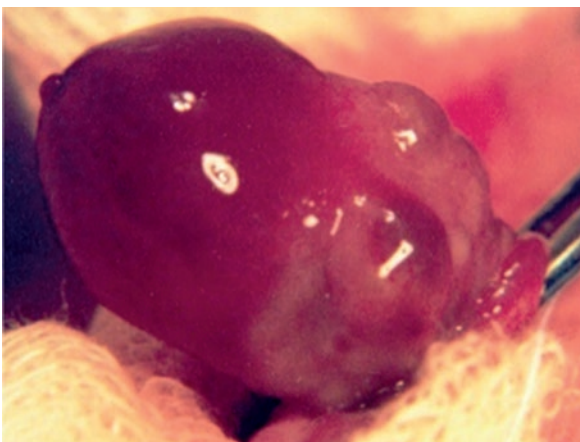


Figura 1: Ovario de llama adulta.

Nota: (A) Folículo de 9 mm (flecha grande) y varios folículos de 3 mm (flechas pequeñas); (B) Cuerpo lúteo.

Fuente: Cátedra de Teriogenología, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires.

Los oviductos son relativamente largos y tortuosos (Figura 2); miden aproximadamente 10,5 cm y se abren dentro de los cuernos uterinos a través de una pequeña papila, que actúa como un esfínter (Figura 3). Incluso aplicando una alta presión, es imposible pasar líquidos desde el útero hacia el oviducto pero sí es posible en dirección contraria (Youngquist, 1997).

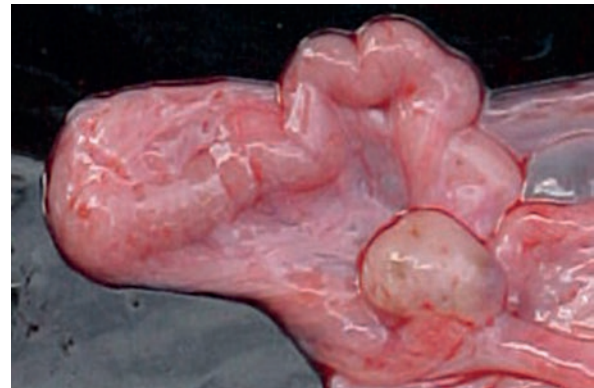
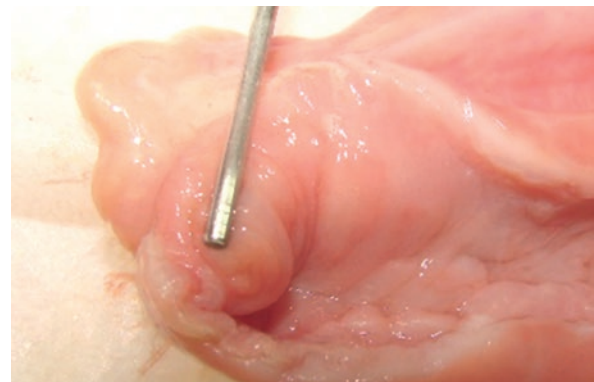


Figura 2: Oviducto de una llama adulta.

Fuente: Cátedra de Teriogenología, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires.

(a)



(b)

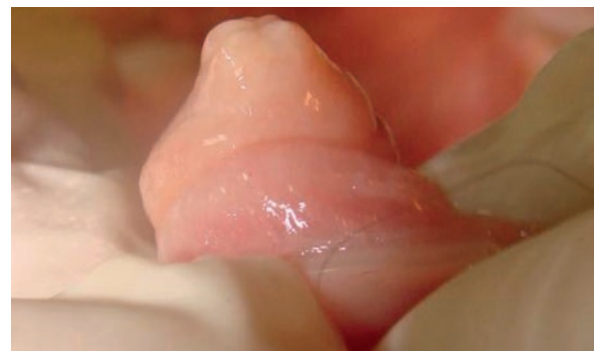


Figura 3: Punta del cuerno uterino.

Nota: (A) Se realizó una incisión para exponer la papila (flecha); (B) Eversión de la papila (flecha).

Fuente: Cátedra de Teriogenología, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires.

El útero es de tipo bicornual. El cuerpo es corto (3-5,5 cm) pero externamente no lo aparenta debido a que los cuernos uterinos se encuentran unidos por un septo (Figura 4) (Fowler, 1998). El cuerno uterino izquierdo es mayor tamaño que el derecho ($7,9 \pm 1,3$ cm vs. $7,4 \pm 0,9$ cm), especialmente luego de la preñez. *In situ* los cuernos uterinos se curvan ventral y caudalmente y el grado de curvatura es mayor durante la fase luteal y menor durante la fase folicular (Youngquist, 1997).



Figura 4: Útero de llama adulta.

Nota: La flecha señala el septum intercornual.

Fuente: Cátedra de Teriogenología, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires.

El cérvix mide de 2 a 5 cm de largo por 2 a 4 cm de diámetro y posee internamente dos a tres estructuras similares a anillos de disposición transversal (Fowler, 1998) (Figura 5).

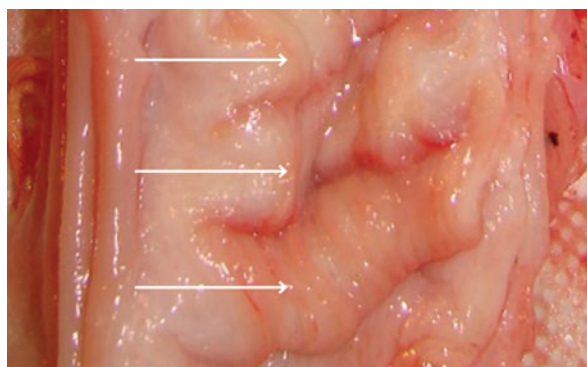


Figura 5: Cérvix de llama adulta con tres pliegues de disposición transversal (flechas).

Fuente: Cátedra de Teriogenología, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires.

La vagina posee una longitud que varía de 15 a 25 cm y un ancho aproximado de 5 cm, el vestíbulo vaginal mide de 3-4 cm, según el tamaño corporal de la hembra (Fowler, 1998).

La vulva se encuentra en posición vertical a 4-6 cm de distancia del orificio anal y su longitud es aproximadamente de 3 a 5 cm (Figura 6). No se observa edema de los labios vulvares durante la fase folicular (Fowler, 1989). El clítoris puede palparse como una estructura dura en el extremo de la comisura ventral de la vulva (Johnson, 1989).

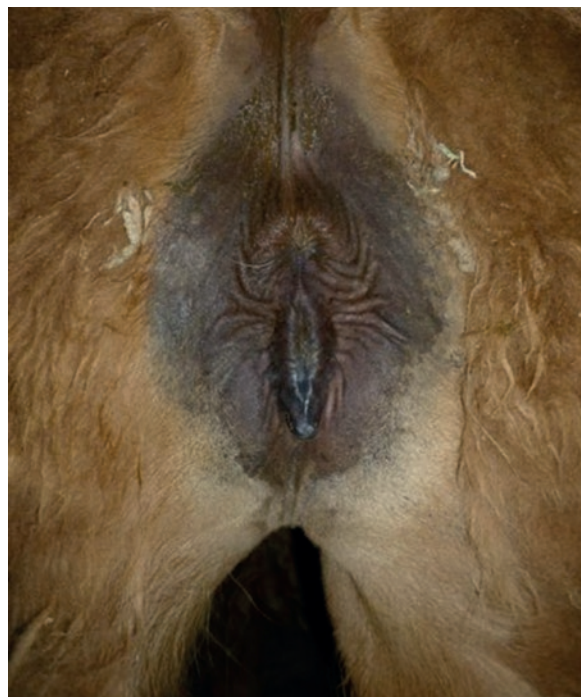


Figura 6: Periné de una llama adulta con conformación perineal normal.

Fuente: Cátedra de Teriogenología, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires.

1.2 Fisiología Reproductiva

En su hábitat natural (zonas alto-andinas), los CSA domésticos (llama y alpaca) y silvestres (guanaco y vicuña) muestran un comportamiento reproductivo estacional que predomina durante la época de lluvias y disponibilidad forrajera (primavera-verano). En las zonas o territorios que se encuentran a nivel del mar y con buena alimentación, las llamas y alpacas son consideradas “no estacionales” ya que presentan desarrollo folicular a lo largo de todo el año. Sin embargo, en llamas machos se ha observado que la capacidad fertilizante disminuye durante los meses de alta temperatura ambiental (Giuliano et al., 2000; 2008).

En la pubertad las hembras manifiestan signos de comportamiento sexual, sus folículos adquieren



capacidad ovulatoria y son capaces de mantener una gestación. En algunas llamas se observa actividad ovárica a partir de los 6 meses de edad, pero en la mayoría de las hembras la actividad ovárica comienza aproximadamente a los 10 meses de edad, con aparición de folículos de tamaño mayores o iguales a 5 mm. La mayoría de las hembras muestran receptividad sexual a los 12 meses de edad (Youngquist, 1997). La aparición de la pubertad esta muy influenciada por el nivel nutricional y hay una alta relación entre peso corporal al comienzo de los servicios y el porcentaje de partos obtenido (Leyva y Sumar, 1981). Las llamas generalmente se preñan cuando han llegado al 60% del peso corporal adulto.

En la mayoría de los mamíferos, el ciclo ovárico consiste en una fase folicular seguida inmediatamente de una fase luteal. En los CSA no se habla de un ciclo estral regular debido a que la fase folicular es continua (Bravo, 2002). La cópula es un acontecimiento previo y necesario para la ovulación en las hembras de CSA, por lo que han sido clasificadas como especies de *ovulación inducida* (England et al., 1969) ocurriendo la ovulación dos días luego del servicio (Bravo et al., 1990a). Sin embargo, existe ovulación espontánea en un 9% de la población de llamas (Adams et al., 1989; 1990). Aunque se desconoce el mecanismo exacto del estímulo ovulatorio, se ha descrito un factor inductor de la ovulación (FIO) presente tanto en el plasma seminal de camélidos como en el de bovinos, que sería responsable de producir la secreción de LH (Ratto et al., 2006; Adams y Ratto, 2013; Bogle et al., 2018). Aunque no se sabe si su sitio de acción es a nivel hipotalámico, pituitario o en ambos, actúa por vía sistémica. El FIO es una proteína resistente al calor y a la digestión enzimática con proteinasa K, cuyo peso molecular es de 14 kDa, pudiendo ser parte de una proteína compleja o de una pro-hormona (Adams y Ratto, 2013; Adams et al., 2016). La ovulación también puede ser inducida mediante la administración exógena de análogos de la GnRH (Hormona Liberadora de Gonadotropinas) como la buserelina, produciéndose a las $28,6 \pm 0,36$ horas pos-inyección (Bourke et al., 1992), o con la administración de hCG (Gonadotropina Coriónica humana) a las $27,2 \pm 0,31$ horas (Adam et al., 1992).

En los CSA, la dinámica ovárica se caracteriza por presentar ondas foliculares sucesivas con tres fases: crecimiento (incluido el período de dominancia), estática y regresión (llama: Adams et al., 1989; 1990; Chaves et al., 2002; alpaca: Bravo y Sumar, 1989; Vaughan et al., 2004; vicuña: Agüero et al., 2001; Miragaya et al., 2004; guanaco: Riveros et

al., 2008). En cada onda folicular varios folículos son reclutados para su desarrollo durante la fase inicial de crecimiento, pero sólo uno, denominado folículo dominante (algunas veces dos en aproximadamente el 10% de los animales) alcanza el diámetro ovulatorio de 7 mm (Adams et al., 1989; Bravo et al., 1990b). La acción inhibitoria del folículo dominante lleva al resto de los folículos de la misma onda a detener su crecimiento y atresarse (Adams et al., 1989; Bravo et al., 1990b). La duración promedio de la onda folicular en la llama es de $22,6 \pm 2,5$ días: la fase de crecimiento es de $9,2 \pm 2,8$ días, la estática $5,2 \pm 1,4$ días y la fase de regresión $8,2 \pm 2,2$ días. El intervalo entre ondas es el periodo de tiempo entre la ocurrencia de dos ondas foliculares sucesivas, en la llama este intervalo es de $18 \pm 2,6$ días (Chaves et al., 2002) (Gráfico 1). En la alpaca, el crecimiento folicular es de 3 a 5 días hasta alcanzar el tamaño ovulatorio, que persiste entre 2 a 8 días y luego regresa en 4 días (Bravo y Sumar, 1989); el intervalo entre ondas es de $15,4 \pm 0,5$ días (Vaughan et al., 2004). En la vicuña, la duración de la onda folicular es más corta que en la alpaca, $7,2 \pm 0,5$ días, con una fase de crecimiento de $3,0 \pm 0,2$ días, $1,4 \pm 0,1$ días de estática y $2,9 \pm 0,3$ días de regresión; el intervalo entre ondas es de $4,2 \pm 0,3$ días (Miragaya et al., 2004). En el guanaco, el crecimiento folicular es de $6,8 \pm 2,9$ días mientras que la duración del folículo maduro (8-12 mm) es en promedio de 5 días; la regresión del folículo ocurre en $6,0 \pm 3,3$ días y el intervalo entre ondas es de $18,8 \pm 5,8$ días (Riveros et al., 2008). La similitud en la duración de la onda folicular entre la vicuña y la alpaca y a su vez entre el guanaco y la llama demuestra el origen ancestral que tienen las especies domésticas de las especies silvestres. Análisis genéticos (ADN mitocondrial y microsatélites para ADN nuclear) confirman la similitud genética entre el guanaco y la llama y entre la vicuña y la alpaca, no obstante, también se observa hibridación bidireccional (Kadwell et al., 2001).

Las hembras en edad reproductiva pueden mostrar signos de receptividad sexual durante y hasta 36 días (San-Martin et al., 1968) con cortos períodos de no aceptación. No hay correlación entre el tamaño folicular y el grado de aceptación al macho (Sumar et al., 1993).

En caso de ocurrir ovulación, ésta se produce con igual frecuencia en ambos ovarios, aunque la mayoría de las preñeces se encuentran localizadas en el cuerno uterino izquierdo (alpaca: 97,5% y 99,3% con CL en el ovario derecho e izquierdo respectivamente, Fernández-Baca et al., 1973; 1979; llama: 100% Sumar, 1988a).

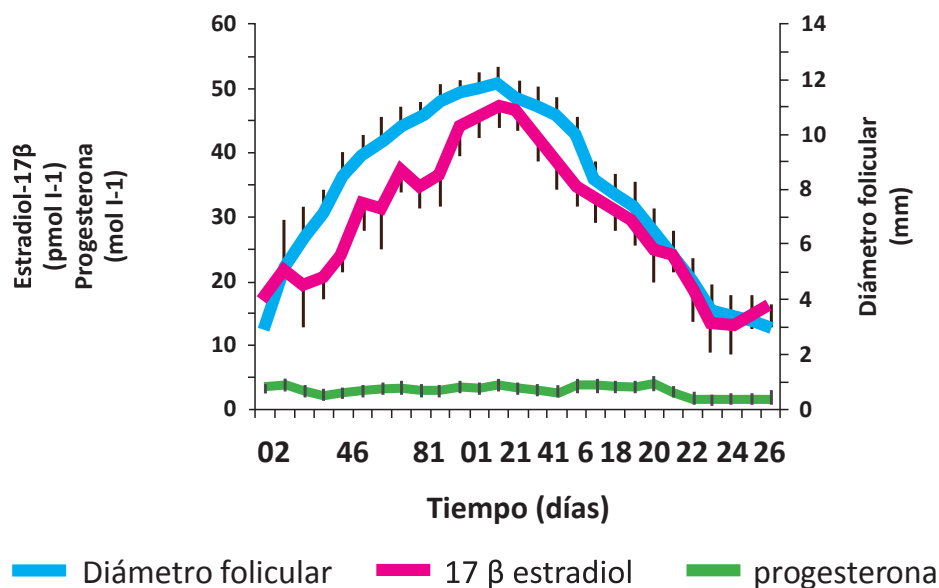


Gráfico 1: Onda folicular patrón de llama.

Fuente: Chaves et al. (2002).

El CL en la llama presenta una vida media de 8 a 9 días (Aba et al., 1995) y los embriones entran al útero aproximadamente 6 días luego de la ovulación y aparentemente eclosionan durante ese momento o antes (Adam et al., 1992). Por lo tanto, es limitada la ventana de tiempo que tienen los embriones para realizar el Reconocimiento Materno de la Preñez (RMP) y mantener el CL viable, fuente principal de progesterona durante la mayor parte de la gestación (Sumar, 1988a). En la hembra vacía la secreción de progesterona comienza a aumentar el día 4 pos-servicio, alcanza la mayor concentración el día 8 (alrededor de 12 nmol/l) y luego se encuentra cerca del límite de detección entre los días 10 y 11 (< 1 nmol/l) (Aba et al., 1995). Esta disminución en el nivel de progesterona se debe a la secreción pulsátil de prostaglandina $F_{2\alpha}$ (PGF $_{2\alpha}$) desde el útero a partir del día 7 pos-servicio hasta el día 12, siendo máxima entre los días 9 y 10 (Aba et al., 2000). En las hembras preñadas se produce una leve caída en el nivel de progesterona entre los días 8 y 18 pos-servicio y luego se recupera para mantenerse estable durante toda la gestación (Aba et al., 1995). Esa caída transitoria de la progesterona comienza al mismo tiempo que en hembras vacías. Esto indica que durante el RMP habría cierta liberación de PGF $_{2\alpha}$ por el endometrio materno, pero existiría algún factor, aún desconocido, que actuaría inhibiendo la luteólisis y rescatando así al CL. Skidmore et al. (1994) observaron la actividad de una aromatasas y cantidades considerables de estrógeno en el blastocisto de dromedario (*Camelus dromedarius*) entre los días 10 y 33 pos-ovulación. Al igual que en el porcino, el blastocisto de la llama se transforma de ovoide a elongado. Su tamaño varía de 0,15 a 1 mm de diámetro el día 7 pos-servicio

(Del Campo et al., 2002), aproximadamente 1 a 2 mm el día 9, cambia su morfología de esférico a ovoide (3 a 4 mm) o elongado (2 a 4 cm) en el día 11 y para el día 13 tiene entre 6 y 8 mm (Powell et al., 2007). El estradiol es un potencial candidato como señal responsable del RMP en la llama. Los últimos experimentos demostraron que el blastocisto de llama previo a la implantación produce estradiol y la administración exógena de esta hormona puede mantener y extender la producción luteal de progesterona (Palomino et al., 2006; Powell et al., 2007) indicando que el estradiol producido jugaría un rol en el RMP y en el soporte temprano del CL. Además, se observó que el momento del incremento en la producción de estradiol coincide con el período de RMP (Powell et al., 2007).

Hay evidencias firmes que sostienen que la llegada de prostaglandina al ovario se produce por un mecanismo de contracorriente veno-arterial. La acción luteolítica del cuerno uterino derecho es ipsilateral y afecta solo al CL del ovario derecho, mientras que el cuerno uterino izquierdo produce el efecto luteolítico ipsilateral y contralateral, afectando tanto al CL del ovario izquierdo como al del ovario derecho (Del Campo et al., 1996). Esta diferencia en la actividad luteolítica entre los cuernos uterinos puede ser explicada por la distinta anatomía vascular uterina, ovárica y oviductal en las hembras de camélidos. La vena principal originada del cuerno uterino izquierdo cruza la línea media y termina como una rama de la vena del cuerno uterino derecho (Del Campo et al., 1996). Por lo tanto, la anatomía vascular indica que mucha de la sangre venosa del cuerno uterino izquierdo se dirige hacia el lado derecho pudiendo efectuar un control luteolítico sobre el CL



del ovario derecho a través de una vía venoso-arterial (Del Campo et al., 1996). Otra particularidad de esta especie es que la rama principal de la arteria uterina derecha cruza el área craneal intercornual para suplementar más sangre al cuerno uterino izquierdo (Del Campo et al., 1996), esto podría estar implicado en la diferencia de tamaño observada entre ambos cuernos uterinos (Del Campo et al., 1996). Esto cobra importancia teniendo en cuenta la alta pérdida embrionaria, habiéndose comunicado que el 50% de los embriones de alpaca mueren en los primeros 30 días de preñez (Fernández-Baca et al., 1970), cuya causa probable es la incapacidad del cuerno uterino derecho de sostener una preñez exitosa. En caso de que se produzca la ovulación en el ovario derecho, el embrión deberá realizar una migración intra-uterina unidireccional desde el cuerno derecho hacia el izquierdo (Sumar y Leyva, 1979) para poder realizar el RMP. El estradiol producido por el embrión podría jugar un papel importante en esta migración, causando un incremento local de la contractilidad miometrial y transportando al blastocisto al lado contralateral (Powell et al., 2007).

La duración de la gestación en la llama varía entre 335 y 360 días (Johnson, 1989; Leon et al., 1990). En etapas tempranas de la preñez pueden observarse gestaciones dobles, pero nacimientos dobles sólo ocurren en pocos casos (Fowler, 1990), con lo cual son consideradas especies monotocas. La placenta es de tipo epiteliochorial difusa, similar a los equinos. Una característica distintiva de las membranas fetales en los camélidos es el desarrollo de una membrana extra de origen epidermo-fetal, denominada “membrana epidermal” (Fowler y Olander, 1990). Esta membrana cubre toda la superficie del cuerpo del neonato y se encuentra adherida a las uniones mucocutáneas, tales como los labios, ano, vulva y prepucio. Es friable y se extrae fácilmente de la superficie del neonato. Usualmente el feto es parido con la membrana intacta, pero si el parto es prolongado o si es necesaria la asistencia manual, la membrana epidermal se rajará y desintegrará. Se desconoce la función precisa de esta membrana. El fluido amniótico en la llama es acuoso produciendo una superficie resbaladiza en la membrana epidermal que facilitaría el parto (Fowler, 1998).

La hembra preñada a término se separa de la manada, orina frecuentemente y se recuesta y para varias veces al día. El parto está dividido en tres fases. La primera fase (*preparación*) comienza con la relajación del cérvix y contracciones uterinas que impulsan al feto hacia la pelvis, dilatando el cérvix. Puede durar entre 2 a 6 horas y por lo general es más prolongada en primíparas. Los signos observados incluyen disconformidad, vocalización y repetidas defecaciones y micciones.

La segunda fase del parto (*expulsión del feto*) comienza con la ruptura del saco corioalantoideo y finaliza con la completa expulsión del feto. La duración es muy corta, entre 5 a 90 minutos en

la llama y alpaca. Por lo general, la estática fetal corresponde a la presentación anterior, posición dorsal, actitud extendida. En algunos casos el saco corioalantoideo puede formar una bolsa que se asoma a través de la vulva, pero en otros casos puede romperse antes de llegar a la abertura vulvar. La mayoría de los partos ocurren con la hembra en estación (65 al 73%) y el cordón umbilical se rompe a 15 a 20 cm de la pared abdominal del neonato (Fowler, 1989). El cuidado maternal es mínimo, la madre no le extrae la membrana epidermal a la cría y tampoco la lame para secarla. La mayoría de los partos ocurren durante la mañana.

La tercera fase del parto corresponde a la *expulsión de las membranas fetales* que debe ocurrir dentro de las dos horas de expulsado el feto. En algunos casos puede ocurrir luego de 6 horas sin observar alteraciones en la hembra. La retención de membranas es rara en los camélidos. Su peso es de aproximadamente 3 kg (Fowler, 1989).

1.3 Técnicas de Biotecnología Reproductiva

Con el objetivo de maximizar la utilización de las hembras y su capacidad de producción folicular, se han utilizado tratamientos de superestimulación ovárica. Es sabido que es necesario comenzar el tratamiento hormonal en ausencia de folículos mayores a 7 mm (Monniaux et al., 1983; Bourke et al., 1995a). Según Miragaya et al. (2006), el inicio de un tratamiento de superestimulación ovárica en presencia de un folículo mayor a 5 mm induce el crecimiento de ese folículo únicamente. Por esta razón, algunos investigadores realizan la ruptura manual de folículos mayores a 5 mm por medio de la manipulación rectal (Sansinena et al., 2007) o la ablación de los folículos utilizando la aspiración folicular transvaginal con guía ultrasonográfica (Ratto et al., 2003; 2005) previamente a la aplicación del tratamiento superestimulador. Otros autores inician el tratamiento superestimulador cuando observan, mediante ultrasonografía, la ausencia de folículos mayores a 5 mm en forma natural (alpacas: Ratto et al., 2007; llamas: Bravo et al., 1995; Carretero et al., 2010a; Berland et al., 2011; vicuñas: Chaves et al., 2003). A su vez, se han desarrollado varios protocolos basados en el efecto negativo de la progesterona sobre la actividad folicular (Miragaya et al., 2006). Se puede utilizar una fase luteal natural (induciendo la ovulación) o creando una fase luteal artificial por medio de progesterona o progestágenos exógenos. En el mercado estos compuestos se presentan en forma inyectable (de corta o larga acción; llama: Alberio y Aller, 1996; Carretero et al., 2010a; Veiga et al., 2015; 2018) o como dispositivos de liberación: implantes subcutáneos liberadores

de progesterona (Norgestomet[®], 3 mg; Bourke et al., 1995b), dispositivos intravaginales impregnados en progesterona (CIDR[®], 0,33 g; Chaves et al., 1998; 2002) o esponjas intravaginales impregnadas en medroxiprogesterona (Aba et al., 1999). Los mismos se pueden combinar con estrógenos inyectables (17 β estradiol, benzoato de estradiol (BE); llama: Trasorras et al., 2005a; Carretero et al., 2010a; vicuña: Aller et al., 2002a).

Una vez inhibida la onda folicular, se comienza con el tratamiento de superestimulación ovárica. Las drogas más utilizadas en camélidos son FSH y eCG, en forma individual o conjunta. La superestimulación con eCG está asociada a una mayor proporción de complejos ovocito-cumulus (COC's) expandidos y COC's en metafase II, comparado con el tratamiento con FSH (Ratto et al., 2005). Según Bravo et al. (1995), la aplicación de 500 y 1000 UI de eCG, en ausencia de folículos dominantes controlado por ultrasonografía, son las dosis óptimas para la superestimulación en llamas. Se observó un incremento en la incidencia de folículos quísticos utilizando dosis mayores (2000 UI). De acuerdo a nuestra experiencia, 500 UI de eCG no produjo superestimulación ovárica luego de la sincronización con BE y CIDR[®] (Trasorras et al., 2009). Además, los tratamientos con 1000 y 1500 UI de eCG son efectivos en inducir crecimiento folicular múltiple cuando son administrados luego de la inducción de una fase luteal artificial con BE y CIDR[®]. Sin embargo, la dosis de 1500 UI resulta más efectiva en la producción de folículos y en el número de COC's recuperados por aspiración folicular (Trasorras et al., 2009). Según nuestros resultados, el tiempo que media desde el día de la aplicación del tratamiento superestimulador hasta la detección de folículos dominantes mediante ultrasonografía transrectal es de 5 días (Trasorras et al., 2009). La utilización de eCG y el tratamiento posterior con GnRH, inducen cierto grado de maduración del ovocito al momento de su recuperación (Miragaya et al., 2002; Ratto et al., 2005). Al tratarse de animales de ovulación inducida, la maduración de los ovocitos debe realizarse *in vitro* o *in vivo*. En el bovino, la maduración *in vivo* resulta más eficiente para lograr el desarrollo de blastocistos en comparación a la maduración *in vitro* (van de Leemput et al., 1999; Rizos et al., 2002). En los camélidos se puede inducir la maduración ovocitaria y el reinicio de la meiosis *in vivo* mediante la administración de LH o análogos de la GnRH, como la buserelina, para así luego obtener esos ovocitos maduros antes que se produzca la ovulación. Como dijimos anteriormente, la ovulación se produce a las 28,6 \pm 0,4 horas pos-buserelina (Bourke et al., 1992). Trasorras et al. (2009) obtuvieron un 94% (98/104) de COC's en estado expandido y ningún COC's compacto (0/104) a partir de folículos \geq 7 mm de diámetro en llamas superestimuladas con eCG y realizando la punción folicular luego de 20 horas de la aplicación de buserelina. El uso de buserelina al final

del tratamiento superestimulador con eCG aumenta la recuperación de COC's expandidos, que pueden ser directamente utilizados en técnicas de reproducción asistida sin necesidad previa de la maduración *in vitro* (Trasorras et al., 2009).

La obtención de ovocitos de buena calidad es fundamental para la producción de embriones *in vitro*. Los métodos utilizados son: aspiración o disección de los folículos de ovarios provenientes de faena (Del Campo et al., 1995; Ratto et al., 2005); aspiración de los folículos luego de la exposición quirúrgica del ovario por laparotomía (llamas: Miragaya et al., 2002; Trasorras et al., 2009; alpacas: Ratto et al., 2007), la aspiración folicular guiada por ultrasonografía vía transvaginal (Brogliatti et al., 1996; 2000; Ratto et al., 2002; Berland et al., 2011) o vía laparoscópica (Ruiz et al., 2018). Pese a que la laparotomía por el flanco requiere de un equipo de especialistas en cirugía y de la anestesia general del animal, el porcentaje de recuperación de COC's de los folículos aspirados es superior al 80% (llama: Trasorras et al., 2009; alpaca: Gomez et al., 2002; Ratto et al., 2007). Existe una relación directa entre el tamaño del folículo aspirado y el estado de maduración del COC obtenido (Trasorras et al., 2009). La aspiración folicular guiada por ultrasonografía vía transvaginal es un método simple de obtención de ovocitos. Sin embargo, los reportes existentes de la aplicación de este método en la llama presentan porcentajes de recuperación variables en hembras superestimuladas: 52% (Brogliatti et al., 2000), 74% (Ratto et al., 2002) y 77% (Berland et al., 2011).

Existen pocas publicaciones sobre producción *in vitro* de embriones en camélidos (Trasorras et al., 2013). El primer embrión producido mediante fertilización *in vitro* (FIV) en llamas fue reportado por Del Campo et al. (1994). Estos autores utilizaron ovocitos provenientes de ovarios de faena y espermatozoides de epidídimo en co-cultivo con células del oviducto. De los 234 supuestos cigotos puestos a cultivar, sólo el 4,7% (11/234) desarrolló hasta el estadio de blastocisto eclosionado. Gomez et al. (2002) reportaron la primera producción de embriones cruce alpaca-llama luego de la FIV heteróloga utilizando ovocitos de alpaca provenientes de ovarios de mataderos y espermatozoides de epidídimo de llama en co-cultivo con células de oviducto de bovino. Utilizaron una muestra pequeña de ovocitos (n = 5) y luego de 6 días todos llegaron hasta el estadio de mórula, pero ninguno continuó con el desarrollo. Estos autores repitieron la producción de embriones alpaca-llama mediante FIV, pero utilizando ovocitos de hembras superestimuladas y obtuvieron el mismo estadio embrionario luego de 7 días de cultivo (Ratto et al., 2007). Gamarra et al. (2008) obtuvieron blastocistos eclosionados de alpaca (1%, 3/262) mediante FIV utilizando ovocitos de ovarios de matadero y espermatozoides congelados de epidídimo. Estas



investigaciones demuestran la posibilidad de la producción *in vitro* de embriones de camélidos, pero aún hace falta dilucidar el medio de cultivo adecuado y las condiciones necesarias para el cultivo de los embriones hasta estadios de desarrollo adecuados para ser transferidos a hembras receptoras sincronizadas. Los estudios realizados en nuestro laboratorio representan la primera aplicación de FIV e inyección intracitoplasmática de un espermatozoide (ICSI) con semen fresco de llama extraído mediante electroeyaculación (Miragaya et al., 2003; Trasorras et al., 2005b; Conde et al., 2008). Se obtuvieron, por primera vez, embriones producidos *in vitro* hasta el estadio de blastocisto eclosionado a partir de ovocitos madurados *in vivo* y espermatozoides de semen fresco de llama (Trasorras et al., 2012; 2013). Además, se comunicó la primera preñez en llamas obtenida a partir de ovocitos madurados *in vivo* y fertilizados *in vitro* con espermatozoides de eyaculado (Trasorras et al., 2014).

La transferencia embrionaria (TE) es una de las técnicas biotecnológicas con mayor difusión en los animales domésticos. Además de lograr un acortamiento del intervalo generacional, permite obtener un gran número de crías. Combinada con la selección de animales genéticamente superiores, es una herramienta fundamental para acelerar el progreso genético.

La técnica de TE propiamente dicha, puede ser realizada en forma quirúrgica o no quirúrgica. El primer nacimiento de una alpaca mediante TE vía quirúrgica fue comunicado por Sumar y Franco (1974). En la llama, el primer nacimiento obtenido por TE vía no quirúrgica fue reportado por Wiepzy y Chapman en 1985. Esta técnica tuvo un rápido crecimiento en la práctica como método de producción en animales domésticos. Sin embargo, en la llama ha tenido poco éxito (Bourke et al., 1992; Taylor et al., 2000; Aller et al., 2002b). Una de las razones de este lento avance pudo deberse a la anteriormente mencionada liberación temprana de $PGF_{2\alpha}$ que comienza en el día 7 a 8 pos-servicio y se completa al día 9-10 luego del servicio (Aba et al., 1995; 2000), limitando el tiempo necesario para transferir los embriones al útero y que éstos realicen el RMP para mantener el CL viable. Los bajos porcentajes de preñez obtenidos hasta el momento mediante TE transcervical se atribuyeron a una débil señal del embrión o a una liberación de prostaglandina ocasionada por la manipulación del cérvix. Sin embargo, en la llama, la estimulación del cérvix durante su manipulación no produce disminución en la concentración plasmática de progesterona (Trasorras et al., 2010). Estos resultados coinciden con los obtenidos en el dromedario (Skidmore et al., 2002). Aunque estos autores

observaron una pequeña liberación de $PGF_{2\alpha}$ durante el pasaje de la pipeta de TE a través del cérvix, esa concentración no fue suficiente para dañar la función del CL o la preñez. Ellos sugieren que la liberación de $PGF_{2\alpha}$ es muy baja o la cantidad no es suficiente. Así mismo, Trasorras et al. (2010) observaron que el enhebrado cervical junto con el depósito de PBS estéril simulando la maniobra completa de TE, no alteró la concentración plasmática de progesterona, sin importar el lugar uterino donde era depositado el líquido ni la localización del CL. A su vez, el porcentaje más elevado de preñez (50%) luego de la TE fue obtenido cuando el embrión fue depositado en el cuerno uterino izquierdo en presencia de un CL ipsilateral (Trasorras et al., 2010). Éste es el único caso en que el embrión no debe migrar para llevar a cabo el RMP. Los porcentajes de preñez disminuyen en el resto de las situaciones donde el embrión debe, de alguna manera, enviar una señal al cuerno uterino contralateral para mantener la viabilidad del CL (TE en cuerno uterino derecho con CL ipsilateral: 30%; TE en cuerno uterino izquierdo con CL en ovario derecho: 20%; TE en cuerpo uterino con CL tanto en ovario izquierdo como derecho: 10% en ambos casos; Trasorras et al., 2010). Por lo tanto, para lograr altos porcentajes de preñez, la mejor opción sería depositar el embrión en el cuerno uterino izquierdo en presencia de CL ipsilateral. El mecanismo delicado y tiempo limitado del RMP puede ser responsable no sólo de la alta incidencia de muertes embrionarias, sino también del bajo porcentaje de preñez pos-TE en hembras receptoras.

2. Macho

En un establecimiento de cría, el macho tiene un fuerte impacto en el mejoramiento genético de la tropa.

2.1 Anatomía de los Órganos Reproductivos del Macho Llama

El saco escrotal se encuentra en la región perineal (a nivel del arco isquiático), es de forma ovoide y es no pendular (sin un cuello definido). Se encuentra cubierto por la cola a una distancia de 5 a 9 cm del ano. El escroto tiene una piel gruesa y está muy cerca del cuerpo. Estas características anatómicas son consideradas un mecanismo de defensa para evitar o

minimizar las agresiones por parte de otros machos, como por ejemplo mordeduras en la región escrotal (Tibary y Anouassi, 1997).

Los testículos son de forma ovoide con el eje longitudinal mayor orientado caudo-dorsalmente. Su tamaño es pequeño en comparación con otras especies domésticas y con respecto al tamaño corporal del individuo (0,02-0,03% del peso vivo). El largo y ancho testicular para machos de llama maduros es de 5,4 y 3,3 cm respectivamente y en machos de alpaca maduros es de 3,7 y 2,4 cm respectivamente (Tibary y Vaughan, 2006). Tanto en la alpaca como en la llama no hay reportes de variaciones estacionales de tamaño y forma (Tibary y Vaughan, 2006). Sin embargo, en la vicuña se han observado variaciones de tamaño según la estación (verano: 3,3 y 1,69 cm; invierno: 2,64 y 1,50 cm; Tibary y Vaughan, 2006). En machos con un peso corporal aproximado de 133,5 kg, el peso promedio testicular es 24 g (Johnson, 1989). Al nacimiento, los testículos están en posición escrotal, pero son muy difíciles de palpar debido a su pequeño tamaño. A los 6 meses de vida se pueden distinguir en el escroto, pero es difícil diferenciar entre testículos y epidídimos. A los 12 meses, los testículos se palpan fácilmente en el escroto y se distinguen de los epidídimos, a la palpación deben ser firmes y fácilmente móviles dentro del escroto.

Delhon y von Lawzewitsch (1987) estudiaron el ciclo del epitelio de los túbulos seminíferos y determinaron que presenta 8 fases. Las fases 1-4 constituyen la primera etapa del ciclo y representan el 54% de la actividad celular caracterizada por la generación de espermátidas. A pesar de estos estudios, no se conoce la duración del ciclo espermático en la llama ni la producción de espermatozoides por gramo de masa testicular.

Los epidídimos están compuestos por la cabeza, el cuerpo y la cola. Si bien está descrita la palpación de cada una de sus partes, la cola epididimaria puede ser palpable con la práctica y el cuerpo del epidídimo es difícilmente palpable. Están ubicados en una posición cráneo-medial con respecto al testículo y debido a la orientación del mismo, la cabeza se localiza en cráneo-ventral (en relación al polo craneal del testículo) y la cola en una posición caudo-dorsal (en relación al polo caudal). En la llama, a nivel histológico, el epidídimo se puede dividir en seis segmentos (Delhon y von Lawzewitsch, 1994). Cada uno de estos puede cumplir diferentes funciones secretorias y diferentes roles en la maduración espermática (Tibary y Anouassi, 1997). Los segmentos I, II y III se encuentran en la cabeza del epidídimo, el IV y el V en el cuerpo y el VI en la última porción del cuerpo y en la cola.

Los conductos deferentes tienen una longitud aproximada de 40 cm (Smith et al., 1994). Presentan un diámetro de 1 mm en la unión con el epidídimo y de 2 mm en su desembocadura a nivel de la uretra pélvica (ampolla). A pesar de que se observa un mayor diámetro a este nivel, las ampollas de los conductos deferentes no se han descrito como reservorio espermático en la alpaca (Fowler, 1998).

El prepucio es pequeño y triangular. Se encuentra ubicado en la región inguinal y la mucosa prepucial se encuentra adherida al glande del pene hasta la edad de 2 o 3 años aproximadamente. Su orificio se dirige hacia caudal cuando está relajado y durante la micción, esto dificulta la diferenciación de sexo entre individuos ya que orinan en una posición similar a la de las hembras. Durante la erección, el prepucio se dirige hacia craneal por la contracción de los músculos prepuciales.

El pene es fibroelástico y presenta una flexura sigmoidea pre-escrotal. Su largo promedio sin erección es 35 a 46 cm (del arco isquiático a la punta del pene) (Fowler, 1998). El diámetro es 0,8 a 1 cm en distal y 1,2 a 2 cm en la base del arco isquiático (Johnson, 1989) y no se expande considerablemente durante la erección (Sumar, 1991). La uretra presenta un divertículo en dorsal a nivel de la sínfisis pélvica que impide el pasaje de un catéter hacia la vejiga. El extremo del glande tiene forma de gancho con una proyección cartilaginosa curvada en sentido horario (Figura 7). El glande presenta también una proyección cónica de aproximadamente 1 cm de largo denominada proceso uretral, en cuya base se encuentra el orificio uretral. La curvatura del proceso cartilaginoso del glande junto con movimientos de rotación y de empuje, permiten al pene penetrar los anillos del cérvix y depositar el semen en el extremo de ambos cuernos uterinos, en la unión útero-tubárica.



Figura 7: Glande con proyección cartilaginosa en pene de un macho de llama adulto.

Fuente: Giuliano Susana María.



En los CSA las glándulas anexas presentes son la próstata y las glándulas bulbouretrales, carecen de glándulas seminales (Agüero et al., 1997; Giuliano et al., 2002). La próstata se encuentra adherida al aspecto dorsolateral de la uretra pélvica cerca del cuello de la vejiga. Presenta un cuerpo con forma de H y una porción diseminada que penetra en el músculo uretral. Su tamaño promedio es 3 cm x 3 cm x 2 cm (Smith et al., 1994; Fowler, 1998) y desemboca a nivel del colículo seminal a través de varios orificios. Trabajos recientes determinaron que el FIO es de naturaleza proteica (β -NGF) y la próstata sería uno de los sitios de producción de dicho factor (Sari y col., 2018). Las glándulas bulbouretrales son de forma ovoide y están ubicadas en dorsolateral de la uretra, justo craneal al arco isquiático. Se encuentran cubiertas parcialmente por el músculo bulbocavernoso. El diámetro de cada una de las glándulas es de 1 a 1,7 cm (Fowler, 1998). Se ha determinado que la Mucina-5B es el componente proteico del plasma seminal responsable de la filancia característica de los eyaculados de los CSA y que, sería aportado al eyaculado por las glándulas bulbouretrales (Kershaw-Young y Maxwell, 2012).

2.2 Pubertad

En los CSA la edad de la pubertad es variable y está vinculada a factores genéticos, nutricionales, climáticos y también depende de la estación de nacimiento (Sumar, 1988b; Tibary y Vaughan, 2006). Al nacimiento, el pene de la llama y la alpaca se encuentra totalmente adherido al prepucio y no puede protruir. A medida que el animal crece y se acerca a la pubertad, se inicia la actividad hipotálamo-hipofisaria, la secreción de testosterona por el testículo y las adherencias prepuciales desaparecen gradualmente. Al año de vida el 8% de los machos se liberan de dichas adherencias, a los dos años el 70% está libre y a los 3 años de edad el 100% debería estar libre de las adherencias prepuciales (Sumar, 1985). En la llama, la edad promedio de liberación de las adherencias prepuciales es de 21,5 \pm 6,6 meses (promedio \pm DE) y en dicho momento el peso corporal es 70,1 \pm 11,9 Kg (promedio \pm DE) (Sumar, 1988b). Estos autores sugieren que la edad de la pubertad está fuertemente condicionada por factores genéticos y proponen tener en cuenta este aspecto en la selección de los machos reproductores. Los machos de alpaca y llama de un año de edad, pueden presentar libido y montar a las hembras, pero no pueden penetrar la vagina debido a la presencia de las mencionadas adherencias. Smith et al. (1994) observaron que la producción de espermatozoides comienza a los 10-12 meses de edad en algunas alpacas y llamas, y que a los 2 años ya están usualmente presentes los espermatozoides en los túbulos seminíferos.

2.3 Comportamiento Sexual y Cópula

En estas especies no existe un cortejo previo como en el bovino o equino para reconocer la pasividad a la monta de la hembra. Cuando el macho de llama o alpaca es llevado al corral donde están las hembras comienza a perseguir a cualquiera de ellas tratando de montarlas. La elección de la hembra parecería ser al azar y no se debería a señales visuales, olfativas ni auditivas (Fernández-Baca y Novoa, 1968; autores, observación personal). Las cuatro especies de CSA realizan la monta con la hembra en decúbito esternal; el macho se sienta sobre la grupa de la hembra abrazándola con los miembros anteriores. Durante la erección, los músculos prepuciales ubican el orificio prepucial hacia craneal y el pene se adelanta bajo el vientre. Para poder penetrar la vulva y la vagina, el macho realiza movimientos pélvicos antero-posteriores, mientras el pene hace movimientos de extensión y rotación. Una vez que logró la intromisión, la pelvis del macho queda suspendida unos centímetros sobre el piso apoyando el peso de su cuerpo sobre los corvejones. Durante la monta, el macho realiza un sonido gutural inflando los carrillos y abriendo los ollares. Este sonido se ha sido propuesto como uno de los factores involucrados en el mecanismo de inducción de la ovulación. Otros de los factores involucrados en la ovulación es el estímulo del pene durante el servicio y el anteriormente mencionado FIO.

El tiempo de cópula presenta un rango entre unos pocos a más de 60 minutos y puede estar influenciado por la edad, frecuencia (números de servicios) y presencia de otros machos y no presentaría relación con el porcentaje de preñez (Vaughan, 2001; autores, observación personal). Durante la cópula, el macho no presta atención a lo que ocurre a su alrededor, ni a la presencia de otras hembras o de personas. La eyaculación es intermitente, prolongada y sin fracciones. El semen es depositado en la punta de ambos cuernos uterinos, en proximidad a la papila de la unión útero tubárica.

2.4 Métodos de Extracción de Semen y/o Espermatozoides

La recolección de semen en estas especies está muy condicionada a las características de la monta (posición: decúbito esternal; duración: de 10 a 60 minutos y depósito del semen: intracornual profundo). Se han utilizado y desarrollado varios métodos de recolección de semen y/o espermatozoides en estas especies.

Mogrovejo (1952) ensayó, por primera vez en alpacas, la utilización de fundas vaginales. La técnica consiste en colocar dentro de la vagina una funda de látex o un guante de polipropileno (Director, 2004; Director et al., 2007). Según Giuliano (2012c), este método presenta serias desventajas dado que prolonga el tiempo de la monta e inhibe la libido ya que la presencia de la funda cortaría la cadena de reflejos de la eyaculación al no permitir la introducción del pene en los cuernos uterinos. Puede producir lesiones en el tracto genital de las hembras y del macho e inhabilitación reproductiva temporal, producto de la colocación de las fundas o condones. También puede producir lesiones en la mucosa peneana por el roce del pene contra las fundas, lo que aumenta el riesgo de adquirir infecciones. Otras desventajas son la presencia de eyaculados contaminados con glóbulos rojos debido a las lesiones en el tracto reproductivo de la hembra o del pene y la posibilidad de obtener una preñez no deseada si se rompe o se descoloca la funda durante la eyaculación.

Otro método de extracción de semen son las esponjas intravaginales, las cuales se colocan en la parte anterior de la vagina (San Martín et al., 1968). Este método presenta las mismas desventajas que el método de fundas intravaginales (Giuliano, 2012c).

La aspiración vaginal poscoital es una técnica que consiste en permitir que el macho monte a una hembra y una vez terminado el coito, aspirar el semen del fondo de la vagina mediante la colocación de una pipeta adosada a una jeringa. Presenta también las desventajas de las técnicas mencionadas anteriormente más el peligro sanitario que encubre (Giuliano, 2012c).

Con respecto a la extracción de semen mediante vagina artificial (VA), Sumar y Leyva (1981) implementaron su uso por primera vez en la alpaca. Construyeron un maniquí con la forma de una hembra colocada en posición de cópula, basándose en el hecho de que los machos de camélidos montan a toda hembra que adopte la posición de decúbito esternal. A partir de este primer trabajo se realizaron varios estudios con el objetivo de maximizar este método de recolección de semen. Bravo et al. (1997), Ferré y Werkmeister (1996), Lichtenwalner et al. (1996) y Giuliano et al. (2008) desarrollaron modelos de VA termoestables. Según Giuliano (2012c), las desventajas de implementar esta técnica son las siguientes: el entrenamiento dura en promedio unos 20 días y sólo es factible en machos dóciles y acostumbrados al manejo por el hombre. El uso de un mismo maniquí por tiempo prolongado puede disminuir la libido del mismo modo que la permanencia de hembras y machos en forma continua inhibe la actividad sexual de los machos (Fernández-Baca, 1993; Raedeke, 1978). La carencia parcial o total de libido y la indocilidad de algunos

machos han provocado porcentajes de rechazo (10 al 40%) a la maniobra de recolección con VA. El uso de una hembra como súcubo presenta las mismas dificultades que el uso de un maniquí en cuanto al adiestramiento. Otra dificultad es que la presencia del operador sosteniendo la vagina artificial puede inhibir la monta y eyaculación. Sin embargo, la mayor desventaja que tiene la extracción de semen con VA es que el eyaculado suele contener espuma y/o impurezas (pasta, semillas, tierra) arrastradas por el pene o el prepucio. Tanto la contaminación con material extraño como la espuma pueden tener un efecto deletéreo sobre los espermatozoides impidiendo de esta manera una correcta evaluación de la calidad del eyaculado.

Mediante el método de extracción de semen por electroeyaculación (EE) se logra la eyaculación sin la participación activa del macho (Director et al., 2007). En los CSA, la técnica requiere anestesia general. Si comparamos este método con la extracción de semen por VA podemos observar que la EE tiene las siguientes ventajas: no requiere de la cooperación del macho y no es necesaria la presencia de la hembra. Sin embargo, se requiere una serie de pasos previo a la recolección de la muestra para obtener buenos resultados (Director et al., 2007). Éstos son: 1. Medición de la distancia ano-próstata por ecografía transrectal (esto es indispensable para colocar el vástago del electroeyaculador sobre la próstata y así lograr un correcto estímulo eléctrico); 2. Micción previa a la extracción (lo ideal es llevar al macho que se le recolectará la muestra hacia el corral de otro macho o de hembras para estimular la micción). Si el macho no orina se puede realizar la extracción teniendo la precaución de cambiar el tubo de recolección de forma repetida e incluso hemos obtenido eyaculados de calidad en machos que no orinaron previo a la EE (Carretero, observación personal); 3. Anestesia general: se utiliza xilacina (0,2 mg/kg) y ketamina (1,5 mg/kg) vía EV; y 4. Protocolo de estimulación: el voltaje se incrementa en 0,2 V desde 2 V hasta los 10 V. Durante la estimulación eléctrica se alternan períodos de estimulación propiamente dicha de 3 segundos separados entre sí por intervalos de reposo de 1 segundo. Utilizando este método de extracción de semen se logró la primera preñez a partir de un embrión producido *in vitro* (Trasorras et al., 2014).

Mediante el lavado de epidídimo, técnica que consiste en la disección de los epidídimos y posterior lavado de los mismos con soluciones apropiadas, se obtienen espermatozoides con movilidad progresiva y muestras sin plasma seminal. Se utiliza en especímenes de matadero o en animales muertos de alto valor genético, ya que inutiliza al animal para la reproducción. La gran desventaja de esta técnica es que termina con la vida reproductiva del macho (Giuliano, 2012c).



Con la técnica de fístula uretral se realiza una fístula quirúrgica en la uretra peniana entre el ano y el escroto recolectando el semen durante la copula natural (Kubiceck, 1974). Mediante la desviación de los conductos deferentes: se colectan los espermatozoides directamente de su reservorio (cola del epidídimo), sin que éstos tengan contacto con las secreciones de las glándulas anexas. Se desvían quirúrgicamente los conductos deferentes hacia la región ventral del animal o la cara interna del muslo, formando una fístula permanente en la piel (Quintano, 2002).

Debido a que estas dos últimas técnicas son de índole quirúrgicas, estarían indicadas solamente para realizar investigaciones ya que inutilizan al animal para su posterior uso reproductivo (Giuliano, 2012c).

2.5 Evaluación de la Calidad Seminal

Una característica muy importante de estas especies es la gran variabilidad entre eyaculados de diferentes machos e incluso entre eyaculados de un mismo macho (Giuliano et al., 2008). Estos autores reportaron, además, que se puede obtener eyaculados de igual o mejor calidad utilizando EE respecto a la VA. También, en llamas localizadas en la Ciudad de Buenos Aires, los eyaculados colectados durante el invierno presentaron mejores características seminales que los obtenidos durante el verano (Giuliano et al., 2008).

2.5.1 Características Seminales de los CSA

- *Plasma seminal (PS)*: el PS de llama, alpaca, guanaco y vicuña es muy filante. Cuando el eyaculado se pipetea, se forma un hilo de extensión variable (Bravo et al., 1999; 2000; Giuliano et al., 2002; 2009; 2010). Al medir de manera objetiva la viscosidad mediante un viscosímetro rotacional, se determinó que el semen de llama tiene una alta viscosidad estructural (Casaretto et al., 2012a). Además, se observó una viscosidad estructural elevada en muestras en las que la filancia estaba ausente, estableciendo que dichas características reológicas son parámetros seminales diferentes (Casaretto et al., 2012a).
- *pH*: en la llama el pH del eyaculado presenta un rango entre 7,2 y 8,6 (Fowler, 1998; von Baer et al., 1998; Giuliano, observación personal); en la alpaca, entre 7 y 8,3 (Bravo et al., 1997; Vaughan et al., 2003) y en semen de vicuña el pH se ubica entre 7 y 7,7 (Giuliano et al., 2002).

- *Volumen*: en la llama el volumen del eyaculado obtenido por VA presenta un rango entre 0,2 y 7,9 ml (Lichtenwalner et al., 1996; Giuliano et al., 2008); mientras que el obtenido por EE presenta un rango de 0,1 a 7 ml (Giuliano et al., 2008; 2010; Carretero et al., 2009; 2012a; 2015a).
- *Movilidad espermática*: una de las características más importante de los eyaculados de CSA (llama, alpaca, guanaco y vicuña) es que los espermatozoides no presentan movilidad progresiva como en el resto de las especies de interés zootécnico, sino que sólo presentan movilidad en el lugar u oscilatoria (Giuliano et al., 2002; 2008; 2009; 2010; Carretero et al., 2009; 2010b; 2010c; 2012a; 2015a). La movilidad en los CSA se evalúa colocando una gota de semen entre porta y cubreobjetos utilizando microscopio de contraste de fase y un aumento de 100x. Utilizando esta metodología, los porcentajes de movilidad reportados en semen fresco de llama fueron (promedio \pm DE): desde $23,7 \pm 20\%$ a $54,3 \pm 10,5\%$ (Giuliano et al., 2008; 2010; Carretero et al., 2012a). Mientras que en la alpaca los valores de movilidad fueron (promedio \pm ES): $49,0 \pm 3,0\%$ (Morton et al., 2012) y $53,2 \pm 2,81\%$ (Santiani Acosta et al., 2013). La movilidad oscilatoria no debería tenerse en cuenta como principal indicador de calidad seminal, debido a que algunos espermatozoides de eyaculado de semen fresco de estas especies pueden estar vivos y con sus membranas funcionales y no moverse (Giuliano et al., 2008; 2010). Es por ello, que uno de los parámetros seminales indicadores de calidad seminal en los CSA es la viabilidad y no la movilidad como se considera en la mayoría de las especies (Carretero et al., 2015a).
- *Viabilidad*: En la llama, los porcentajes de viabilidad obtenidos en semen fresco mediante los fluorocromos Ioduro de Propidio y Diacetato de 6-Carboxifluoresceína fueron entre $44,8 \pm 14,8\%$ y $60,2 \pm 12,4\%$ (Carretero et al., 2012a; Giuliano et al., 2010). En alpaca, utilizando Azul Tripán y Giemsa, Santiani Acosta et al. (2013) reportaron un $45,9 \pm 6,0\%$ de espermatozoides vivos con sus acrosomas intactos.
- *Concentración espermática*: similar a otras especies, en los CSA se utiliza cámara de Neubauer para contabilizar el número de espermatozoides. Se ha reportado una gran variabilidad en la concentración espermática del semen de CSA (Giuliano et al., 2008). En semen de llama, algunos autores reportaron rangos de 50 a 80×10^6 espermatozoides/ml (Aller et al., 2003), mientras que otros reportaron rangos de 0 a 640×10^6 espermatozoides/ml (Lichtenwalner et al., 1996; Gaully y Leidingger, 1995; Carretero

et al., 2012a). Según Giuliano et al. (2008), la concentración es muy variable entre individuos y los eyaculados de llama colectados en invierno (zona a nivel del mar) tienen mayor concentración que los colectados en verano ($71,7 \pm 88,4$ vs $20,9 \pm 25,3 \times 10^6$ espermatozoides/ml). En alpacas se han observado rangos entre 1 y 150×10^6 espermatozoides/ml (Tibary y Vaughan, 2006).

- *Morfología espermática:* todas las anomalías morfológicas encontradas en otras especies domésticas pueden ser observadas en los eyaculados de CSA. No se conoce el efecto que tienen estas anomalías sobre la fertilidad del semen de estas especies (Tibary y Anouassi, 1997; Tibary y Vaughan, 2006). En nuestro laboratorio, examinamos objetivamente con un analizador de imagen (Kontron Bildanalyse, MiniMOP), espermatozoides de llama teñidos con eosina y con Diff Quick[®] y observamos para una misma coloración una gran variabilidad entre los individuos tanto en la forma como en el tamaño de sus espermatozoides (Giuliano et al., 1998). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Buendía et al. (2002) en espermatozoides de alpaca. Estos autores realizaron mediciones morfométricas de la cabeza espermática utilizando un analizador de imágenes (Sperm-Class Analyzer[®]) determinando diferencias significativas en la morfometría de la cabeza entre los distintos individuos analizados y diferencias marcadas entre la composición morfológica de los eyaculados. Más recientemente y considerando el alto polimorfismo que presentan los espermatozoides de llama, Casaretto et al. (2012b) midieron de manera objetiva la morfometría de la cabeza mediante un análisis digital morfométrico y observaron diferencias entre machos y entre eyaculados de un mismo macho en todos los parámetros morfométricos analizados, corroborando que no existe un patrón en la morfología de la cabeza de los espermatozoides de llama.
- *Integridad del acrosoma:* se han utilizado diferentes técnicas que utilizan microscopía de campo claro y microscopía de fluorescencia. Dentro de las que utilizan campo claro, la tinción de Coomassie Blue (CB) se ha utilizado para detectar la presencia y/o ausencia del capuchón acrosomal en espermatozoides de llama (Giuliano et al., 2012a; Fumuso et al., 2014; Carretero et al., 2015a). Con esta técnica, Giuliano et al. (2012a) reportaron entre un 85 a 99% de espermatozoides de llama con sus acrosomas intactos en semen fresco. Otra técnica de campo claro para evaluar el estado acrosomal es la triple tinción (TT: Azul Tripán, Rojo Neutro y Giemsa), que, si bien es más

laboriosa que la técnica de CB, permite además evaluar la viabilidad espermática y el estado de la membrana plasmática (Fumuso et al., 2015; di Fonzo et al., 2017). Utilizando esta técnica, hemos observado un $45,0 \pm 0,2\%$ de espermatozoides vivos con acrosomas intactos en semen fresco de llama (di Fonzo et al., 2017). En la alpaca, han utilizado una doble tinción (Azul Tripán y Giemsa) reportando un $49,3 \pm 6,0\%$ de espermatozoides vivos con acrosomas intactos (promedio \pm EE) en muestras de semen fresco. Dentro de las técnicas que utilizan microscopía de fluorescencia, se han utilizado lectinas que se unen a diferentes regiones del acrosoma. Se han realizado estudios que evaluaron espermatozoides de alpaca utilizando FITC-PNA (Isotiocianato de Fluoresceína conjugado con *Arachis Hypogaea* agglutinin) en muestras de epidídimo y de semen fresco reportando un $87,6 \pm 3,1\%$ de integridad acrosomal (Kershaw-Young y Maxwell, 2011; Morton et al., 2012). No obstante, en estos ensayos no se incluyeron fluorocromos que permitan diferenciar la población de espermatozoides reaccionados vivos de los muertos. Cheuquemán et al. (2013) evaluaron el estado acrosomal de espermatozoides de alpaca mediante citometría de flujo. Estos autores utilizaron FITC-PSA (FITC-*Pisum sativum* agglutinin) junto Ioduro de Propidio, logrando identificar diferentes poblaciones celulares (espermatozoides viables con membrana acrosomal intacta, viables con membrana acrosomal dañada, muertos con membrana acrosomal intacta y espermatozoides muertos con membrana acrosomal dañada), reportando un $46,8 \pm 9,0\%$ de espermatozoides de vivos con acrosomas intactos. Recientemente, en la llama se utilizó la técnica de FITC-PNA con Ioduro de Propidio permitiendo evaluar el estado acrosomal y la viabilidad de forma simultánea (Carretero et al., 2015a). Los valores observados en semen fresco de llama fueron de $61,9 \pm 14,3\%$ de espermatozoides vivos con sus acrosomas intactos (promedio \pm DE).

- *Cromatina espermática:* en CSA se han utilizado diversas técnicas para evaluar el estado de la cromatina. Se ha utilizado la tinción de Azul de Toluidina (AT) para evaluar el grado de condensación o compactación de la misma. Es una técnica sencilla, que no requiere de un equipamiento especializado y que se puede evaluar rápidamente. La tinción de AT se ha utilizado en la llama, alpaca y guanaco con valores de condensación de la cromatina similares: 75,6; 79,8 y 62,8% para la llama, la alpaca y el guanaco, respectivamente (Carretero et al., 2009; 2010b; 2010c). También se han utilizado técnicas que evalúan la fragmentación del ADN como la técnica



de dispersión de la cromatina espermática (SCD: *Sperm Chromatin Dispersion assay*) o técnica del halo y el TUNEL (*terminal deoxynucleotidil transferase mediated dUTP nick end labelling*). La técnica de SCD se ha utilizado para evaluar semen fresco de llama con un 92% de espermatozoides con su ADN intacto (Carretero et al., 2012a). La técnica de TUNEL se ha utilizado tanto en llama como en alpaca mediante microscopía de fluorescencia y citometría de flujo. Se reportó un 99 y un 92,8% de espermatozoides con ADN intacto en semen fresco de alpaca y llama, respectivamente (Cheuquemán et al., 2013; Carretero et al., 2015b).

2.6 Refrigeración de Semen

La refrigeración del semen consiste en conservar las muestras con el agregado de diluyentes apropiados a una temperatura de entre 4 a 6 °C por un periodo de 24 a 72 horas.

Giuliano et al. (2006) estudiaron la capacidad protectora de un diluyente a base de yema de huevo y lactosa (L-Y) sobre la movilidad e integridad funcional de espermatozoides refrigerados de llama durante 24 horas a 5 °C. Determinaron que, con respecto a las variables del semen fresco, habían aumentado en forma significativa el porcentaje de espermatozoides móviles y con endósmosis y que se había mantenido el porcentaje de espermatozoides con membrana íntegra. Posteriormente, en un mismo eyaculado, se comparó la capacidad protectora de 4 diluyentes: 1) L-Y; 2) Tris – ácido cítrico – fructosa – yema de huevo; 3) Suero sanguíneo de llama (descomplementado) (40%) con PBS (60%) y 4) Leche descremada – glucosa (diluyente Kenney®) (Giuliano et al., 2012b). Se determinó que la muestra de semen refrigerada con L-Y fue la única que conservó la movilidad espermática del semen refrigerado y presentó un porcentaje de movilidad significativamente superior a los obtenidos al refrigerar con el resto de los diluyentes (Giuliano et al., 2012b). Otros autores han utilizado los diluyentes Tris - yema; Kenney® y Colorado® (Ratto et al., 1999); citrato de sodio – glucosa – yema de huevo (Morton et al., 2007); diluyentes comerciales con yema de huevo (Sheep Red Extender®, Camel Green Extender Triladryl® y Biladyl® A y B) y diluyentes comerciales sin productos de origen animal (Andromed®, Biociphos®, Plus® y Bioxcell®) (Vaughan et al., 2003). Con respecto a las curvas de enfriamiento utilizadas, Morton et al. (2007), Vaughan et al. (2003), Santiani et al. (2005) y Giuliano et al. (2012b) reportaron curvas con rangos entre 1,5 a 2 horas. A su vez, Carretero et al. (2012b; 2012c) evaluaron el efecto de la refrigeración sobre la

condensación y fragmentación del ADN espermático de llama utilizando la tinción con AT y la técnica del halo y determinaron que el proceso de refrigeración aumentó la descondensación de la cromatina espermática sin alterar la fragmentación del ADN en el semen de llama.

Como se mencionó previamente, el semen de los CSA presenta viscosidad estructural elevada (Casaretto et al., 2012a) y cuando los eyaculados se pipetea, tienen filancia formando un hilo de extensión variable (Giuliano et al., 2010). Estas características reológicas han dificultado mucho la manipulación de las muestras a criopreservar ya que dificultan la separación de los espermatozoides del PS, el fraccionamiento de los eyaculados en alícuotas, la homogenización de las muestras con el diluyente y el envasado de las pajuelas (Carretero et al., 2017a). La incubación del semen con una solución de colagenasa en HEPES-TALP-BSA, permite separar los espermatozoides del PS al disminuir la formación de hilo (Giuliano et al., 2010). Por esta razón, muchos estudios incorporan dicha enzima para mejorar la manipulación de las muestras (Carretero et al., 2015c; 2017a). Con respecto al semen refrigerado, Carretero et al. (2017a) preservaron espermatozoides tanto en presencia de PS y colagenasa como en ausencia de los mismos y observaron que el porcentaje de movilidad de las muestras refrigeradas con PS y colagenasa fue significativamente menor al porcentaje de las muestras refrigeradas sin PS y sin colagenasa. Sin embargo, en las muestras refrigeradas sin PS y sin colagenasa se observó un aumento en la condensación de la cromatina con respecto a las muestras refrigeradas con PS y colagenasa. Por otra parte, no observaron diferencias significativas en el porcentaje de espermatozoides vivos y con membranas funcionales entre ambas muestras.

2.7 Congelamiento de Semen

El congelamiento profundo es el proceso en el cual células o tejidos son congelados a muy bajas temperaturas, generalmente entre -80 y -196 °C para disminuir las funciones vitales de una célula o un organismo y así conservarlo durante un tiempo indefinido. A esas temperaturas, cualquier actividad biológica, incluidas las reacciones bioquímicas que producirían la muerte de una célula, quedan detenidas. Esta metodología de conservación de semen presenta varias ventajas, como el transporte de semen más económico que el transporte del animal; el semen puede ser utilizado mucho tiempo después de su extracción e incluso después de la muerte del animal; no se requiere la presencia de los reproductores en el establecimiento, eliminándose

los gastos de mantenimiento de los mismos y permite la prevención y el control de las enfermedades de transmisión venérea. Sin embargo, en los CSA esta técnica de conservación no ha tenido el mismo éxito que se ha observado en la especie bovina. Tanto en la llama como en la alpaca, aunque se insemine con semen criopreservado la misma cantidad y el mismo número de espermatozoides vivos y móviles que con semen fresco, se obtienen muy bajos porcentajes de preñez (0 al 26%) (Bravo et al., 2000; Aller et al., 2003; Vaughan et al., 2003; Huanca et al., 2007; Giuliano et al., 2012b; Fumuso et al., 2018). Como consecuencia de esta situación, actualmente no hay campañas masivas de inseminación artificial (IA) con semen criopreservado y solamente se insemina con semen fresco. Diversos protocolos se han desarrollado con el fin de mejorar los resultados al pos-descongelado luego de la criopreservación de semen de llama y de alpaca. Dos factores importantes que deben considerarse previo y durante el proceso de congelamiento profundo, para minimizar los daños que sufren los espermatozoides, son: 1) los crioprotectores utilizados y 2) los cambios de temperatura a que los espermatozoides están sujetos durante el proceso de preservación. Dentro de los crioprotectores permeables, el más utilizado en las especies domésticas ha sido el glicerol. En CSA, el glicerol ha sido prácticamente el único crioprotector empleado (Bravo et al., 1996; Aller et al., 2003; Vaughan et al., 2003; Santiani et al., 2005; Morton et al., 2010) aunque en menor medida se ha probado también el etilenglicol en alpacas (Santiani et al., 2005). Más recientemente, se ha probado a la dimetilformamida como crioprotector permeable para criopreservar espermatozoides de llama (Carretero et al., 2015c; 2017b; Fumuso et al., 2017).

Con respecto a los cambios de temperatura que sufre el espermatozoide durante el congelamiento profundo, en toro, búfalo y pequeños rumiantes se ha establecido que una curva de enfriamiento lenta hasta los 5 °C, junto con el uso de yema de huevo, son beneficiosos para evitar el shock por frío (Swelum et al., 2011). Una vez alcanzados los 5 °C, las muestras generalmente se someten a un período de equilibramiento con el agregado del crioprotector permeable y posteriormente se inicia el proceso de congelación. En el padrillo equino, por otra parte, se agrega el crioprotector permeable a temperatura ambiente y se congela utilizando una curva de enfriamiento rápida, sin realizar la estabilización previa a 5 °C (Miragaya et al., 2001). En CSA, por su cercanía a los pequeños rumiantes, se ha utilizado mayormente una curva de enfriamiento lenta (Bravo et al., 1996; Aller et al., 2003; Vaughan et al., 2003; Santiani et al., 2005; 2013; Morton et al., 2010; Carretero et al., 2015c), existiendo pocos reportes en los que se utiliza una curva de enfriamiento rápida (Carretero et al., 2015c; 2017b; Fumuso et al., 2017).

En la alpaca se han realizado varios trabajos de congelamiento profundo a partir de eyaculados obtenidos por VA. Vaughan et al. (2003) congelaron semen de alpaca utilizando diluyentes comerciales: Green/clear camel buffer® y Biladyl® A y B. En la evaluación pos-descongelado, obtuvieron un $17,4 \pm 1,4\%$ (rango: 0-40%) y $21,3 \pm 3,3\%$ (rango: 0-40%) de actividad (movilidad) con el primer y el segundo diluyentes respectivamente. Santiani et al. (2005) congelaron semen de alpaca utilizando un equilibramiento a 5 °C y comparando dos diluyentes y dos crioprotectores. El diluyente I en base a TRIS – citrato – yema de huevo – glucosa y el diluyente II formado por leche descremada – yema de huevo – fructosa. Los crioprotectores utilizados fueron glicerol (G) o etilenglicol (EG), ambos al 7%. La movilidad del semen fresco fue del 72%, la movilidad de las muestras pos-descongelamiento utilizando el diluyente I descendió a 1-4% y en las que se utilizó el diluyente II descendió a 15-20%. También las muestras congeladas con el diluyente II presentaron los mayores porcentajes de espermatozoides vivos con acrosomas intactos (12 a 19% vs 4 a 6%, para el diluyente II y I, respectivamente). Posteriormente, Santiani Acosta et al. (2013) congelaron semen de alpaca utilizando leche descremada - yema de huevo - fructosa y EG (7%) con el agregado de dos antioxidantes (tempo y tempol). La movilidad espermática del semen fresco fue del 53% y descendió a un 11,2; 20 y 22,1% para las muestras descongeladas control (sin antioxidantes), tempo y tempol, respectivamente. La funcionalidad de membranas (HOS) y el porcentaje de espermatozoides vivos con acrosomas intactos disminuyeron en las muestras congeladas/descongeladas respecto al semen fresco, pero no fueron diferentes entre los diferentes protocolos de congelamiento. Las muestras control presentaron al descongelamiento mayor índice de fragmentación del ADN (TUNEL) respecto a las muestras congeladas con antioxidantes y a su vez, las muestras con tempo mayor fragmentación que las tempol. Ordoñez et al. (2015) evaluaron el efecto de tres diluyentes en muestras congeladas a partir de eyaculados de alpaca obtenidos por EE. El diluyente Triladyl® presentó los mayores porcentajes de movilidad total al descongelamiento (15,7%) con respecto al diluyente Andromed® (0%) y base Tris (10%).

Con respecto a los trabajos de congelamiento de semen realizados en la llama, von Baer y Hellemann (1999) compararon un diluyente en base Tris y otra en base EDTA, con y sin el agregado de Equex STM® en eyaculados colectados por VA. El diluyente en base Tris presentó los mayores porcentajes de movilidad, independientemente de la presencia de Equex (25-28,2% vs 16,3-21,4% para Tris y EDTA, respectivamente).



Aller et al. (2003) congelaron semen de llama a partir de eyaculados obtenidos por VA y utilizando un diluyente en base a citrato de sodio – yema de huevo y glucosa con dimetilsulfóxido (8%) y glicerol (6%) como crioprotectores. La movilidad y viabilidad del semen descongelado disminuyeron con respecto al semen fresco (54,3 vs 20,4% y 68,5 vs 32,4%, para la movilidad y viabilidad del semen fresco y descongelado, respectivamente). En base a estos reportes, nuestro laboratorio comparó dos crioprotectores (glicerol y dimetilformamida), ambos al 7% y dos curvas de equilibramiento del semen con los crioprotectores (temperatura ambiente y 5 °C). Los resultados de este trabajo determinaron que el equilibramiento a temperatura ambiente y el uso de dimetilformamida al 7% como crioprotector permeable, conservó la movilidad, viabilidad e integridad funcional de la membrana plasmática espermática y a su vez, conservó la integridad y condensación de la cromatina de los espermatozoides de llama. Mientras que, el glicerol al 7% produjo un 87-100% de espermatozoides con el ADN fragmentado y bajos niveles de movilidad (0 a 5%) (Carretero et al., 2015c). Esta baja movilidad observada en las muestras congeladas con glicerol es similar a otros estudios encontrados en la literatura que reportan que el uso de 6-8% de glicerol no promueve la movilidad espermática (llama: von Baer y Helleman, 1999; Aller et al., 2003; alpaca: Vaughan et al., 2003; Santiani et al., 2005; Santiani Acosta et al., 2013). El único trabajo que difiere es el de Bravo et al. (2000), el cual reporta un 30-40% de movilidad luego del descongelamiento en espermatozoides congelados de llama y alpaca. Sin embargo, no es clara la concentración de glicerol utilizada y además la movilidad inicial de esas muestras fue mayor (80%) a la movilidad inicial del resto de los trabajos, por lo que el descenso en la movilidad fue de alrededor el 50%, similar a lo observado en otros trabajos.

El alto grado de fragmentación del ADN y la baja movilidad observados en espermatozoides de llama congelados con 7% de glicerol (Carretero et al., 2015c) estarían indicando que el glicerol a una concentración final del 7% podría ser tóxico para los espermatozoides. Los bajos porcentajes de preñez observados luego de la IA con semen congelado/descongelado de llama y alpaca (Bravo et al., 2000; Aller et al., 2003; Vaughan et al., 2003) utilizando 6-7% de glicerol refuerzan esta hipótesis.

Trabajos más recientes evaluaron el efecto del plasma seminal en espermatozoides criopreservados de llama (Carretero et al., 2017b; Fumuso et al., 2017). Carretero et al. (2017b) congelaron espermatozoides tanto en presencia de PS y colagenasa como en ausencia de los mismos. Ambos protocolos preservaron la integridad del ADN, sin embargo, los porcentajes de viabilidad y de movilidad (total

y progresiva) fueron significativamente menores en las muestras congeladas respecto al semen fresco. Fumuso et al. (2017) agregaron diferentes porcentajes de PS (0, 10 y 50%) a espermatozoides de llama descongelados que fueron criopreservados en ausencia de PS y utilizando una curva rápida de congelamiento. Estos autores concluyeron que la adición de 10 y 50 % de PS al descongelamiento fue incapaz de mejorar la sobrevivencia de los espermatozoides de llama.

2.8 Inseminación Artificial

2.8.1 Con Semen a 37 °C

En 1968, Fernández-Baca y Novoa inseminaron por primera vez 42 alpacas con semen fresco sin diluir de paco vicuña y obtuvieron una cría (1/42). Ese mismo año, Calderón et al. (1968) recuperaron un embrión en el 75% de las hembras inseminadas con semen fresco entre las 35 y 45 horas pos-inducción de la ovulación. Aller et al. (1997) no observaron diferencias significativas en el porcentaje de preñez al inseminar llamas con semen fresco o con semen diluido con un diluyente a base de Tris, ácido cítrico y fructosa, con ambos métodos fue de 40%. En alpacas, Bravo et al. (1997) compararon dos vías de inseminación: cervical y laparoscópica. Obtuvieron un 40% de preñez al inseminar por vía transcervical y un 50% al inseminar por vía laparoscópica. Bravo et al. (1999) en alpacas obtuvieron un 64,3% y un 57,7% de preñez mediante IA con semen tratado con tripsina y colagenasa, respectivamente utilizando un diluyente a base de yema de huevo, glucosa y citrato. Giuliano et al. (2012b) inseminaron un total de 8 llamas a partir de eyaculados obtenidos por EE y diluidos a 37 °C con lactosa – yema de huevo. La IA se realizó a las 22-24 horas pos-aplicación de 8 µg EV de buserelina (Receptal®) para inducir la ovulación en hembras en presencia de un folículo dominante. Los porcentajes de preñez fueron del 75% (6/8) utilizando una dosis inseminante de 12×10^6 espermatozoides vivos totales. Recientemente, Garcia et al. (2017) inseminaron un total de 60 alpacas a partir de eyaculados obtenidos pos-cópula. La IA la realizaron entre las 26 a 30 hs pos-aplicación de 8 µg IM de buserelina para inducir la ovulación en hembras en presencia de un folículo dominante. Los porcentajes de preñez fueron de 48,4% utilizando una dosis de 25×10^6 de espermatozoides/ml en un diluyente a base de Tris- glucosa- ácido cítrico y yema de huevo.

2.8.2 Con semen refrigerado durante 24 horas

Vaughan et al. (2003) inseminaron 8 hembras de alpaca con semen de un mismo macho. La inducción de la ovulación la realizaron en presencia de un folículo dominante de 7 a 10 mm de diámetro, mediante la aplicación de 8 µg IM de buserelina. Los eyaculados se recolectaron mediante VA, se diluyeron 4:1 con Triladryl® (Minitub, Germany) y se refrigeraron a 4 °C durante 24 horas. Los autores inseminaron con una dosis total de 125 a 170 x 10⁶ espermatozoides con un porcentaje de actividad (movilidad espermática) de aproximadamente 45%. Los porcentajes de preñez fueron de 0%.

Giuliano et al. (2012b) refrigeraron semen de llama de diferentes machos a partir de eyaculados obtenidos por EE. Se utilizó el diluyente lactosa – yema de huevo y se refrigeró a 5 °C. Se inseminaron un total de 31 hembras que se dividieron en 3 grupos de acuerdo al momento de la IA y a la dosis inseminante: A) IA pre-ovulación (22-24 horas pos-aplicación de 8 µg de buserelina) con una dosis inseminante de 12 x 10⁶ espermatozoides vivos totales y una movilidad del 41,9 ± 21,6% (n = 8); B) IA pre-ovulación (22-24 horas pos-aplicación de 8 µg de buserelina) con una dosis inseminante de 57 a 133 x 10⁶ espermatozoides vivos totales (eyaculado completo) con una movilidad del 53,3 ± 15,6% (n = 10) y C) IA pos-ovulación (dentro de las 2 horas de verificar la ovulación) y con una dosis inseminante de 12 a 250 x 10⁶ espermatozoides vivos totales (eyaculado completo) y una movilidad del 41,7 ± 21,3% (n = 13). Los valores de movilidad del semen refrigerado utilizado en todos los grupos son promedio ± DE. Los porcentajes de preñez fueron de 0, 0 y 23% para los grupos A, B y C, respectivamente. A partir de este estudio se estableció que la dosis inseminante necesaria para alcanzar preñez con semen refrigerado de llama fue de 76 x 10⁶ espermatozoides vivos totales (Giuliano et al., 2012b). Esta dosis es mayor a la que se necesita cuando se utiliza semen fresco para la IA (12 x 10⁶ espermatozoides vivos totales). Estos resultados indican que para obtener preñez a partir de semen refrigerado de llama es necesario inseminar luego de confirmar la ovulación (dentro de las 2 horas) y utilizar una dosis de espermatozoides vivos totales mayor que la que se utiliza con semen fresco. Esto es similar a lo que ocurre en otras especies en la que es necesario aumentar la dosis inseminante cuando se utiliza semen preservado (Watson, 2000). Por otra parte, la necesidad de acortar el intervalo de tiempo entre la ovulación y la IA podría indicar que el proceso de refrigeración induciría la capacitación espermática o un proceso similar, como ha sido descrito en otras especies (Neild et al., 2003; Silva y Gadella, 2006) haciendo necesario acortar el intervalo de encuentro

de gametas o el espermatozoide podría reaccionar antes de alcanzar el ovocito.

En un trabajo reciente Garcia et al. (2017) obtuvieron un 33% de preñez en alpacas inseminadas entre las 26 y 30 hs de inducida la ovulación (8 µg de buserelina) con semen refrigerado durante 24 hs a 5 °C en un diluyente a base de Tris- glucosa-acido cítrico-glicerol y yema de huevo.

2.8.3 Con Semen Congelado

En alpacas, Bravo et al. (2000) obtuvieron 5 crías de 19 inseminaciones (26% de preñez) con semen congelado. Utilizaron, en un primer paso, un diluyente con citrato de sodio y yema de huevo. En un segundo paso, diluyeron el semen con citrato de sodio, yema de huevo y 7% de glicerol. Al final de la dilución y antes de congelar, el semen presentó un 60% de espermatozoides móviles y luego de 9 meses de congelado un 30 a 40% de movimiento oscilatorio. Aller et al. (2003) obtuvieron un 7% de preñez (3/38) al inseminar llamas con semen congelado. El diluyente utilizado contenía citrato de sodio, yema de huevo y glucosa, y glicerol (7%) y DMSO (8%) como crioprotectores. El semen diluido fue equilibrado a 5 °C durante 45 minutos y posteriormente se colocó en pajuelas y se conservó en nitrógeno líquido. Vaughan et al. (2003) congelaron semen de alpaca utilizando diluyentes comerciales: Green/clear camel buffer® y Biladyl® A y B. Inseminaron 9 hembras alpacas con semen congelado con el diluyente Green/clear camel buffer® utilizando una dosis inseminante de aproximadamente 50 x 10⁶ espermatozoides totales y 7 hembras con semen congelado con Biladyl® A y B con una dosis inseminante de aproximadamente 300 x 10⁶ espermatozoides totales. El porcentaje de preñez fue de 0% en ambos casos.

Como se mencionó previamente, existen reportes que mencionan la dificultad en la homogenización de las muestras diluidas y a su vez, el problema en el envasado de las pajuelas debido a las características inherentes a los eyaculados de los CSA (alta filancia y viscosidad estructural). Además, estas características del PS podrían interferir con la llegada de los crioprotectores a los espermatozoides. En algunas especies como la equina, el PS es removido previo a la criopreservación de las muestras (Miragaya et al., 2001). El congelamiento de espermatozoides de CSA en ausencia de PS facilitaría la manipulación de las muestras previo al congelamiento y podría ser una alternativa en estas especies. Sin embargo, los resultados de IA utilizando espermatozoides de llama en ausencia de PS no han sido satisfactorios (Fumuso et al., 2018).

Los bajos índices de preñez utilizando semen criopreservado en CSA sigue siendo hoy día un tema



de estudio. Es por ello, que actualmente varios trabajos están dirigidos a evaluar el efecto del congelamiento profundo sobre distintas características seminales para determinar que protocolo *in vitro* podría ser el más adecuado para realizar la IA.

Referencias

- Aba MA, Forsberg M, Kindhal H, Sumar J, Edqvist LE. Endocrine changes after mating in pregnant and non-pregnant llamas and alpacas. *Acta Vet. Scand.* 1995; 36(4):489-498.
- Aba MA, Quiroga MA, Auza N, Forsberg M, Kindahl H. Control of ovarian activity in llamas (*Lama glama*) with medroxiprogesterone acetate. *Reprod. Dom. Anim.* 1999; 34(6):471-476.
- Aba MA, Kindhal H, Forsberg M, Quiroga M, Auza N. Levels of progesterone and changes in prostaglandin F_{2α} release during luteolysis and early pregnancy in llamas and the effect of treatment with flunixin meglumine. *Anim. Reprod. Sci.* 2000; 59(1-2):87-97.
- Adam CL, Bourke DA, Kyle CE, Young P, McEvoy TG. Ovulation and embryo recovery in the llama. In: *International Camel Conference, 1., Dubai, United Arab Emirates, 1992. Proceedings...* Dubai: R & W Publications; 1992. p. 125-127.
- Adams GP, Griffin PG, Ginther OJ. In situ morphologic dynamics of ovaries, uterus and cervix in llamas. *Biol. Reprod.* 1989; 41(3):551-558.
- Adams GP, Sumar J, Ginther OJ. Effects of lactational and reproductive status on ovarian follicular waves in llamas (*Lama glama*). *J. Reprod. Fertil.* 1990; 90(2):535-545.
- Adams GP, Sumar J, Ginther OJ. Hemorrhagic ovarian follicles in llamas. *Theriogenology.* 1991; 35(5):557-568.
- Adams GP, Ratto MH. Ovulation-inducing factor in seminal plasma: a review. *Anim. Reprod. Sci.* 2013; 136(3):148-156.
- Adams GP, Ratto MH, Silva ME, Carrasco RA. Ovulation-inducing factor (OIF/NGF) in seminal plasma: a review and update. *Reprod. Dom. Anim.* 2016; 51(2):4-17.
- Agüero A, Zanzottera E, Egey J, Leoni I, Martínez Vivot M. Anatomía ultrasonográfica del aparato genital macho de *Lama glama*. In: *Seminario Internacional de Camélidos Sudamericanos Domésticos, 2., 1997, Córdoba, Argentina. Proceedings...* Córdoba: Universidad Católica de Córdoba; 1997. p. 111-113.
- Agüero A, Miragaya MH, Ferrer MS, Capdevielle EF, Chaves MG, Rutter B. Follicular dynamics in *Vicugna vicugna*. *Theriogenology.* 2001; 55(1):379.
- Alberio RH, Aller JF. Control y sincronización de la onda folicular mediante la aplicación de progesterona exógena en llamas. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 1996; 16(4):325-329.
- Aller JF, Ferré L, Rebuffi GE, Alberio RH. Inseminación artificial en llamas (*Lama glama*). Primera comunicación en Argentina. *Vet. Arg.* 1997; 14(136): 394-400.
- Aller JF, Rebuffi GE, Cancino AK. Superovulation response to progesterone-eCG treatment in vicuna (*Vicugna vicugna*) in semicaptive conditions. *Theriogenology.* 2002a; 57(1):576.
- Aller JF, Rebuffi GE, Cancino AK, Alberio R. Successful transfer of vitrified llama (*Lama glama*) embryos. *Anim. Reprod. Sci.* 2002b; 73(1-2):121-127.
- Aller JF, Rebuffi GE, Cancino AK, Alberio RH. Influencia de la criopreservación sobre la motilidad, viabilidad y fertilidad de espermatozoides de llama (*Lama glama*). *Arch. Zootec.* 2003; 52:15-23.
- Berland MA, von Baer A, Ruiz J, Parraguez V, Morales P, Adams GP, Ratto MH. In vitro fertilization and development of cumulus oocyte complexes collected by ultrasound-guided follicular aspiration in superstimulated llamas. *Theriogenology.* 2011; 75:1482-1488.
- Bogle OA, Carrasco RA, Ratto MH, Singh J, Adams GP. Source and localization of ovulation-inducing factor/nerve growth factor in male reproductive tissues among mammalian species. *Biol. Reprod.* 2018; 99(6):1194-1204.
- Bourke DA, Adam CL, Kyle CE, McEvoy TG, Young P. Ovulation, superovulation and embryo recovery in llamas. In: *International Congress on Animal Reproduction, 12., 1992, The Hague, Netherlands. Proceedings...* The Hague: ICAR; 1992. p. 193-195.
- Bourke DA, Kyle CE, McEvoy TG, Young P, Adam CL. Advanced Reproductive Technologies in South American Camelids. In: Gerken M, Renieri C, editors. *Proceedings of 2nd European Symposium on South American Camelids.* Camerino: Università degli Studi di Camerino; 1995a. p. 235-243.
- Bourke DA, Kyle CE, McEvoy TG, Young P, Adam CL. Superovulatory responses to eCG in llamas (*Lama glama*). *Theriogenology.* 1995b; 44(2):255-268.
- Bravo PW, Sumar J. Laparoscopic examination of the ovarian activity in alpacas. *Anim. Reprod. Sci.* 1989; 21:271-281.

- Bravo PW, Fowler ME, Stabenfeldt GH, Lasley B. Endocrine responses in the llama to copulation. *Theriogenology*. 1990a; 33:891-899
- Bravo PW, Fowler ME, Stabenfeldt GH, Lasley BL. Ovarian follicular dynamics in the llama. *Biol. Reprod.* 1990b; 43(4):579-585.
- Bravo PW, Tsutsui T, Lasley BL. Dose response to equine chorionic gonadotropin and subsequent ovulation in llamas. *Small Rumin. Res.* 1995; 18(2):157-163.
- Bravo PW, Ordonez C, Alarcon V. Processing and freezing of semen of alpacas and llamas. In: *International Congress on Animal Reproduction*, 13., 1996, Sydney, Australia. *Proceedings...* Sydney: ICAR; 1996. p. 2-3.
- Bravo PW, Flores U, Garnica J, Ordoñez C. Collection of semen and artificial insemination of alpacas. *Theriogenology*. 1997; 47(3):619-626.
- Bravo PW, Pacheco C, Quispe G, Vilcapaza L, Ordoñez C. Degelification of alpaca semen and the effect of dilution rates on artificial insemination outcome. *Arch. Androl.* 1999; 43(3):239-246.
- Bravo PW, Skidmore JA, Zhao XX. Reproductive aspects and storage of semen in Camelidae. *Anim. Reprod. Sci.* 2000; 62(1-3):173-193.
- Bravo PW. Female reproduction. In: Bravo PW. *The Reproductive Process of South American Camelids*. Salt Lake: Seagull Printing; 2002. p. 1-31.
- Brogliatti GM, Palasz AT, Adams GP. Ultrasound-guided transvaginal follicle aspiration and oocyte collection in llamas (*Lama glama*). *Theriogenology*. 1996; 45(1):249.
- Brogliatti GM, Palasz AT, Rodriguez-Martinez H, Mapletoft RJ, Adams GP. Transvaginal collection and ultrastructure of llama (*Lama glama*) oocytes. *Theriogenology*. 2000; 54(8):1269-1279.
- Buendía P, Soler C, Paolicchi F, Gago G, Urquieta B, Pérez-Sánchez F, Bustos-Obregón E. Morphometric characterization and classification of alpaca sperm heads using the Sperm-Class Analyzer computer-assisted system. *Theriogenology*. 2002; 57(4):1207-1218.
- Calderon W, Sumar J, Franco E. Avances de la inseminación artificial de las alpacas (*Lama pacos*). *Rev. Fac. Med. Vet. Lima*. 1968; 22:19-35.
- Carretero MI, Giuliano SM, Casaretto CI, Gambarotta MC, Neild DM. Evaluación del ADN espermático de llamas utilizando azul de toluidina. *InVet.* 2009; 11(1):55-63.
- Carretero MI, Miragaya M, Chaves MGF, Gambarotta M, Agüero A. Embryo production in superstimulated llamas pre-treated to inhibit follicular growth. *Small Rum. Res.* 2010a; 88(1):32-37.
- Carretero MI, Arraztoa CC, Casaretto CI, Huanca, Neild DM, Giuliano SM. Alpaca sperm chromatin evaluation using Toluidine Blue. In: Boersma L, editor. *Fibre production in South American camelids and other fibre animals*. Gelderland: Wageningen Academic Publishers; 2010b. p. 141-144.
- Carretero MI, Giuliano S, Agüero A, Pinto M, Miragaya M, Trasorras V, Egey J, von Thungen J, Neild D. Guanaco sperm chromatin evaluation using Toluidine Blue. *Reprod. Fertil. Dev.* 2010c; 22(1):310.
- Carretero MI, Lombardo D, Arraztoa CC, Giuliano SM, Gambarotta MC, Neild DM. Evaluation of DNA fragmentation in llama (*Lama glama*) sperm using the sperm chromatin dispersion test. *Anim. Reprod. Sci.* 2012a; 131(1-2):63-71.
- Carretero MI, Giuliano SM, Casaretto CI, Gambarotta MC, Neild DM. Evaluation of the effect of cooling and the addition of collagenase on llama sperm DNA using toluidine blue. *Andrología*. 2012b; 44:239-247.
- Carretero MI, Santa Cruz RC, Arraztoa CC, Giuliano SM, Neild D. Effect of cooling on llama sperm DNA. *InVet.* 2012c; 14(1):260.
- Carretero MI, Fumuso FG, Neild DM, Giuliano SM, Cetica P, Miragaya MH. Evaluation of the acrosomal status in *Lama glama* sperm incubated with acrosome reaction inducers. *Anim. Reprod. Sci.* 2015a; 160:1-11.
- Carretero MI, Fumuso FG, Giuliano SM, Neild DM, Cetica P, Miragaya MH. Evaluación del ADN en espermatozoides de llama mediante la técnica de TUNEL utilizando citometría de flujo. In: *Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Reproducción Animal*, 2015b, Buenos Aires, Argentina. *Proceedings...* Buenos Aires: Sociedad Latinoamericana de Reproducción Animal; 2015b. p. 375-378.
- Carretero MI, Neild DM, Ferrante A, Caldevilla M, Arraztoa CC, Fumuso FG, Giuliano SM. Effect of cryoprotectant and equilibration temperature on *Lama glama* spermatozoa. *Andrología*. 2015c; 47(6):685-693.
- Carretero MI, Giuliano SM, Arraztoa CC, Santa Cruz RC, Fumuso FG, Neild DM. Comparison of two cooling protocols for llama semen: with and without collagenase and seminal plasma in the medium. *Andrología*. 2017a; 49(6):e12691.
- Carretero MI, Fumuso FG, Chaves MG, Miragaya MH, Neild DM, Cetica P, Giuliano SM. Comparison of two freeze thawing protocols for llama semen: with and without collagenase and seminal plasma in the medium. *Preliminary results*. *InVet.* 2017b; 19 (1): 57.



- Casaretto C, Martínez Sarrasague M, Giuliano S, Rubin de Celis E, Gambarotta M, Carretero I, Miragaya M. Evaluation of *Lama glama* semen viscosity with a cone-plate rotational viscometer. *Andrologia*. 2012a; 44(51):335-341.
- Casaretto C, Lombardo DM, Giuliano S, Gambarotta M, Carretero MI, Miragaya MH. Morphometric analysis of llama (*Lama glama*) sperm head. *Andrologia*. 2012b; 44(s1):424-430.
- Chaves MG, Agüero A, Egey J, Flores M, Rutter B. Sincronización de la onda folicular en llamas utilizando un dispositivo intravaginal (CIDR®). In: PanVet, 16., 1998, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Proceedings... Santa Cruz de la Sierra: PanVet; 1998. p. 139.
- Chaves MG, Aba M, Agüero A, Egey J, Berestin V, Rutter B. Ovarian follicular wave pattern and the effect of exogenous progesterone on follicular activity in non-mated llamas. *Anim. Reprod. Sci.* 2002; 69(1-2):37-46.
- Chaves MG, Miragaya MH, Capdevielle EF, Rutter B, Giuliano SM, Agüero A. Maduración in vitro de oocitos de vicuña obtenidos por aspiración quirúrgica de folículos de ovarios superestimulados. In: Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, 3., 2003, Viña del Mar, Chile. Proceedings... Viña del Mar: ALEPRyCS; 2003. p. 80.
- Cheuquemán C, Merino O, Giojalas L, von Baer A, Sánchez R, Risopatrón J. Assessment of sperm function and DNA fragmentation in ejaculated alpaca sperm (*Lama pacos*) by flow cytometry. *Reprod. Domest. Anim.* 2013; 48(3):447-453.
- Conde PA, Herrera C, Trasorras VL, Giuliano SM, Director A, Miragaya MH, Chaves MG, Sarchi MI, Stivale D, Quintans C, Agüero A, Rutter B, Pasqualini S. *In vitro* production of llama (*Lama glama*) embryos by IVF and ICSI with fresh semen. *Anim. Reprod. Sci.* 2008; 109(1-4):298-308.
- Del Campo MR, Del Campo CH, Donoso MX, Berland M, Mapletoft RJ. In vitro fertilization and development of llama (*Lama glama*) oocytes using epididymal spermatozoa and oviductal cell co-culture. *Theriogenology*. 1994; 41(6):1219-1229.
- Del Campo MR, Del Campo CH, Adams GP, Mapletoft RJ. The application of new reproductive technologies to South American camelids. *Theriogenology*. 1995; 43(1):21-30.
- Del Campo MR, Del Campo CH, Ginther OJ. Vascular provisions for a local utero-ovarian cross-over pathway in New World camelids. *Theriogenology*. 1996; 46(6):983-991.
- Del Campo MR, Toro F, von Baer A, Montecinos S, Donoso X, von Baer L. Morphology and physiology of llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama paco*) embryos. *Theriogenology*. 2002; 57(1):581.
- Delhon GA, von Lawzewitsch I. Reproduction in the male llama (*Lama glama*), a South American Camelid. I. Spermatogenesis and organizations of the intertubular space of the mature testis. *Acta Anat.* 1987; 129(1):59-66.
- Delhon G, von Lawzewitsch I. Ductus epidymidis compartments and morphology of epididymal spermatozoa in llamas. *Anat. Histol. Embriol.* 1994; 23(3):217-225.
- di Fonzo A, Fumuso F, Giuliano SM, Carretero MI. Comparación de dos tiempos de tinción para evaluar la viabilidad y el estado acrosomal en espermatozoides de llama utilizando la triple tinción. *Invet.* 2017; 19(2):39.
- Director A. Obtención y evaluación de semen en la especie *Lama glama* [informe final de Beca Estímulo]. Buenos Aires: UBA; 2004.
- Director A, Giuliano S, Trasorras V, Carretero MI, Pinto M, Miragaya M. Electroejaculation in llama (*Lama glama*). *J. Camel. Practice and Res.* 2007; 14(2):203-206.
- England BG, Foote WC, Matthews DH, Cardozo AG, Riera S. Ovulation and corpus luteum function in the llama (*Lama glama*). *J. Endocrinol.* 1969; 45(4):505-513.
- Fernández Baca S, Novoa C. Primer ensayo de inseminación artificial (*Lama paco*) con semen de vicuña (*Vicugna vicugna*). *Rev. Fac. Med. Vet. Lima.* 1968; 22:9-18.
- Fernández-Baca S, Hansel W, Novoa C. Embryonic mortality in the alpaca. *Biol. Reprod.* 1970; 3(2):243-251.
- Fernández-Baca S, Sumar J, Novoa C, Leyva V. Relación entre la ubicación del cuerpo lúteo y la localización del embrión en la alpaca. *Revista de Investigaciones Pecuarias.* 1973; 2:131-135.
- Fernández-Baca S, Hansel W, Saatman R, Sumar J, Novoa C. Differential luteolytic effects of right and left uterine horns in the alpaca. *Biol. Reprod.* 1979; 20(3):586-595.
- Fernández-Baca S. Manipulation of reproduction functions in male and female New World camelids. *Anim. Reprod. Sci.* 1993; 33(1-4):307-323.
- Ferré LB, Werkmeister A. Desarrollo de una vagina artificial termoeléctrica para la colecta de semen en camélidos (resultados preliminares). *Rev. Arg. Prod. Anim.* 1996; 16(4):363-365.
- Fowler ME. *Medicine and surgery of South American camelids: llama, alpaca, vicuña, guanaco.* Ames: Iowa State University Press; 1989.

- Fowler ME. Twinning in llamas. *Llamas*. 1990; 4(7):35-38.
- Fowler ME, Olander HJ. Fetal membranes and ancillary structures of llamas (*Lama glama*). *Am. J. Vet. Res.* 1990; 51(9):1495-1500.
- Fowler M. *Medicine and surgery of South American camelids*. 2nd ed. Amer: Iowa State University Press; 1998.
- Fumuso FG, Giménez ML, Neild DM, Giuliano SM, Chaves MG, Carretero MI. Comparación de métodos de lavado y tiempos de conservación de los frotis para evaluar el acrosoma en espermatozoides de llama mediante la tinción de Coomassie Blue. *Spermova*. 2014; 4(1):50-53.
- Fumuso FG, Carretero MI, Neild DM, Miragaya MH, Giuliano SM. Evaluación de la viabilidad y el estado acrosomal en espermatozoides de llama (*Lama glama*). Resultados preliminares. In: Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Reproducción Animal, 1., 2015, Buenos Aires, Argentina. Proceedings... Buenos Aires: Sociedad Latinoamericana de Reproducción Animal; 2015. p. 387-390.
- Fumuso FG, Carretero MI, Chaves MG, Neild DM, Miragaya MH, Giuliano SM. Addition of seminal plasma to frozen-thawed llama spermatozoa does not preserve sperm motility. 7th European Symposium on South American Camelids and 3rd European Meeting on Fibre Animals, Asís, Italia; 2017.
- Fumuso FG, Arraztoa CC, Chaves MG, Neild DM, Giuliano SM, Miragaya MH, Carretero MI. Inseminación artificial de llamas con semen congelado. Resultados preliminares. *Invet.* 2018; 20(1):124.
- Gamarra G, Huaman E, León S, Carpio M, Alvarado E, Asparrin M, Vivanco HW. First in vitro embryo production in alpacas (*Lama pacos*). *Reprod. Fertil. Dev.* 2008; 21:177-178.
- García W, Alarcón V, Bravo PW. Inseminación Artificial de alpacas con semen refrigerado y con inclusión de dos tipos de yema de huevo. *Rev. Inv. Vet. Perú.* 2017; 28(2):337-344.
- Gauly M, Leidinger H. Semen quality, characteristics volume distribution and hypoosmotic sensitivity of spermatozoa of *Lama glama* and *Lama guanicoe*. In: Gerken M, Renieri C, editors. Proceedings of 2nd European Symposium on South American Camelids. Camerino: Università degli Studi di Camerino; 1995. p. 245-249.
- Giuliano S, Ferrari M, Spirito S, Roldan J, Fernández H, Agüero A. Análisis morfométrico de los espermatozoides de *Lama glama* mediante el uso de tres coloraciones. *PanVet*, 16., 1998, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Proceedings... Santa Cruz de la Sierra: PanVet; 1998. p. 138.
- Giuliano S, Agüero A, Spirito S, Chaves G, Boquet M, Rutter B, Ferrari M. Heat stress effect on sperm morphology in *Lama glama*. *Biocell*. 2000; 24:265.
- Giuliano SM, Spirito SE, Miragaya MH, Capdevielle EF, Agüero A, Boquet MD, Ferrari MR. Electroejaculation and seminal parameters in vicugna (*Vicugna vicugna*). *Theriogenology*. 2002; 57(1):583.
- Giuliano SM, Director A, Gambarotta M, Trasorras VL, Miragaya MH. Influencia de diluyentes en semen refrigerado a 5° C durante 24 hs en la especie *Lama glama*. In: Congreso Mundial sobre Camélidos, 4., 2006, Santa María, Catamarca. Proceedings... Santa María: Ministerio de Producción y Desarrollo del Gobierno de la Provincia de Catamarca; 2006.
- Giuliano S, Director A, Gambarotta M, Trasorras V, Miragaya M. Collection method, season and individual variation on seminal characteristics in the llama (*Lama glama*). *Anim. Reprod. Sci.* 2008; 104(2-4):359-369.
- Giuliano S, Carretero MI, Pinto M, Trasorras V, Egey J, von Thungen J, Agüero A, Miragaya M. Electroeyaculación y características seminales del guanaco. In: Congreso Mundial sobre Camélidos, 5., 2009, Riobamba, Ecuador. Proceedings... Riobamba: Asociación de Llamingueros INTIÑAN; 2009.
- Giuliano SM, Carretero MI, Gambarotta MC, Neild DM, Trasorras VL, Pinto M, Miragaya MH. Improvement of llama (*Lama glama*) seminal characteristics using collagenase. *Anim. Reprod. Sci.* 2010; 118(1):98-102.
- Giuliano SM, Bisiau C, Carretero MI, Arraztoa CC, Neild D. Use of Coomassie blue to evaluate acrosomal status in llama spermatozoa. Preliminary results. *InVet.* 2012a; 14(1):279.
- Giuliano SM, Chaves MG, Trasorras VL, Gambarotta M, Neild D, Director A, Pinto M, Miragaya MH. Development of an artificial insemination protocol in llamas using cooled semen. *Anim. Reprod. Sci.* 2012b; 131(3-4):204-210.
- Giuliano S. Extracción y evaluación de semen de camélidos sudamericanos. *Spermova*. 2012c; 2(1):6-9.
- Gomez G, Ratto MH, Berland M, Wolter M, Adams GP. Superstimulatory response and oocyte collection in alpacas. *Theriogenology*. 2002; 57(1):584.
- Huanca W, Cordero A, Huanca T, Adams GP. Biotecnologías reproductivas en camélidos sudamericanos domésticos: avances y perspectivas. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 2007; 15(Supl.1):195-201.
- Johnson LW. Llama Reproduction. *Vet. Clinic. North Am. Food Anim. Practice.* 1989; 5(1):159-182.
- Kadwell M, Fernandez M, Stanley HF, Baldi R, Wheeler JC, Rosadio R, Bruford MW. Genetic analysis reveals



- the wild ancestors of the llama and the alpaca. *Proc. Biol. Sci.* 2001; 268(1485):2575-2584.
- Kershaw-Young CM, Maxwell WM. The effect of seminal plasma on alpaca sperm function. *Theriogenology.* 2011; 76(7):1197-1206.
- Kershaw-Young CM, Maxwell WMC. Seminal plasma components in Camelids and Comparisons with other species. *Reprod. Dom. Anim.* 2012; 47:369-375.
- Kubiceck J. Sanementnahme beim alpaka durch eine harnrihrenfistel. *Z. Tierzuechtung Zuechtungsbiologie.* 1974; 90:335.
- Leon JB, Smith BB, Timm KI, LeCren G. Endocrine changes during pregnancy, parturition and the early post-partum period in the llama (*Lama glama*). *J. Reprod. Fertil.* 1990; 88(2):503-511.
- Leyva V, Sumar J. Evaluación del peso corporal al empadre sobre la capacidad reproductiva de hembras alpaca de un año de edad. In: *International Convention on South American Camelids, 4., 1981, Punta Arenas, Chile. Proceedings...* Punta Arenas: Corporación Nacional Forestal, Instituto de la Patagonia; 1981.
- Lichtenwalner AB, Woods GL, Weber JA. Seminal collection, seminal characteristics and pattern of ejaculation in llamas. *Theriogenology.* 1996; 46(2):293-305.
- Miragaya MH, Chaves M, Neild D, Berretta C, Agüero A. Artificial insemination using stallion semen cryopreserved with a simple manual method. *Fertil. Steril.* 2001; 68(3-4):336-337.
- Miragaya MH, Chaves MG, Capdevielle EF, Ferrer MS, Pinto M, Rutter B, Neild DM, Agüero A. In vitro maturation of llama (*Lama glama*) oocytes obtained surgically using follicle aspiration. *Theriogenology.* 2002; 57(1):731.
- Miragaya MH, Herrera C, Quintans CJ, Chaves MG, Capdevielle EF, Giuliano SM, Pinto MR, Egey J, Rutter B, Pasqualini RS, Agüero A. Producción in vitro de embriones de llama (*Lama glama*) por la técnica de ICSI: resultados preliminares. In: *Congreso Mundial sobre Camélidos, 3., 2003, Potosí, Colombia. Proceedings...* Potosí: Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuario; 2003. p. 267-270.
- Miragaya MH, Aba MA, Capdevielle EF, Ferrer MS, Chaves MG, Rutter B, Agüero A. Follicular activity and hormonal secretory profile in vicuna (*Vicugna vicugna*). *Theriogenology.* 2004; 61(4):663-671.
- Miragaya MH, Chaves MG, Agüero A. Reproductive biotechnology in South American Camelids. *Small Rumin. Res.* 2006; 61(2-3):299-310.
- Mogrovejo D. Estudios del semen de alpacas [thesis]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 1952.
- Monniaux D, Chupin D, Saumande J. Superovulatory responses of cattle. *Theriogenology.* 1983; 19(1):55-81.
- Morton KM, Bathgate R, Evans G, Maxwell WM. Cryopreservation of epididymal alpaca (*Vicugna pacos*) sperm: a comparison of citrate-, Tris- and lactose-based diluents and pellets and straws. *Reprod. Fertil. Dev.* 2007; 19(7):792-796.
- Morton KM, Evans G, Maxwell WMC. Effect of glycerol concentration, Equex STM® supplementation and liquid storage prior to freezing on the motility and acrosome integrity of frozen-thawed epididymal alpaca (*Vicugna pacos*) sperm. *Theriogenology.* 2010; 74(2):311-316.
- Morton KM, Gibb Z, Leahy T, Maxwell WMC. Effect of enzyme treatment and mechanical removal of alpaca (*Vicugna pacos*) seminal plasma on sperm functional integrity. *J. Camelid. Sci.* 2012; 5:62-81.
- Neild DM, Gadella BM, Chaves MG, Miragaya MH, Colenbrander B, Agüero A. Membrane changes during different stages of a freeze-thaw protocol for equine semen cryopreservation. *Theriogenology.* 2003; 59(8):1693-1705.
- Ordoñez C, Ampuero E, Alarcón V, Franco E, Hanzen C, Cucho H. Evaluación de tres dilutores en la criopreservación de semen de alpaca (*Vicugna pacos*) en pellets. *Spermova.* 2015; 5(1):119-123.
- Palomino CJM, Cervantes FMP, Huanca WL. Perfiles de progesterona, tamaño del cuerpo lúteo y sobrevivencia embrionaria en llamas (*Lama glama*) con aplicación de estradiol. In: *Congreso Mundial sobre Camélidos, 4., 2006, Santa María, Catamarca. Proceedings...* Santa María: Ministerio de Producción y Desarrollo del Gobierno de la Provincia de Catamarca; 2006. p. 18.
- Powell SA, Smith BB, Timm KI, Menino AR. Estradiol production by preimplantation blastocysts and increased serum progesterone following estradiol treatment in llamas. *Anim. Reprod. Sci.* 2007; 102(1-2):66-75.
- Quintano J. Determinación de la sobrevivencia de los espermatozoides de alpaca (*Lama pacos*) colectados del conducto deferente con el uso de tres dilutores [thesis]. Perú: Universidad Nacional del Altiplano; 2002.
- Raedeke K. El guanaco de Magallanes, Chile: su distribución y ecología. Chile: Corporación Nacional Forestal de Chile; 1978.
- Ratto MH, Wolter M, Gomez C, Berland M. Refrigeration of epididymal sperm from lama with three different extenders. In: *Congreso Mundial sobre Camélidos, 2., 1999, Cuzco, Perú. Proceedings...* Cuzco: Universidades de San Antonio Abad del Cuzco,

- Nacional San Marcos de Lima y Nacional del Altiplano de Puno; 1999. p. 79-80.
- Ratto MH, Berland M, Adams GP. Ovarian superstimulation and ultrasound-guided oocyte collection in llamas. *Theriogenology*. 2002; 57(1):590.
- Ratto MH, Singh J, Huanca W, Adams GP. Ovarian follicular wave synchronization and pregnancy rate after fixed-time natural mating in llamas. *Theriogenology*. 2003; 60(9):1645-1656.
- Ratto MH, Berland M, Huanca W, Singh J, Adams GP. *In vitro* and *in vivo* maturation of llama oocytes. *Theriogenology*. 2005; 63(9):2445-2457.
- Ratto MH, Huanca W, Singh J, Adams GP. Comparison of the effect of ovulation-inducing factor (OIF) in the seminal plasma of llamas, alpacas and bulls. *Theriogenology*. 2006; 66(5):1102-1106.
- Ratto MH, Gomez C, Berland M, Adams GP. Effect of ovarian superstimulation on COC collection and maturation in alpacas. *Anim. Reprod. Sci.* 2007; 97(3-4):246-256.
- Riveros JL, Schuler G, Chaves M, Hoffmann B, Bonacic C, Bas F, Urquieta B. Ovarian follicular dynamics in non-gestating guanacos (*Lama guanicoe*) in captivity. *Reprod. Dom. Anim.* 2008; 43(1):27.
- Rizos D, Fair T, Papadopoulos S, Boland M, Lonergan P. Developmental, qualitative and ultrastructural differences between ovine and bovine embryos produced *in vivo* or *in vitro*. *Mol. Reprod. Dev.* 2002; 62(3):320-327.
- Ruiz A, Fumuso F, Patino C, Carretero MI, Miragaya MH, Tibary A. Laparoscopic follicular aspiration and oocyte recovery in alpacas (*Vicugna pacos*). In: 5th Conference of the International Society of Camelid Research and Development. ISOCARD. Laâyoune, Morocco. Proceedings...ISOCARD; 2018. p. 360.
- San-Martin M, Copaira M, Zuniga J, Rodreguez R, Bustinza G, Acosta L. Aspects of reproduction in the alpaca. *J. Reprod. Fertil.* 1968; 16(3):395-399.
- Sansinena MJ, Taylor SA, Taylor PJ, Schmidt EE, Denniston RS, Godke RA. *In vitro* production of llama (*Lama glama*) embryos by intracytoplasmic sperm injection: effect of chemical activation treatments and culture conditions. *Anim. Reprod. Sci.* 2007; 99(3-4):342-353.
- Santiani A, Huanca W, Sapaná R, Huanca T, Sepúlveda N, Sánchez, R. Effects on the quality of frozen-thawed alpaca (*Lama pacos*) semen using two different cryoprotectants and extenders. *Asian J. Androl.* 2005; 7(3):303-309.
- Santiani Acosta A, Evangelista Vargas S, Valdivia Cuya M, Risopatrón González J, Sánchez Gutiérrez R. Effect of the addition of two superoxide dismutase analogues (Tempo and Tempol) to alpaca semen extender for cryopreservation. *Theriogenology*. 2013; 79(5):842-846.
- Sari LM, Zampini R, Argañaraz ME, Carretero MI, Fumuso FG, Barraza DE, Ratto M, Apichela SA. Expression of β -NGF and high affinity HNF receptors (TrKA) in Llama (*Lama glama*). Male reproduction tract and spermatozoa. *Mol. Reprod. Dev.* 2018; 85:934-944.
- Silva PF, Gadella BM. Detection of damage in mammalian sperm cells. *Theriogenology*. 2006; 65(5):958-978.
- Skidmore JA, Allen WR, Heap RB. Oestrogen synthesis by the peri-implantation conceptus of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *J. Reprod. Fert.* 1994; 101(2):363-367.
- Skidmore JA, Billah M, Allen WR. Investigation of factors affecting pregnancy rate after embryo transfer in dromedary camels. *Reprod. Fertil. Dev.* 2002; 14(1-2):109-116.
- Smith CL, Peter AT, Pugh DG. Reproduction in llamas and alpacas: a review. *Theriogenology*. 1994; 41(3):573-592.
- Sumar J, Franco E. Informe Final IVITA-La Raya. Perú: *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*; 1974.
- Sumar J, Leyva V. Relación entre la ubicación del cuerpo lúteo y la localización del embrión en la llama (*Lama glama*). Res. Proyectos Investigación. Perú: *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*; 1979. p. 124.
- Sumar J, Leyva V. Colección de semen mediante vagina artificial en la alpaca. In: Proceedings of the IVth International Conference on South American Camelids, 4., 1981, Punta Arenas, Chile. Proceedings... Punta Arenas: ICSAC; 1981.
- Sumar J. Reproductive physiology in South American Camelids. In: Land RB, Robinson DW, editors. Butterworths Genetics of reproduction in sheep; 1985. p. 81-95.
- Sumar J. Removal of the ovaries or ablation of the corpus luteum and its effect on the maintenance of gestation in the alpaca and llama. *Acta Vet. Scand. Suppl.* 1988a; 83:133-141.
- Sumar J. South American camelids raising and reproduction in the high Andes. *Outlook on Agriculture*. 1988b; 17:23-29.
- Sumar J. Fisiología de la reproducción del macho y manejo reproductivo. In: Fernández-Baca S, editor. Avances y perspectivas del conocimiento de los Camélidos Sudamericanos. Santiago: Editorial FAO; 1991. p. 111-147.



- Sumar J, Bravo PW, Foote WC. Sexual receptivity and time of ovulation in alpacas. *Small Rumin. Res.* 1993; 11(2):143-150.
- Swelum AA, Mansour HA, Elsayed AA, Amer HA. Comparing ethylene glycol with glycerol for cryopreservation of buffalo bull semen in egg-yolk containing extenders. *Theriogenology.* 2011; 76(5):833-842.
- Taylor S, Taylor PJ, James AN, Godke RA. Successful commercial embryo transfer in the llama (*Lama glama*). *Theriogenology.* 2000; 53(1):344.
- Tibary A, Anouassi A. *Theriogenology in Camelidae, anatomy, physiology, pathology and artificial breeding.* In: *Reproductive Physiology in male camelidae.* Actes Éditions. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (Maroc). United Arab Emirates: Abu Dhabi Printing and Publishing Company; 1997. p. 489.
- Tibary A, Vaughan J. Reproductive physiology and infertility in male South American camelids: a review and clinical observations. *Small Rumin. Res.* 2006; 61(2-3):283-298.
- Trasorras V, Chaves M, Agüero A. Comparación de tres tratamientos para sincronizar la dinámica ovárica en la llama (*Lama glama*) con estrógenos y progesterona. In: *Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, 6., 2005a, Curitiba, Paraná, Brasil.* Proceedings... Curitiba: ALEPRyCS; 2005a.
- Trasorras VL, Chaves MG, Miragaya MH, Rutter B, Giuliano SM, Director A, Conde P, Herrera C, Agüero A. Fertilización *in vitro* con semen fresco y complejos ovocito-cumulus (COC's) obtenidos por aspiración folicular, en la especie *Lama glama*. *InVet.* 2005b; 7:234-235.
- Trasorras VL, Chaves MG, Miragaya MH, Pinto M, Rutter B, Flores M, Agüero A. Effect of eCG Superstimulation and Buserelin on Cumulus-oocyte complexes recovery and Maturation in llamas (*Lama glama*). *Reprod. Dom. Anim.* 2009; 44(3):359-364.
- Trasorras V, Chaves MG, Neild D, Gambarotta M, Aba M, Agüero A. Embryo transfer technique: factors affecting the viability of the corpus luteum in llamas. *Anim. Reprod. Sci.* 2010; 121(3-4):279-285.
- Trasorras V, Giuliano S, Chaves G, Neild D, Agüero A, Carretero M, Pinto M, Baca Castex C, Alonso A, Rodríguez D, Morell JM, Miragaya M. *In vitro* embryo production in llamas (*Lama glama*) from *in vivo* matured oocytes with fresh semen processed with Androcoll-E using defined embryo culture media. *Reprod. Domest. Anim.* 2012; 47(4):562-567.
- Trasorras V, Giuliano S, Miragaya M. *In vitro* production of embryos in South American Camelids. *Anim. Reprod. Sci.* 2013; 136(3):187-193.
- Trasorras VL, Baca Castex C, Alonso A, Giuliano S, Santa Cruz R, Arraztoa C, Chaves G, Rodríguez D, Neild D, Miragaya M. First llama (*Lama glama*) pregnancy obtained after *in vitro* fertilization and *in vitro* culture of gametes from live animals. *Anim. Reprod. Sci.* 2014; 148(1-2):83-89.
- van de Leemput EE, Vos PL, Zeinstra EC, Bevers MM, Van der Weijden GC, Dieleman SJ. Improved *in vitro* embryo development using *in vivo* matured oocytes from heifers treated for superovulation with controlled preovulatory LH surge. *Theriogenology.* 1999; 52(2):335-349.
- Vaughan JL. Control of ovarian follicular growth in the alpaca (*Lama pacos*) [thesis]. Australia: Central Queensland University; 2001.
- Vaughan J, Galloway D, Hopkins D. Artificial insemination in alpacas (*Lama pacos*). Kingston: Rural Industries Research and Development Corporation; 2003. (RIRDC Publication n° 03/104).
- Vaughan JL, Macmillan KL, D'Occhio MJ. Ovarian follicular wave characteristics in alpacas. *Anim. Reprod. Sci.* 2004; 80(3-4):353-361.
- Veiga MF, Trasorras VL, Bianchi C, Aba M, Moncalvo E, Chaves G, Miragaya M. Uso de la Progesterona Biorelease® LA en el control de la dinámica ovárica en la llama (*Lama glama*). Resultados preliminares. In: *Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Reproducción Animal, 1., 2015, Buenos Aires, Argentina.* Proceedings... Buenos Aires: Sociedad Latinoamericana de Reproducción Animal; 2015.
- Veiga MF, Trasorras VL, Bianchi C, Aba M, Moncalvo E, Chaves MG, Miragaya MH. Administration of progesterone BioRelease LA inhibits follicular growth in llamas (*Lama glama*) regardless of follicle diameter at the start of treatment. *Reprod. Dom. Anim.* 2018; 53(6):1347-1352.
- von Baer L, Hellemann C. Variables seminales en llama (*Lama glama*). *Arch. Med. Vet.* 1998; 30(2):171-176.
- von Baer L, Helleman C. Cryopreservation of llama (*Lama glama*) semen. *Reprod. Dom. Anim.* 1999; 34(2):95-96.
- Watson PF. The causes of reduced fertility with cryopreserved semen. *Anim. Reprod. Sci.* 2000; 60-61:481-492.
- Wiepz DW, Chapman RJ. Non-surgical embryo transfer and live birth in a llama. *Theriogenology.* 1985; 24(2):251-257.
- Youngquist RS. *Current therapy in large animal theriogenology.* St. Louis: Saunders Elsevier; 1997.

Producción y comercialización de carne camélida

*Bettit Karim Salvá Ruiz*¹

*César Aquiles Lázaro de la Torre*²

1. Introducción

En la actualidad son reconocidos cuatro camélidos del nuevo mundo: el guanaco (*Lama guanicoe*) y la vicuña (*Vicugna vicugna*), consideradas especies silvestres y la llama (*Lama glama*) y la alpaca (*Vicugna pacos*) consideradas como domésticos. Debido a su carácter doméstico, los avances en la crianza y producción se han centrado en estas dos últimas especies (Wheeler, 2012).

Se estima que al menos un millón y medio de personas (hombres, mujeres y niños), agrupadas en 120.000 familias se dedican a la crianza de camélidos sudamericanos domésticos, en las regiones altoandinas del Perú. En zonas superiores a los 4.000 m sobre el nivel del mar la producción agrícola es mínima, constituyéndose la actividad pecuaria como la principal, desarrollándose la crianza de alpacas Huacaya y llamas (Gómez y Gómez, 2005). En los sistemas tradicionales, la venta en vivo de camélidos representa un porcentaje importante de ingresos para los productores, que normalmente es secundaria ya que el principal porcentaje de ingresos se debe a la venta de fibra. Lo que tal vez sea más relevante para la subsistencia y bienestar de las familias rurales andinas es que la carne camélida es una importante fuente de proteína en la dieta de las familias (Fairfield, 2006).

La carne camélida de cría extensiva está considerada como un producto ecológico ya que los animales se alimentan de pastos naturales, sin ningún tipo de sustancias artificiales y beben las limpias aguas de los manantiales que se filtran de los nevados.

Esto también es de relevancia dentro del aspecto de efecto medioambiental, ya que la crianza tradicional de estos animales es natural y poco contaminante. Estas circunstancias sobre la producción tradicional de camélidos representan una oportunidad para el mercado, aunado a que esta carne es considerada saludable por su bajo nivel de grasa y colesterol (Chang et al., 2006).

Mogrovejo (1982) señala que los rebaños de las familias de las comunidades campesinas son mixtos; principalmente formados por alpacas, llamas, vacunos y ovinos, en proporciones medias del 60, 35, 3 y 2%, respectivamente. Aproximadamente, el 90% de las alpacas de los rebaños peruanos pertenece a la raza Huacaya y el 10% es de raza Suri. El hábitat de las alpacas Suri es limitado, localizándose sólo entre los 4.000 y 4.400 m sobre el nivel del mar. En contraste, el hábitat de la alpaca Huacaya alcanza altitudes superiores a los 4400 m sobre el nivel del mar. La alpaca Suri es considerada como “alpaca de zonas bajas”, mostrando problemas de adaptación a los pisos ecológicos altos.

El sistema de producción tradicional de estos animales es extensivo y poco especializado, siendo este sistema el más conocido y el que comúnmente se lleva a cabo por las comunidades campesinas (Aréstegui, 2005). Se crían a base de pastos en zonas por encima de los 3800 m sobre el nivel del mar, caracterizándose por sus condiciones geográficas difíciles, clima variable, dispersión de las viviendas, carencia de vías de comunicación y servicios, en los cuales los camélidos se alimentan con la vegetación característica (pastizales nativos de condición pobre) presente en dichas zonas (Neely et al., 2001).

¹ MDra. Universidad Nacional Agraria La Molina. E-mail: bsalva@lamolina.edu.pe

² Dr. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. E-mail: clazarod@unmsm.edu.pe



2. Población de Camélidos Sudamericanos

El Perú posee aproximadamente el 90 por ciento de la población mundial de alpacas, por lo que este animal es considerado como un recurso nacional importante, cuya población ha presentado una tendencia creciente a lo largo de los años. Actualmente, además de la región andina, también se encuentra una cierta población de alpacas en Norteamérica, Australia, Nueva Zelanda y Suiza. Estos y algunos otros países tienen cierto interés en su crianza, especialmente para la producción de fibra.

La producción total de carne depende naturalmente de la saca anual, es decir, del número de animales que cada año se descartan del rebaño para ser destinados al sacrificio. Aunque no hay datos concretos, Fernández-Baca (2005) estima que el porcentaje de saca anual, tanto en alpacas como en llamas, es del orden del 10 al 12 por ciento. La producción de carne de llama, aunque ha mostrado también una tendencia creciente, no llega a ser ni la mitad de la producción de carne de alpaca (aproximadamente 4406 toneladas métricas). El sacrificio de la alpaca presenta cierta estacionalidad y se realiza especialmente durante los meses de abril y mayo, cuando se inicia el período seco en la zona alta. Debido a la escasez de alimentos, los animales viejos machos y hembras y defectuosos, son destinados a este fin para compensar al resto del rebaño que está compuesto en su mayoría por hembras o vientres que acaban de salir del período de monta (Borda et al., 2007). La mayoría de los animales que se sacrifican se encuentran entre 7 y 8 años para favorecer el aprovechamiento de su fibra (Hack, 2001).

3. Proceso de Faenamamiento

El proceso de faenamamiento de estas especies no tiene muchas variaciones cuando es comparada con otras especies domésticas. Téllez (1993) definió las siguientes operaciones principales:

- **Recepción:** Los animales son colocados en corrales donde descansan por periodos dependiendo del tiempo de transporte, recomendando mínimo 12 horas con una fuente de agua permanente.
- **Aturdimiento:** Conmoción por golpe en la nuca (espacio entre las dos orejas y la parte posterior de la cabeza).

- **Suspensión:** Para un adecuado manejo de las operaciones, el animal es elevado de las patas traseras con ayuda de unos ganchos.
- **Sangría:** Se procede a realizar un corte a la altura del pescuezo con el objetivo de cortar la arteria carótida para producir la muerte por desangramiento.
- **Degüello:** Culminada la etapa de sangría se corta la cabeza, tomando como referencias anatómicas la articulación atlanto-occipital.
- **Desuello:** Se procede al retiro de la piel mediante un corte en la parte ventral desde el parte genital hasta el pescuezo, seguidamente se realizan otros cortes por la parte interna de las extremidades. Se procede a separar la piel de la carcasa tomando cuidado de salga en una sola pieza.
- **Evisceración:** Con el animal suspendido, se procede a realizar un corte en la línea media ventral de caudal a craneal, posteriormente se extrae primeramente el estómago e intestinos y posteriormente el resto de los órganos abdominales. Finalmente se extraen los órganos torácicos.
- **Lavado y corte:** Realizada en la parte externa e interna de la carcasa.
- **Inspección y clasificación:** Se procede a realizar una inspección sanitaria de la carcasa y vísceras. Posterior al pesado se procede al sellado con número correlativo.
- **Conservación:** generalmente en cámara frigorífica.

En la región andina, las condiciones en las cuales se realiza el faenamamiento son diversas, en general se puede resaltar escasos mataderos que se dediquen exclusivamente a estas especies. Esta realidad es debido a que la crianza se enfatiza principalmente a la producción de la fibra, siendo la carne considerada como un producto secundario en la explotación comercial de camélidos.

Existen ciertas iniciativas para fomentar el faenamamiento regulado en mataderos y mejorar así la situación de la comercialización de carne camélida. En la localidad de Pilpichaca se ha construido un Matadero Regional de Camélidos, único en su género en el Perú, y en las ciudades de Huancavelica y Huancayo se han instalado otros con características modernas que incluyen entre sus servicios a los camélidos como una línea particular de sacrificio. A partir de la instalación de estos mataderos, los precios de la carne camélida en la región han mejorado y se han mantenido estables en el mercado regional. Los precios regionales son superados en los puntos de venta de grandes ciudades como de otras regiones como Lima, Ica y Huancayo (Borda et al., 2007).

4. Calidad de la Carcasa de Camélidos Sudamericanos

El peso de las carcasas es uno de los criterios importantes para valorar su calidad. Esta variable está relacionada con el peso vivo y con el rendimiento de la canal, entendido como el porcentaje que representa la carcasa sobre el peso del animal antes del sacrificio. El peso vivo del animal viene dado por el sistema productivo aplicado en la crianza (alimentación, edad al sacrificio, etc.). El rendimiento presenta importancia económica y técnica tanto para

el matadero, como para la comercialización de los animales y sus carcasas.

Factores como la edad y el peso corporal parecen influir sobre el rendimiento de carcasa, aunque la información al respecto es escasa. En relación a la comparación entre llamas y alpacas, Cristofanelli et al. (2005) estudiaron 20 llamas y 40 alpacas machos de la Estación Experimental de Arequipa (Perú), criados extensivamente y sacrificados a los 25 meses de edad, encontrando que el peso vivo y el porcentaje de la pierna con respecto al peso de la carcasa fueron significativamente menores para las alpacas que para las llamas (Tabla 1). Luego de dicho estudio, los investigadores concluyeron que la llama tiene el mayor potencial intrínseco como fuente de carne en la zona altoandina, debido a su mayor tamaño, mayor proporción de la pierna en la carcasa y mayor rendimiento.

Tabla 1. Peso y composición de carcasas de alpaca y llama.

	Alpaca (n = 40)	Llama (n = 20)
	Promedio ± SD	Promedio ± SD
Peso vivo (kg)	46,1 ± 2,2	63,2 ± 2,9
Peso de carcasa (kg)	24,4 ± 1,5	31,2 ± 1,9
Pierna (%)	34,4 ± 1,1	35,7 ± 1,7
Hombros (%)	23,7 ± 1,3	20,2 ± 1,8
Tórax (%)	17,7 ± 1,6	18,5 ± 2,1
Recortes (%)	16,8 ± 2,2	17,6 ± 2,9
Cuello (%)	6,8 ± 0,1	7,7 ± 1,1
Cola (%)	0,25 ± 0,0	0,46 ± 0,0

Fuente: Cristofanelli et al. (2005).

Aparte del peso, en los estudios científicos sobre calidad de las carcasas se determinan (objetiva o subjetivamente) otras características relacionadas con su calidad que incluyen medidas morfométricas, grado de engrasamiento, pH, color de carne y grasa, etc. Son escasos los estudios realizados sobre la calidad de las carcasas de camélidos. Cristofanelli et al. (2005) determinaron algunos parámetros morfométricos de la carcasa de alpacas de 25 meses de edad y 24 kg de peso de carcasa, tales como longitud de la carcasa, longitud de pierna y longitud de la espalda, encontrando valores de $71,15 \pm 1,87$ cm, $66,93 \pm 3,05$ cm y $60,45 \pm 1,55$ cm, respectivamente. Asimismo, Zea et al. (2007) sugieren que el área de la grupa y el volumen del muslo en crías de llamas pueden ser utilizados como indicadores de selección tem prana para animales con potencial cárnico ya que mantienen una correlación significativa con el peso corporal y el diámetro torácico. Turín

(1999) determinó la conformación y el grado de engrasamiento de carcasas de alpaca por medio de la evaluación subjetiva de las formas de la carcasa y de la extensión y grosor de la grasa subcutánea, utilizando escalas de 1 (muy deficiente) a 5 (muy bueno) para ambos parámetros. En este estudio se observó que tanto la conformación como el grado de engrasamiento estuvieron influenciados por la alimentación y la edad de los animales. Respecto a la edad, los animales sacrificados a los 21 meses presentaron carcasas con mejor conformación y grado de engrasamiento (entre 0,5 a 1 punto más) que los sacrificados a los 9 meses de edad. En relación a la alimentación, en alpacas de 21 meses, un pastoreo tradicional, con pastos naturales de las regiones normales de cría (regiones altoandinas), implica unos valores de conformación promedios entre regular y bueno y un grado de engrasamiento regular. Por el contrario, la cría de alpacas en



pastos cultivados en terrenos favorables hizo que predominaran las carcasas con conformación y grado de engrasamiento muy buenos.

En la Norma Técnica Peruana 201.043 (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual [INDECOPI], 2005), se recogen los factores de calidad utilizados para la clasificación de carcasas de camélidos sudamericanos domésticos (llama y alpaca) según se describe a continuación:

- Edad: se determina en base a la dentición y está relacionada con la ternera. En la Tabla 2, se pueden apreciar las clases de edad en alpacas y llamas en base a su dentición.

Tabla 2: Determinación de la edad en alpacas y llamas en base a la dentición.

Dentición	Edad aproximada
Dientes de leche (DL)	Hasta 2 años
Dos dientes permanentes (2D)	2,5 – 3,5 años
Cuatro dientes permanentes (4D)	3,5 – 4,5 años
Boca llena (BLL)	Mayores de 4,5 años

Fuente: INDECOPI (2005).

- Sexo: machos enteros y/o castrados y hembras adultas (que se retiran del rebaño por no ser aptas para la reproducción o al final de su vida productiva como reproductoras).
- Sanidad: sólo se clasificarán las carcasas que luego de la inspección veterinaria hayan sido admitidas para consumo humano en forma directa o indirecta y estén debidamente identificadas.

Asimismo, la norma establece que las carcasas de alpaca y llama aptas para su consumo se clasificarán de acuerdo a su edad, sexo, conformación y grado de engrasamiento, de la siguiente manera:

- Extra: Carcasas de machos enteros o castrados hasta dos dientes permanentes, de buena conformación (buen desarrollo y distribución muscular), buena configuración ósea, buena distribución del tejido adiposo de color blanco cremoso.
- Primera: Carcasas de machos castrados y de hembras no aptas para la reproducción con hasta cuatro dientes permanentes, con adecuada proporción ósea y desarrollo convexo de músculos en especial los de mayor valor comercial, buena distribución de grasa de manto de color blanco cremoso.

- Segunda: Carcasas de machos (castrados o no) y hembras (de saca) de regular desarrollo óseo y muscular; con incipiente grasa de cobertura.
- Procesamiento o industrial: Carcasas de alpacas y llamas, que no alcanzan las clasificaciones anteriores, considerándolas no aptas para el consumo humano directo, por lo que, para su comercialización, deberán ser transformadas en carnes secas-saladas, ahumadas, cocinadas a temperaturas mayores a 60 °C, embutidos y/o afines, previo análisis microbiológico.

Basado en este sistema de clasificación Quispe et al. (2012) evaluaron 200 carcasas de alpaca Huacaya en el camal municipal de Huancavelica (Perú) encontrando que la mayor parte de las carcasas correspondían a la clasificación de segunda y tipo industrial (38 y 36%, respectivamente) y solo un 25% a la clasificación de primera. Los autores destacaron que la clasificación industrial fue debido a la presencia de sarcosistis (macroquistes) y que no fueron encontrados carcasas de calidad extra.

5. Calidad de la Carne de Camélidos Sudamericanos

5.1 Calidad Nutritiva

El conocimiento de la composición química de la carne camélida es importante para el entendimiento de su valor nutritivo, así como también para interpretar su calidad sensorial y aptitud para el tratamiento industrial. Cristofanelli et al. (2004) analizaron el músculo *Longissimus dorsi* proveniente de 20 llamas machos y 40 alpacas machos de 25 meses de edad criados de forma tradicional en Perú. En dicho estudio se manifiesta que la carne de alpaca es baja en grasa y presenta un contenido de proteínas elevado con respecto a carne de rumiantes convencionales y de cerdo. Además, estos autores han observado una composición similar entre carne de alpaca y llama, a excepción de las cenizas que son mayores para el caso de la alpaca. Resultados similares fueron obtenidos por Salvá et al. (2009) analizando el mismo músculo en alpacas de raza Huacaya de entre 18 y 24 meses de edad criados bajo el sistema extensivo tradicional en las regiones de Junín y Puno. Los resultados de ambos estudios se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3: Composición química del músculo *Longissimus dorsi* de alpacas y llamas.

	Alpaca (n = 40) ¹	Llama (n = 20) ¹	Alpaca (n = 20) ²
	Promedio ± SD	Promedio ± SD	Promedio ± SD
Humedad (%)	73,64 ± 1,66 ^a	73,94 ± 1,87 ^a	74,07 ± 1,57
Grasa (%)	0,49 ± 0,01 ^a	0,51 ± 0,01 ^a	2,05 ± 0,85
Proteína (%)	23,33 ± 0,69 ^a	23,12 ± 0,88 ^a	22,69 ± 1,66
Cenizas (%)	2,54 ± 0,20 ^a	2,43 ± 0,25 ^b	1,10 ± 0,11

Nota: ^{ab} Letras diferentes indican diferencias significativas (p < 0,05).

Fuente: ⁽¹⁾Cristofanelli et al. (2004), ⁽²⁾Salvá et al. (2009).

En el estudio de Cristofanelli et al. (2004), anteriormente mencionado, también se determinó el contenido en colesterol de la carne (*L. dorsi*) de las alpacas y las llamas, obteniendo valores de 51 mg/100 g para las alpacas y de 56 mg/100 g para las llamas. Coates y Ayerza (2004) también estudiaron en llamas argentinas el contenido de colesterol en el músculo *L. dorsi* y grasa renal, encontrando valores en torno a 52 mg/100 g en el músculo y 93 mg/100 g en la grasa renal, estableciendo así la diferencia en el contenido de colesterol entre ambos tejidos (graso y muscular). Dichos valores de colesterol son al menos 10-30 mg/100 g inferiores que encontrados en la carne (músculo *L. dorsi*) de vacuno u ovino (Badiani et al., 1998; USDA, 2008) y porcino (USDA, 2008). Sin embargo, la carne de estos camélidos tiene valores similares a los encontrados en pechuga de pollo y pavo sin piel (Chizzolini et al., 1999; USDA, 2008).

Coates y Ayerza (2004) y Polidori et al. (2007b) determinaron el perfil de ácidos grasos en el músculo *Longissimus dorsi* de llamas argentinas (5-8 años de edad) y peruanas (2 años) y encontraron un porcentaje de ácidos grasos saturados sobre ácidos grasos totales entre 46 y 50%, de ácidos grasos monoinsaturados entre 38 y 42% y de poliinsaturados entre 4,5-7,2%. De acuerdo a esos autores, en términos generales, la composición de ácidos grasos de la carne de llama puede ser comparada con los valores obtenidos en experimentos previos sobre vacuno y cordero (Chan, 2004), aunque la carne de llama presentó mayores cantidades de ácidos grasos poliinsaturados que los hallados en la carne de dichos rumiantes (4,3-5,0% del total de ácidos grasos). En la Tabla 4 se puede observar que los ácidos grasos mayoritarios de la carne de llama fueron el ácido oleico (C18:1 cis), seguido del palmítico (C16:0) y esteárico (C18:0). También es importante mencionar que, debido a que el sistema de explotación de las llamas se basa en el pastoreo, su carne tiene un contenido importante de ácido linoléico C18:3 n-3 (en torno al 1%), comparado con los valores promedios encontrados en carne de vacuno y ovino, aunque similar al hallado en vacunos jóvenes que pastan (Enser et al., 1998).

Tabla 4: Composición de ácidos grasos en carne de llama (expresado en porcentaje sobre el total de ácidos grasos).

Ácido Graso	Promedio ± SD
C14:0	4,09 ± 0,74
C16:0	24,78 ± 2,01
C16:1	5,40 ± 0,82
C16:4	1,45 ± 0,26
C18:0	21,47 ± 2,02
C18:1	35,75 ± 4,11
C18:2	3,13 ± 0,86
C18:3	0,82 ± 0,17
C20:1	1,33 ± 0,71
C20:4	1,78 ± 0,29
Saturados	50,34
Monoinsaturados	42,48
Poliinsaturados	7,18

Fuente: Polidori et al. (2007b).

El contenido de ácidos grasos de la grasa intramuscular (músculo LT) y perirrenal de las alpacas han sido reportados por Salvá et al. (2009). En el músculo, el ácido graso encontrado en mayor proporción fue el C18:1 n-9 (ácido oleico), con 24,24% (la suma de los isómeros C18:1 fue de 31,9%), seguido por el C16:0 (ácido palmítico) con 22,01% y el C18:0 (ácido esteárico) con 19,82%. Estos resultados fueron similares a los hallados por Polidori et al. (2007b) en grasa intramuscular de llamas peruanas (35,75% de C18:1, 24,78% de C16:0 y 21,47% de C18:0). Con respecto a la grasa perirrenal de alpaca, el ácido graso mayoritario es el C18:0, con 33,44% del total, seguido por el C16:0 con 19,06% y por el C18:1 n-9 con 14,12% (la suma de isómeros C18:1 fue del 26%). Coates y Ayerza (2004) hallaron mayores cantidades de C18:1 (29,7-34,1%), inferiores de C18:0 (21,03-27,57%) y similares de C16:0 (19,78-23,70%) en grasa renal de llamas argentinas.



En relación a los ácidos grasos esenciales, el músculo LT y la grasa perirrenal de alpaca presentan un 6,02 y un 2,58% de C18:2 n-6 (ácido linoleico), respectivamente, y un 1,75% y un 1,10% de C18:3 n-3 (ácido linolénico), respectivamente. En cuanto al contenido de C18:2 n-6, la grasa intramuscular de alpaca tuvo el doble de la grasa intramuscular de llamas peruanas (3,13%) según lo hallado por Polidori et al. (2007b). Con respecto al contenido de C18:3 n-3, la grasa intramuscular de alpaca presentó aproximadamente el doble del valor encontrado en la grasa intramuscular de llamas peruanas (0,82%) por Polidori et al. (2007b). Diversos factores ligados a la especie, la alimentación o el grado de engrasamiento podrían ser responsables de las diferencias entre alpaca y llama. Wood et al. (2003) señalan que la concentración de n-3 en la carne de rumiantes está significativamente influenciada por la dieta, de forma que una dieta rica en hierba y forraje se relaciona con mayores cantidades de ese ácido graso en la carne.

La cantidad total de ácido linoléico conjugado (CLA), ácido graso de gran interés, fue de 1,2% en el músculo LTL y 1,0% en la grasa perirrenal de alpaca (Salvá et al., 2009). Estos valores están en las zonas más elevadas dentro de los rangos reportados para vacuno (0,12-1,0%) y cordero (0,43-1,9%) por Schmid et al. (2006). La elevada cantidad de CLA en la carne de animales criados extensivamente es atribuida a la elevada cantidad de C18:3 n-3 contenida en la hierba de los pastos (Schmid et al., 2006). La alimentación de camélidos está basada en pastos de la región, por lo que su cantidad de CLA en la carne es relativamente elevada. Se sabe que el CLA en la dieta tiene implicaciones positivas para la salud. Por ejemplo, la suplementación de la dieta con CLA (en cantidades tan bajas como el 0,25-1% de la grasa total de la dieta) parece ejercer un efecto antimutagénico en animales de experimentación. Además, el CLA parece comportarse como un factor de protección en la aterosclerosis, aparición de la diabetes y en la modificación de la masa muscular (Higgs, 2000; Eynard y López, 2003).

También han sido detectados en el músculo LT y grasa perirrenal de alpaca, ácidos grasos polimetilramificados típicos de animales de pastoreo: ácido 4,8,12-trimetiltridecanoico (4,8,12-TMTD; 0,05% y 0,05%), ácido 2,6,10,14-tetrametilpentadecanoico (ácido pristánico; 0,02 y 0,06%) y ácido 3,7,11,15-tetrametilhexadecanoico (ácido fitánico; 0,29 y 0,31%) respectivamente (Salvá et al., 2009). Se ha señalado que estos ácidos grasos resultan de la ingestión de fitol en los animales que pastan y que el 4,8,12-TMTD es derivado de la β -oxidación del ácido pristánico, el cual es un producto de la α -oxidación del ácido fitánico (Hansen, 1968). Estos autores detectaron 4,8,12-TMTD (0,1%) en grasa de oveja.

En la Tabla 5, se pueden observar comparativamente las sumatorias de los AGS, AGMI y AGPI, los contenidos de n-6 y n-3 y algunos cocientes importantes desde el punto de vista nutritivo de la grasa intramuscular de camellos, llama y alpaca. El porcentaje de AGS en la grasa intramuscular de alpacas es similar al encontrado por Rawdah et al. (1994) en carne de camello (51,54%) y al encontrado por Polidori et al. (2007b) en llamas (50,34%), mientras que el contenido en AGMI en alpacas es menor que el encontrado en llamas (42,48%), pero mayor que el encontrado en camellos (29,9%). En cuanto a los AGPI en carne de alpaca, su cantidad fue mayor que el 7,18% hallado en carne de llama y menores que el 18,55% encontrado para carne de camello. Se ha observado que algunas carnes, como la de vacuno, tienen una relación promedio de AGPI/AGS alrededor de 0,10, por lo que han sido relacionadas con el desbalance de ácidos grasos en la dieta, siendo considerado como valor apropiado el de 0,45 o superior (Wood et al., 2003). La carne de alpaca tiene una relación de AGPI/AGS de 0,26, valor intermedio entre el 0,14 y 0,36, reportados para carne de llama y camello, respectivamente.

Tabla 5: Contenido de las sumatorias de diversos ácidos grasos y sus cocientes en la grasa intramuscular de camello, llama y alpaca, expresados como porcentaje de los ácidos grasos totales (peso/peso).

	Camello (Rawdah et al., 1994)	Llama (Polidori et al., 2007b)	Alpaca (Salvá, 2009)
AGS	51,54	50,34	51,23
AGMI	29,90	42,48	37,06
AGPI	18,55	7,18	11,71
AGPI/AGS	0,36	0,14	0,26
n-3	1,42	0,82	2,05
n-6	15,42	4,91	7,69
n-6/n-3	10,86	5,99	3,74

Fuente: Rawdah et al. (1994), Polidori et al. (2007b) y Salvá (2009).

Los valores del cociente $n-6/n-3$ son particularmente relevantes ya que el desbalance de estos ácidos grasos en la dieta es un factor de riesgo para el desarrollo de cáncer y las enfermedades coronarias (Enser, 2001). El cociente $n-6/v-3$ máximo de la grasa ingerida recomendado es de 4 (British Department of Health, 1994). El cociente $n-6/v-3$ hallado en la grasa intramuscular de alpaca (3,74) se encuentra bajo el índice sugerido, mientras que los encontrados para la grasa intramuscular de llama (5,92) y camello (10,86), reportados por Polidori et al. (2007b) y Rawdah et al. (1994), se encuentran fuera de ese máximo recomendado. Un menor cociente $n-6/v-3$ (2,54) se ha reportado en *Longissimus dorsi* de guanacos silvestres (González et al., 2004). Al respecto, se ha encontrado en estudios realizados en rumiantes como el vacuno y ovino (Wood et al., 2003; Alfaia et al., 2006; USDA, 2008) que el cociente $n-6/n-3$ es comparativamente bajo (2-3), siendo el valor menor en la carne de animales que consumieron exclusivamente pastos o forrajes, con altos niveles de 18:3.

Los ácidos grasos están implicados en aspectos nutricionales, como se ha visto, y también en aspectos tecnológicos de la calidad de carne ya que afectan al punto de fusión de la grasa, así como a su textura y color y valor nutritivo. Por otra parte, los ácidos grasos insaturados sobre todo aquellos con más de dos dobles enlaces, son propensos a oxidarse rápidamente, lo que puede ser limitante sobre la vida útil de la carne (Wood et al., 2003).

La composición de aminoácidos de carne de camélidos sudamericanos ha sido poco estudiada. Se tienen reportes para carne de alpaca (Salvá et al., 2009) y de camellos (Dawood y Alkanhal, 1995; Kadim et al., 2008). En general el contenido de aminoácidos en la carne camélida es comparable al de otras especies (Tabla 6). Al respecto, Rice (1978) señala que el contenido de aminoácidos de la proteína cárnica es bastante constante, sin tener en cuenta la especie o tipo de corte del cual se obtiene la carne. Los aminoácidos que se encuentran en mayor cantidad en la carne de alpaca son el ácido glutámico, ácido aspártico, isoleucina + leucina y lisina, con 16,61%, 12,06%, 11,40% y 11,05%, respectivamente.

Tabla 6: Contenido de aminoácidos en carne de cordero, camello y alpaca (expresados en porcentaje respecto al total de aminoácidos).

	Magro de cordero (USDA, 2008)	Magro de camello (Kadim et al., 2008)	LT alpaca (Salvá, 2009)
Ácido glutámico	15,52	16,91	16,61
Ácido aspártico	9,41	9,09	12,06
Isoleucina + Leucina	13,48	13,64	11,40
Lisina	9,44	8,45	11,05
Histidina + Treonina	7,96	8,73	7,63
Alanina	6,43	6,25	7,30
Arginina	6,35	7,38	6,90
Glicina	5,22	5,95	5,97
Fenilalanina + Triptófano	5,60	4,84	5,17
Serina	3,98	3,63	4,76
Valina	5,77	5,16	3,33
Prolina	4,49	5,39	3,27
Tirosina	3,60	3,23	2,36
Metionina	2,75	2,41	2,19

Fuente: USDA (2008), Kadim et al. (2008) y Salvá (2009).

De otra parte, Bustinza et al. (1993) estudiaron la calidad nutritiva de la proteína de la carne de alpaca en experimentos con animales de laboratorio, determinando el índice de digestibilidad (D), el valor biológico (VB), la utilización neta de proteína (UNP) y la conversión y eficiencia alimenticia. Las

muestras de carne consistieron en una mezcla por partes iguales de carne de cuello, brazuelo, costillar, lomo y pierna de seis alpacas Huacaya procedentes del departamento de Puno (Perú). En la Tabla 7, se observan los resultados obtenidos en esos ensayos, realizados sobre carne de alpaca cruda y



carne hervida en agua a 100 °C durante 45 minutos. Comparando dichos resultados con los obtenidos en carne de vacuno (Organización para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 1981), estos autores afirman

que en términos generales, la carne de alpaca tiene aproximadamente un 10% más de valor biológico, menos de un 10% de digestibilidad y un UNP similar.

Tabla 7: Valor biológico, digestibilidad de nitrógeno, utilización neta de proteína, conversión y eficiencia de la carne de alpaca.

Carne de alpaca		
	Cruda	Cocida
Valor biológico (%)	84,23	85,90
Digestibilidad (%)	86,50	88,97
Utilización neta de proteína (%)	63,00	68,55
Conversión (g)	2,31	1,98
Eficiencia (g)	0,43	0,51

Fuente: Bustinza et al. (1993).

En relación a la mioglobina (proteína sarcoplasmática), se han encontrado pocos datos en la literatura científica sobre camélidos sudamericanos. Salvá et al. (2009) encontraron un valor de 4,99 mg/g en el músculo *LT* de alpaca de 18-24 meses criada en régimen extensivo a gran altitud. El contenido en mioglobina encontrado en este estudio fue mayor al valor de 3,30 mg/g encontrado por Kamoun (1995) en *Longissimus thoracis* de camellos con una edad entre 1-2 años y similar a los obtenidos en otros estudios para vacuno (Krzywicki, 1982) y para ovinos (Ledward y Shorthose, 1971) de aproximadamente 2 años.

En cuanto a las proteínas del estroma como el colágeno y elastina, también existen pocos datos en la literatura científica. Salvá et al. (2009) encontraron que el contenido de colágeno para *LT* de alpaca fue de 0,49%. La cantidad de colágeno en el *LT* de alpaca fue mayor a la encontrada por Kamoun (1995) en *Longissimus thoracis* de camellos árabes (0,35%) con una edad entre 1-2 años, inferior a la hallada en corderos con una edad entre 8 y 10 meses (0,26-0,29%; Tshirhart-Hoelscher et al., 2006) y similar a la detectada en músculo *Longissimus thoracis* de vacunos con una edad entre 12 y 24 meses (Serra et al., 2008; Torrescano et al., 2003).

En cuanto a vitaminas liposolubles, Salvá et al. (2009) encontraron un contenido medio de retinol de $0,17 \pm 0,16 \mu\text{g/g}$ de músculo *LT* en carne de alpaca, mientras que el valor medio de alfa-tocoferol fue $0,31 \pm 0,21 \mu\text{g/g}$ y el de *delta*- y *gamma*-tocoferol estuvieron en cantidades inferiores a los límites de detección ($< 0,02 \mu\text{g/g}$). El contenido de *alfa*-tocoferol de la carne es un parámetro relevante de su calidad debido a que tiene un efecto inhibitor de la oxidación de los ácidos grasos y la pérdida del

color durante el almacenamiento en refrigeración y congelación (Wood et al., 2008). Las diferencias en las concentraciones de *alfa*-tocoferol en el músculo de los animales de abasto son en gran parte atribuidas a las variaciones de dicha sustancia en los alimentos usados en la dieta (López-Bote et al., 2001), aunque también podría haber factores genéticos relacionados con la especie animal. El contenido de alfa-tocoferol hallado por Salvá et al. (2009) en alpacas está muy por debajo del valor sugerido de $3,5 \mu\text{g/g}$ para mejorar la estabilidad lipídica en carne de vacuno (Arnold et al., 1993), el cual es usualmente alcanzado en vacunos alimentados en pastoreo (Descalzo y Sancho, 2008). En el músculo *Longissimus dorsi* de camellos se han encontrado valores elevados, de aproximadamente $7 \mu\text{g/g}$ de alfa-tocoferol (Herrmann y Fisher, 2004). Sin embargo, los contenidos de tocoferol hallados en carne de ovino son usualmente bajos, menores al límite descrito, con independencia del tipo de alimentación (Demirel et al., 2004; Kasapidou et al., 2001). Estos valores de carne de ovino son más parecidos a los de carne de alpaca. Los bajos valores de tocoferol en carne de alpaca se pueden deber a unos bajos valores en la dieta, consistente en plantas de altitud del altiplano que podrían contener poco tocoferol, y/o a factores asociados a la especie. Por otra parte, el contenido de retinol en alpacas (Salvá et al., 2009) se encuentra en el rango de 0,12 y 0,22 $\mu\text{g/g}$, reportado para carne de vacuno por Walshe et al. (2006) y Ollilainen et al. (1988), respectivamente.

5.2 Calidad Tecnológica

Algunas propiedades tecnológicas importantes de la carne son el pH, la capacidad de retención de agua, la textura, el color y su estabilidad. El pH es un

parámetro relacionado con la susceptibilidad de la carne a su deterioro y se usa para decidir sobre el tipo de procesamiento al que se va a destinar la carne. El pH depende de factores tales como el estrés *ante-mortem* al que ha sido expuesto el animal, factores genéticos predisponentes a dicho estrés, condiciones *post-mortem*, la región anatómica, entre otros. Cuando el animal se somete a estrés prolongado y consume prácticamente sus reservas de glucógeno no hay glicólisis anaerobia *post-mortem*, por lo que las carnes obtenidas presentan la condición conocida como DFD (*Dry, Firm, Dark*) o OFS (Oscuro, firme, seco). El destino preferido para estas carnes es la elaboración de ciertos productos cárnicos tratados por el calor. Por el contrario, cuando las reservas de glucógeno son muy grandes en el momento del sacrificio y el animal sufre un estrés agudo, el pH baja más rápidamente de lo normal, quedando la carne con la condición PSE (*Pale, Soft, Exudative* o Pálido, Suave, Exudativo). Los camélidos parecen ser poco susceptibles a la pérdida de calidad de la carne debida al estrés y no suele presentar estos defectos. Así, Cristofanelli et al. (2004) midieron el pH en las carcasas de 20 llamas y 40 alpacas machos de la estación experimental de Arequipa (Perú) tras 1, 6, 12, 24, 48 y 72 h *post-mortem*, observando en todos los casos un proceso glicolítico normal, alcanzándose finalmente valores de pH en torno a 5,5. Guerrero et al. (2004) estudiaron la variación del

pH luego de aplicar estimulación eléctrica a carcasas de alpaca, observando que el voltaje aplicado (500 V/30 s) ocasionó un rápido descenso del pH (el pH llegó al valor de 5,1 en las 2 horas posteriores a la estimulación). Dicha velocidad en el descenso del pH se puede atribuir a que la estimulación eléctrica acelera el proceso de *rigor mortis* en los músculos, lo cual favorece el agotamiento del glucógeno, que es consumido de una manera más rápida, y por lo tanto ocasiona una más rápida y mayor producción de ácido láctico.

La capacidad de retención de agua (CRA) también es una propiedad tecnológica importante, que determina las pérdidas de peso, principalmente por liberación de jugos, que se producen en toda la cadena de distribución, transformación y cocinado y suponen pérdidas económicas, pudiendo afectar también a la calidad de la carne y de los productos obtenidos (jugosidad, palatabilidad, etc.). La CRA de la carne de camélidos ha demostrado ser ligeramente menor a la de la carne de otras especies, según manifiestan Cristofanelli et al. (2004), quienes indican que esta característica la hace idónea para la fabricación de productos cárnicos deshidratados, tales como chorizos, salchichones o charqui. En la Tabla 8 se muestran los valores de CRA del *Longissimus thoracis y lumborum* de alpaca y llama.

Tabla 8: Capacidad de retención de agua de alpacas y llamas a diferentes tiempos *post-mortem*.

Tiempo post mortem (h)	Alpaca (n = 40)	Llama (n = 20)
1	49,09 ± 2,08	50,53 ± 2,14
6	49,18 ± 2,01	48,61 ± 2,11
12	49,30 ± 2,51	49,78 ± 3,08
24	51,17 ± 3,01	50,68 ± 2,74
48	52,80 ± 2,77	49,06 ± 2,61
72	53,76 ± 4,11	49,78 ± 2,23

Fuente: Cristofanelli et al. (2004).

6. Comercialización de la Carne de Camélidos Sudamericanos

La carne de alpaca junto con la de llama es mayormente consumida en los países andinos (Perú, Bolivia, Chile y Argentina). La carne se comercializa fresca (en carcasa o cortes) o seca como “charqui”,

existiendo también una creciente industria de elaboración de otros productos cárnicos con carne de camélidos domésticos tanto en Perú como en Bolivia.

La comercialización de la carne de camélidos es probablemente uno de los problemas más agudos de todo el sistema de producción de la crianza de camélidos. La carne de camélidos no ha logrado aún la valorización comercial que podría alcanzar. El precio de venta de la carne camélida siempre es menor que la de ovino y vacuno, aunque las diferencias de precios tienden a ser menores en las zonas de producción (Ruiz de Castilla, 1994).



Además, la demanda de carne fresca de camélidos y los productos transformados es escasa (Ansaloni et al., 2006). La carne de camélidos se ofrece a precios bajos al consumidor en su domicilio (venta casa por casa), a restaurantes (quienes preparan comidas bajo la forma de chicharrones, adobo, etc.) y comerciantes de alimentos (que venden la carne al por menor en mercados). Ante esta situación desventajosa, la estrategia utilizada por algunos productores para proveerse de los productos necesarios para vivir, es a través del establecimiento de relaciones comerciales con las zonas bajas limítrofes, que consisten en la venta de su producción o el trueque (cambio) de carne y fibra por granos y productos de origen urbano (Gómez y Gómez, 2005). La mayoría de los criadores de alpacas y llamas consumen gran parte sus propias producciones y destinan solamente a la comercialización de carne una parte minoritaria. No obstante, en los últimos años se ha observado un aumento interesante en la comercialización.

La comercialización de la mayor parte de la carne de camélidos sudamericanos se desarrolla en condiciones desfavorables, puesto que mayormente los animales no son sacrificados en mataderos y la carne es manipulada con prácticas poco higiénicas (Fernández-Baca, 2005). Las carcasas se suelen transportar en mantas y sin cadena de frío hacia los centros de consumo, produciéndose un excesivo manipuleo. Todas estas condiciones van en contra de la Norma Técnica Peruana 201.043 donde se indica que la carne debe ser de animales sanos y sacrificados en mataderos autorizados bajo la supervisión e inspección veterinaria. Asimismo, se señala una serie de criterios microbiológicos para la carne fresca como el recuento de aerobios mesófilos ($< 10^6$ ufc/g), *E. coli* y Coliformes totales ($< 10^2$ ufc/g), *Staphylococcus aureus* ($< 10^2$ NMP/g) y *Salmonella* spp. (ausencia en 25 g). Además, la mayor parte de la carne que se comercializa según este sistema procede de animales de 7-8 años de edad, al final de su vida productiva (Hack, 2001). Esta carne es oscura, seca y dura y contiene con elevada frecuencia quistes de *Sarcocystis*, que es uno de los problemas sanitarios más importantes que afectan directamente a la carne camélida, ya que produce quistes macroscópicos de color blanco ubicados principalmente en esófago, costillares, brazuelo, lomo y pierna. El aspecto desagradable de los macro quistes hace que esta carne sea decomisada, conllevando grandes pérdidas económicas para los productores (Leguía y Casas, 1999). El procedimiento en caso de sarcocistiosis es el decomiso de carcasa y órganos, quedando exceptuado siempre y cuando se proceda a un tratamiento de cocción (60 °C), congelación (-10 °C) por 10 días o transformación del producto en charqui (MINAG, 2012). Si bien es cierto, la eficacia de los métodos térmicos ha comprobado su eficacia en el saneamiento de la carne parasitada, es necesario mencionar que estos procedimientos

son netamente de carácter sanitario ya que existe una falla en el plan sanitario de la crianza de las alpacas el cual es el origen de este problema. Por otro lado, *Sarcocystis lamacanis* también es agente causal de esta parasitosis, pero produce quistes microscópicos preferentemente en las fibras musculares cardíacas. En el hombre el consumo de la carne infestada cruda o insuficientemente cocida desencadena una serie de problemas gastrointestinales.

El cambio de un mercado rural no regulado de carne a aquél controlado y valorizado, eminentemente urbano, con calidad y tipicidad de los productos, podría representar una propuesta merecedora de valoración para favorecer la mejoría de la renta de los operadores y la calidad del producto final (Ansaloni et al., 2006). Para conquistar ese mercado es necesario mejorar la tecnología de obtención, procesamiento y comercialización de carne camélida y sus productos derivados, lo que permitiría lograr mayor calidad y modificar la opinión del consumidor, usando de apoyo estrategias apropiadas de marketing (Fairfield, 2006). Adicionalmente, un sistema de comercialización y fijación de precios de acuerdo a la calidad de canal podría constituirse en una valiosa herramienta para estimular la crianza de camélidos (Turín, 1999).

También, aunque modestos, existen otros canales de comercialización más tecnificados para carne camélida con un mayor estándar de calidad, que presentan una tendencia al alta difícil de cuantificar. En estos casos la carne camélida suele provenir de animales jóvenes (de 1,5 a 2 años) cuando presenta mejores características sensoriales y la probabilidad de que haya contaminación por *Sarcocystis* es muy baja. La carne se comercializa a precios considerablemente más elevados que en los mercados antes descritos, normalmente se presenta a la venta en cortes carniceros similares a los de las carcasas de vacuno y ovino obtenidos del despiece. Las piezas de categoría extra y primera tales como lomo, churrasco con costilla y pierna, son vendidas frescas o congeladas a restaurantes, hoteles y supermercados nacionales. Estos cortes o piezas representan aproximadamente un 50% de la canal. El resto de la canal, los cortes de segunda y tercera, son destinados a la elaboración de preparados o productos cárnicos como salchichas, hot-dog y jamonada (Hack, 2001) en industrias nacionales de pequeño-medio tamaño.

En la Tabla 9, se detalla el porcentaje en peso de los cortes de alpaca con respecto a la carcasa, observándose que los cortes de mayor porcentaje son el brazuelo y la pierna, de los cuales se puede extraer hasta un 85% de carne magra, sin hueso y sin grasa (Zorogastúa, 2004). En relación al porcentaje de carne magra, considerando la carcasa de alpaca entera, la proporción de los componentes histológicos de la misma están constituidos principalmente por un 73,62% de músculo, 21,03% de hueso y 0,95% de grasa (Bonacic, 1991).

Tabla 9: Proporción de los cortes obtenidos del despiece de una carcasa de alpaca.

Corte	kilogramos	%
Pescuezo	2,15	8,60
Brazuelo	5,01	20,05
Costillar	1,71	6,85
Pecho	1,40	5,62
Falda	0,55	2,18
Churrasco	3,87	15,46
Pierna	7,99	31,95
Osobuco	2,08	8,32
Merma	0,24	0,97
Total	25,00	100,00

Fuente: Téllez (1992).

El peso promedio de vísceras y apéndices de alpaca y llama, junto con el porcentaje que

representan con respecto al peso del animal se puede apreciar en la Tabla 10.

Tabla 10: Peso promedio de vísceras y apéndices de alpaca y llama (expresado en kg y porcentaje).

	Alpaca (n = 40)		Llama (n = 20)	
	Promedio ± SD	(%)	Promedio ± SD	(%)
Sangre	2,00 ± 0,12 ^a	4,34	2,28 ± 0,15 ^a	3,60
Cabeza	1,94 ± 0,08 ^a	4,21	2,38 ± 0,10 ^b	3,77
Patas	1,41 ± 0,08 ^a	3,06	1,75 ± 0,11 ^b	2,77
Piel	5,01 ± 0,66 ^a	10,9	6,22 ± 0,98 ^b	9,84
Corazón	0,38 ± 0,02 ^a	0,82	0,44 ± 0,02 ^a	0,70
Pulmón y tráquea	0,53 ± 0,05 ^a	1,15	0,57 ± 0,06 ^a	0,90
Hígado	0,89 ± 0,05 ^a	1,93	1,07 ± 0,07 ^a	1,69
Bazo	0,09 ± 0,01 ^a	0,19	0,12 ± 0,01 ^a	0,19
Riñón	0,08 ± 0,02 ^a	0,17	0,10 ± 0,03 ^a	0,16
Contenido digestivo	6,22 ± 1,55 ^a	13,5	8,51 ± 1,96 ^b	13,47

Nota: Letras diferentes en la misma fila, indican diferencias significativas entre cortes de alpaca y llama.

Fuente: Cristofanelli et al. (2005).

Debido a la mayor cantidad de dinero que se obtiene por la venta de carne de animales entre 1,5 y 2 años de edad, con respecto a los obtenidos por la venta de animales mayores – justificado en una mayor calidad de la carne de los animales jóvenes – se muestra un interés creciente en promover la venta de animales jóvenes para carne y fomentar el consumo de su carne, fresca o transformada (en preparados o productos cárnicos). En los últimos años, con el llamado “boom gastronómico peruano”, se ha podido apreciar una revalorización del consumo de carne de camélidos, especialmente la de alpaca, al ser incluida en diversos platos atractivos para los consumidores nacionales e internacionales. No es en vano que en la actualidad es más frecuente encontrar carne de alpaca en los

principales supermercados de los grandes centros urbanos del Perú. Estos productos son distribuidos por diversas empresas pioneras en este rubro y que incentivan la oferta de este tipo de carne. La tendencia para los próximos años es un incremento del consumo de carne de alpaca, esto solo será posible con el desarrollo de centros de producción de alpacas orientados a la producción cárnica, la apertura de mataderos certificados que garanticen la inocuidad del producto y sobre todo una mayor difusión de productos cárnicos a base de alpaca.

De otra parte, con la finalidad de facilitar el comercio internacional, fomentar una producción de alta calidad y proteger los intereses del consumidor, la UNECE [United Nations Economic Commission for Europe] publicó en el año 2008 los estándares de



calidad de “carcasas y cortes de alpaca y llama”. Dicho documento consiste en el establecimiento de un sistema de clasificación de las carcasas de alpaca y llama en distintas categorías, en función de su edad, sexo, sistema de producción (intensivo, mixto, con pastura u orgánico), alimentación (granos, forraje), tipo de sacrificio, cantidad de grasa de subcutánea de la carcasa o corte comercial (libre de grasa, 0-3 mm de espesor, 4-6 mm), presencia de grasa renal y pélvica con la que se presenta la carcasa o corte, la manera de presentación y empaque de la carcasa (cuartos de carcasa con y sin empaque) y los cortes (individuales, varios, empacados al vacío o con atmósfera modificada). Como ejemplo se muestra en la Tabla 11 la clasificación de las carcasas de llama y alpaca en cinco categorías basadas en la edad y el sexo.

Tabla 11: Clasificación para carcasas de alpaca y llama según estándar UNECE.

Código de Categoría	Descripción
1	Machos jóvenes (enteros o castrados) o Hembras jóvenes menores de 2 años
2	Machos castrados entre 2 y 5 años
3	Hembras no paridas entre 2 y 5 años
4	Machos castrados mayores que 5 años o Machos enteros entre 2 y 5 años
5	Hembras o machos enteros mayores de 5 años

Fuente: UNECE (2008).

Vale la pena mencionar que países como Australia consiguieron adaptar la alpaca y están desarrollado toda una industria orientada a la producción, comercialización y difusión de la carne de esta especie. Hack (2001), luego de evaluar las condiciones de producción y comercialización de carne de alpaca en el Perú, propuso algunas estrategias para implementar la producción de carne de alpaca en Australia, asimismo resaltó la importancia de determinar el valor nutricional, características sensoriales (terneza, sabor y olor) y la validez comercial de la carne australiana ya que se verán afectados debido al tipo de alimentación y al manejo. En la actualidad, empresas como Illawarra Prime Alpaca ofrecen una serie de cortes comerciales (Figura 1) y promocionan el producto como gourmet dentro del mercado Australiano.

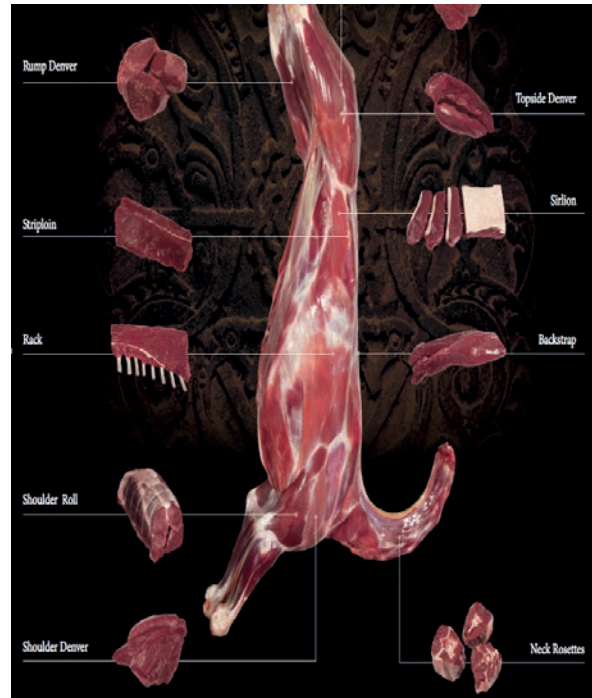


Figura 1: Cortes comerciales en el mercado Australiano. Fuente: Illawarra Prime Alpaca³.

Referencias

Alfaia CM, Ribeiro VS, Lourenço MR, Quaresma MA, Martins SI, Portugal AP, Fontes CM, Bessa RJ, Castro ML, Prates JA. Fatty acid composition, conjugated linoleic acid isomers and cholesterol in beef from crossbred bullocks intensively produced and from Alentejana purebred bullocks reared according to Carnalentejana-PDO specifications. *Meat Science*. 2006; 72(3):425-436.

Ansaloni F, Pyszny F, Marquina R, Claros A, Quispe H, Lamas H, Zapana J. Análisis económico de la cadena de la carne de camélidos sudamericanos domésticos en Perú, Bolivia y Argentina. In: *Simposium Internacional de Investigaciones sobre Camélidos Sudamericanos*, 3., 2006, Arequipa, Perú. Proceedings... Arequipa: DESCO; 2006.

Aréstegui D. Alpaca and vicuña: general perspectives. In: *ICAR/FAO Seminar*, 2005, Sousse, Túnez. Proceedings... Sousse: ICAR; 2005. p. 31-36. (ICAR technical series nº 11).

Arnold RN, Scheller KK, Arp SC, Williams SN, Schaefer DM. Dietary a-tocopheryl acetate enhances beef

³ Disponible en: <<http://www.primealpaca.com.au>>.

- quality in Holstein and beef breed steers. *Journal of Food Science*. 1993; 58:28-33.
- Badiani A, Nanni N, Gatta P, Bitossi F, Tolomelli B, Manfredini M. Nutrient content and retention in selected roasted cuts from 3-month-old ram lambs. *Food Chemistry*. 1998; 61(1-2):89-100.
- Bonacic C. Características biológicas y productivas de los camélidos sudamericanos. *Avances en Ciencias Veterinarias*. 1991; 6(2).
- Borda A, Ottone G, Quicaño I. No solo de fibra viven los alpaqueros. In: DESCO (Comp.). *Perú Hoy: Mercados globales y (des)articulaciones internas*. Lima: DESCO; 2007. p. 329-359.
- British Department of Health. Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on health and social subjects n° 46. London: Her Majesty's Stationery Office; 1994.
- Bustinza V, Garnica J, Maquera Z, Larico J, Apaza E, Foraquita S, Medina G, Bautista J, Carreon O. *Carne de alpaca*. Puno: Editorial Universidad Nacional del Altiplano; 1993.
- Chan W. Macronutrients in Meat. In: Jensen WK, Devine C, Dikeman M, editors. *Encyclopedia of meat science*. Oxford: Elsevier Academic Press; 2004. p. 614-618.
- Chang R, Loarte R, Luna H, Melgarejo N. Estudio de pre-factibilidad para un centro de beneficio y comercialización de cortes de carne de alpaca [thesis]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2006.
- Chizzolini R, Zanardi E, Dorigoni V, Ghidini S. Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. *Trends in Food Science and Technology*. 1999; 10:119-128.
- Choque S. Producción de ch'arki camélida. In: Seminario Internacional – Sistemas de Producción e Industrialización de Camélidos Americanos, 2006, Lima, Perú. *Proceedings...* Lima: CYTED; 2006.
- Coates W, Ayerza R. Fatty acid composition of llama muscle and internal fat in two Argentinian herds. *Small Ruminant Research*. 2004; 52:231-238.
- Cristofanelli S, Antonini M, Torres D, Polidori P, Renieri C. Meat and carcass quality from Peruvian llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*). *Meat Science*. 2004; 66(3):589-593.
- Cristofanelli S, Antonini M, Torres D, Polidori P, Renieri C. Carcass characteristics of peruvian llama (**Lama glama**) and alpaca (**Lama pacos**) reared in the Andean highlands. *Small Ruminant Research*. 2005; 58(3):219-222.
- Dawood AA, Alkanhal MA. Nutrient composition of Najdi-Camel meat. *Meat Science*. 1995; 39(1):71-78.
- Demirel G, Wachira AM, Sinclair LA, Wilkinson RG, Wood JD, Enser M. Effects of dietary n-3 polyunsaturated fatty acids, breed and dietary vitamin E on the fatty acids of lamb muscle, liver and adipose tissue. *The British Journal of Nutrition*. 2004; 91(4):551-565.
- Descalzo AM, Sancho AM. A review of natural antioxidants and their effects on oxidative status, odor and quality of fresh beef produced in Argentina. *Meat Science*. 2008; 79(3):423-436.
- Enser M. The role of fats in human nutrition. In: Rossell B, editor. *Oils and fats*. v. 2. Animal carcass fats. Surrey: Leatherhead Publishing; 2001. p. 77-122.
- Enser M, Hallett KG, Hewett B, Fursey GA, Wood JD, Harrington G. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Science*. 1998; 49(3):329-341.
- Eynard AR, López CB. Conjugated linoleic acid (CLA) versus saturated fats/cholesterol: their proportion in fatty and lean meats may affect the risk of developing colon cancer. *Lipids in Health and Disease*. 2003; 2:6-10.
- Fairfield T. The Politics of Livestock Sector Policy and the Rural Poor in Peru. In: Leonard DK, research director. *Pro-Poor Livestock Policy Initiative (PPLPI), Working Paper n° 32*. Roma: FAO – Animal Production and Health Division; 2006. p. 65-70.
- Organización para la Agricultura y la Alimentación – FAO. Contenido en aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre las proteínas. 3. reimp. Roma: FAO; 1981.
- Fernández-Baca S. Situación actual de los Camélidos Sudamericanos en Perú. Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina TCP/RLA/2914. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; 2005.
- Gómez N, Gómez J. Sistemas de producción de pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos en el Perú. In: Solís J, Parraguez V, editors. *Los sistemas de producción de pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos en Iberoamérica*. México: CYTED; 2005. p. 210-224.
- González F, Smulders F, Paulsen P, Skewes O, König H-E. Anatomical investigations on meat cuts of guanacos (*Lama guanicoe*, Müller, 1776) and



- chemical composition of selected muscles. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift*. 2004; 91(3):77-84.
- Guerrero O, Vilca M, Ramos D, Lucho E, Falcon N. Estimulación eléctrica de canales de alpacas para mejorar su calidad organoléptica. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2004; 15(2):151-156.
- Hack W. The Peruvian alpaca meat and hide industries: A Travel Report Presented to Rural Industries Research and Development Corporation. Publication n° 01/19. Project n° TA001-18. Barton: RIRDC; 2001. p. 4-11.
- Hansen P. 4,8,12-trimethyltridecanoic acid: its isolation and identification from sheep perinephric fat. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1968; 164:550-557.
- Herrmann K, Fischer A. Dressing of the camel carcass. In: Farah Z, Fischer A, editors. *Milk and meat from the camel*. Zürich: vdf Hochschulverlag AG – Wissenschaftliche Publikationen; 2004. p. 109-135.
- Higgs JD. The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality. *Trends in Food Science and Technology*. 2000; 11(3):85-95.
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI. Norma Técnica Peruana 201.043: 2005. *Carne y productos cárnicos. Definiciones, requisitos y clasificación de las carcasas y carne de alpacas y llamas*. Lima: INDECOPI; 2005.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI. *Perú Compendio Estadístico 2011*. Lima: INEI; 2011.
- Kadim IT, Mahgoub O, Purchas RW. A review of the growth, and of the carcass and meat quality characteristics of the one-humped camel (*Camelus dromedaries*). *Meat Science*. 2008; 80(3):555-569.
- Kamoun M. Evolution de la qualité de la carcasse et de la viande des dromadaires en fonction de la conduite zootechnique des animaux. *Rapport final relatif à la Bourse de recherche FIS n° 1372-2*; 1995.
- Kasapidou E, Wood JD, Sinclair LD, Wilkinson RG, Enser M. Diet and vitamin E metabolism in lambs: effects of dietary supplementation on meat quality. In: *Congress of Meat Science and Technology*, 47, 2001, Kraków, Poland. *Proceedings... Krakó: Meat and Fat Research Institute*; 2001. p. 42-43.
- Krzywicki K. The determination of haem pigments in meat. *Meat Science*. 1982; 7(1):29-36.
- Ledward DA, Shorthose WR. A note on the haem pigment concentration of lamb as influenced by age and sex. *Animal Science*. 1971; 13(1):193-195.
- Leguia G, Casas E. *Enfermedades parasitarias y atlas parasitologico de camélidos sudamericanos*. Lima: Editorial de Mar; 1999.
- López-Bote CJ, Daza A, Soares M, Berges E. Dose response effect of dietary vitamin E concentration on meat quality characteristics in light-weight lamb. *Animal Science*. 2001; 73(3):451-457.
- MINAG. Decreto Supremo n° 015-2012-AG. *Reglamento Sanitario del Faenado de Animales de Abasto*. Lima: Ministerio de Agricultura y Riego; 2012.
- Mogrovejo D. *Análisis del conversatorio multisectorial sobre camélidos*. Lima: Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria; 1982.
- Neely K, Taylor C, Prosser O, Hamlyn PF. Assessment of cooked alpaca and llama meats from the statistical analysis of data collected using an “electronic nose”. *Meat Science*. 2001; 58(1):53-58.
- Ollilainen V, Heinonen M, Linkola E, Varo P, Koivistoinen P. Carotenoids and retinoids in finnish foods: meat and meat products. *Journal of Food Composition and Analysis*. 1988; 1(2):178-188.
- Polidori P, Antonini M, Torres D, Beghelli D, Renieri C. Tenderness evaluation and mineral levels of llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*) meat. *Meat Science*. 2007a; 77(4):599-601.
- Polidori P, Renieri C, Antonini M, Passamonti P, Pucciarelli F. Meat fatty acid composition of llama reared in the Andean highlands. *Meat Science*. 2007b; 75(2):356-358.
- Quispe EP, Poma A, Siguas O, Berain MJ, Purroy A. Estudio de la carcasa de alpacas (*Vicugna Pacos*) en relación al peso y clasificación cárnica. *Rev. Investig. Vet. Perú*. 2012; 23(1):43-51.
- Rawdah TN, El-Faer MZ, Koreish SA. Fatty acid composition of the meat and fat of the one-humped camel. *Meat Science*. 1994; 37(1):149-155.
- Rice EE. The nutritional content of meat and meat products. In: Price JF, Schweigert BS, editors. *The science of meat and meat products*. Westport: Food and Nutrition Press; 1978. p. 287-327.
- Ruiz de Castilla M. *Camelicultura: alpacas y llamas del sur del Perú*. Cusco: Editorial Mercantil; 1994.
- Salvá BK. *Caracterización de la carne y Charqui de Alpaca (Vicugna pacos) [thesis]* León: Universidad de León; 2009. Salvá BK, Zumalacárregui JM, Figueira AC, Osorio MT, Mateo J. Nutrient composition and technological quality of meat from alpacas reared in Peru. *Meat Science*. 2009; 82(4):450-455.

Schmid A, Collomb M, Sieber R, Bee G. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: a review. *Meat Science*. 2006; 73(1):29-41.

Serra X, Guerrero L, Guàrdia M, Gil M, Sañudo C, Panea B, Campo MM, Olleta JL, García-Cachán MD, Piedrafita J, Oliver MA. Eating quality of young bulls from three Spanish beef breed-production systems and its relationships with chemical and instrumental meat quality. *Meat Science*. 2008; 79(1):98-104.

Téllez J. *Tecnología e industrias cárnicas*. Lima: Artes Gráficas Espino; 1992.

Téllez J. Tecnología de la carne de alpaca y su industrialización rural. In: Flores E, Gutiérrez G, Trejo W, Téllez J, Zárate A, editors. *Manual de Producción de Alpacas y Tecnología de sus Productos*. Lima: Proyecto TTA-INIAA; 1993. p. 121-141.

Torrescano G, Sánchez-Escalante A, Giménez B, Roncalés P, Beltrán JA. Shear values of raw samples of 14 bovine muscles and their relation to muscle collagen characteristics. *Meat Science*. 2003; 64(1):85-91.

Tschirhart-Hoelscher TE, Baird BE, King DA, McKenna DR, Savell JW. Physical, chemical, and histological characteristics of 18 lamb muscles. *Meat Science*. 2006; 73(1):48-54.

Turín C. Influencia de la alimentación con pastos naturales y cultivados en alpacas Tuis Huacaya de 6 y 18 meses de edad [thesis]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 1999.

United Nations Economic Commission for Europe – UNECE. Standard for Llama/Alpaca Meat Carcasses and Cuts. In: Working Party on Agricultural Quality Standards, ECE/TRADE/368. Geneva: UNECE; 2008.

United States Department of Agriculture – USDA. National Nutrient Database for Standard Reference, Release 21 [internet]; 2008 [cited 2012 Apr. 02]. Available from: <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>.

Walshe BE, Sheehan EM, Delahunty CM, Morrissey PA, Kerry JP. Composition, sensory and shelf life stability analyses of Longissimus dorsi muscle from steers reared under organic and conventional production systems. *Meat Science*. 2006; 73(2):319-325.

Wheeler JC. South American camelids - past, present and future. *Journal of Camelid Science*. 2012; 5:1-24.

Wood JD, Richardson RJ, Nute GR, Fisher AV, Campo MM, Kasapidou E, Sheard PR, Enser M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*. 2003; 66(1):21-32.

Zorosgastúa, J. Aplicación del diseño de mezclas en la elaboración de chorizo ahumado utilizando carne de alpaca y carne de cordero [thesis]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2004.

Zea O, Leyva V, Garcia W, Falcón N. Evaluación de las medidas de grupa y muslo de la cría y ubre de la madre como indicadores fenotípicos en la selección temprana de llamas (*Lama glama*) para carne. *Rev. Investig. Vet. Perú*. 2007; 18(1):40-50.

Comercialización de fibras de camélidos sudamericanos

*Eduardo Narciso Frank*¹

1. Introducción

A pesar de ser animales básicamente poliproductores y del énfasis puesto en los últimos años sobre la producción de carne, los Camélidos Sudamericanos, tanto domésticos como silvestres, son productores de fibra destacados, así es su evolución y el proceso de domesticación respetó esta aptitud productiva. No obstante, en los últimos años pocos esfuerzos se han hecho para investigar y difundir las características destacadas de estas fibras y la comercialización de las mismas se encuentra en etapas muy primitivas de su desarrollo. Si se comparan los precios de las fibras de Alpaca/Llama con las otras fibras especiales de similares características (Mohair, por ejemplo) se verifica casi un 64% de menor precio (tomado a partir de WTiN Wool Market Report, enero 2014). Solo parece la Vicuña destacada por su alto precio, pero se trata de una fibra que se comercializa a muy bajo volumen si se la compara con la otra fibra de alto precio, la Cachemira.

Si bien, en estos ítems sobre comercialización normalmente se abunda en cifras y estadísticas, no es la idea de este capítulo, el cual tiene como objetivo abordar la problemática de la comercialización en un sentido crítico y analítico y al aportar un importante listado bibliográfico este permitirá la consulta y ampliación de esa información de ser necesaria para el lector.

2. La fibra de los Camélidos Sudamericanos en el Mundo de las Fibras Finas

La fibra de Camélidos Sudamericanos Domésticos es una de las más apreciadas por la industria textil que utiliza fibras animales como materia prima y compite con la Cachemira, el Mohair y la Angora. Entre las fibras de camélidos, la de Alpaca es la que tiene más aceptación mundial debido a su calidad y el volumen de producción. Dentro de la producción mundial de fibras finas de origen animal, la de Alpaca representa cerca del 10%. La fibra de Llama alcanza apenas el 1% de la producción mundial. La producción de fibra de Vicuña es aún menor y el Guanaco que no es conocido. No obstante, en el comercio internacional de fibras finas, la Alpaca representaba apenas el 3% (Brenes et al., 2001).

En un enfoque sobre perspectivas para el nuevo milenio (2000), Rainsford (1999) cree que no es realmente tan significativo para los Camélidos y para los Caprinos que conforman la gran parte de los pelos finos. Lo que es de destacar es que para casi

¹ MV, Dr. Profesor titular efectivo (UNLAR). Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales y Sustentabilidad (IRNASUS-CONICET-UCC). Programa SUPPRAD, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica de Córdoba. Sede Universitaria Chamental (UCCHA), Universidad Nacional de La Rioja. E-mail: frank.agro@ucc.edu.ar

todo este tiempo, con la excepción de los últimos 50 años del siglo XX, la fibra fue considerada una materia prima común y no especializada en absoluto. El advenimiento, con bajos precios y abundancia, de las fibras sintéticas o artificiales, que muchos creían era como el sonido (“gong”) de la campana de sentencia de muerte de las naturales, las elevó a este noble título de *fibras especiales*, donde sus niveles de precios la han mantenido desde entonces. Las imágenes románticas y nostálgicas que acompañan a las fibras como la Cachemira, Mohair, Alpaca y Vicuña son inventos del área de marketing de la industria (sic) para promover una apreciación de lujo y calidad para el consumidor final y darle una etiqueta bastante delicada y frágil al rubro.

Al despertar en la conciencia humana el balance global de la Naturaleza ha dado un nuevo sentido a las diversas especies que producen fibras especiales ya que la mayoría de ellos viven en los lugares más inhóspitos del mundo y por lo tanto pueden hacer uso de ambientes de lo contrario no productivos. A pesar de que ahora un consumidor mejor educado sabe más sobre las fibras de lujo su producción nunca está exenta de problemas continuos – Alpaca y Mohair ambas sufren de un exceso de existencias de fibra gruesa que se están volviendo más y más invendibles; la Cachemira de Mongolia, recientemente privatizada, ha sido contaminada por el cruzamiento con las cabras domésticas (sic) y así siguen los acontecimientos desde que el hombre comenzó a usar el pelo para aplicaciones textiles. Siempre y cuando los consumidores sigan buscando productos superiores en calidad y le sigan dando valor a su dinero, entonces las fibras especiales seguirán estando en la demanda de al menos otros mil años (Rainsford, 1999).

El potencial de los criadores de Alpaca de Australia para el próximo milenio es emocionante según Cousill (1999). El valor agregado, se ha convertido en una realidad consistente. La cooperativa alpaquera compra la fibra de los productores miembros y elabora su propia línea de productos y prendas de vestir, edredones de cama, prendas de punto, calcetines (medias), mantas, alfombras pequeñas y de hilo de tejer. También la marca Elite de fibra, de una fábrica de procesamiento de pequeños lotes de especialidades, propiedad de los criadores de Alpaca y la Cooperativa Alpaca ha producido exportaciones, está procesando con éxito Alpaca y otras fibras, incluida la Lana y la Cachemira. En ese momento a los miembros de la cooperativa le pagaban AUD\$35/kg, no miembros \$13,40 por menos de 25 micras de Alpaca. Por menos de 30 micras los miembros obtienen \$25, no miembros \$7,80.

En el próximo milenio los criadores australianos de Alpacas esperan criar Alpacas mucho más finas para atraer a esos premios pagados; esperan precios altos para mantener a los animales de élite que son pocos en cualquier lugar del mundo, pero también

esperan un empujón a los rebaños comerciales que llevará inevitablemente a una disminución general de los precios de los animales. El nuevo milenio será igual al producto final de Alpaca australiana (Cousill, 1999).

Estos dos trabajos presentan la cara y contracara del mismo problema, la visión pesimista del industrial y comerciante y la visión optimista (exagerada?) del nuevo productor de un país emergente que cree que los atributos naturales de la fibra de Alpaca, en ese caso, van a hacer rentable la producción. Ambos se equivocaron demasiado en sus predicciones (o presagios?) y a 13 años de generados esos informes no hicieron más que generar resultar negativos al progreso de la producción de Camélidos Sudamericanos, más que todo el dato sugerente del engrosamiento de la fibra de Alpaca (Rainsford, 1999).

3. Los Atributos de Calidad Comercial y Valor Comercial de la Fibra de Camélidos Domésticos

3.1 La Definición Internacional de Fibra Alpaca/llama

La Asociación Internacional de la Alpaca (AIA) es una asociación de empresas comerciales y criadores grandes que participan en la producción y comercialización de la fibra de Alpacas, Llamas y los otros Camélidos Sudamericanos. La AIA ha registrado marcas para el uso de los licenciatarios sobre los productos que cumplen con ciertos estándares de calidad (Anónimo, 1997). Cumple una función similar al CCMI formado para la cachemira y pelo de camello.

La AIA ha decidido que, para usar la marca Alpaca deben cumplirse los siguientes criterios:

- **GOLD ALPACA MARK:** 100% Alpaca o de fibra de Llama sin cerdas, con fibras de hasta un máximo de 28 micras.
- **SILVER ALPACA MARK:** Más del 50% de Alpaca o fibra de Llama sin cerdas, con fibras de hasta un máximo de 28 micras.



- **WHITE ALPACA MARK:** Por lo menos 10% Alpaca o fibra de Llama sin cerdas, con fibras de hasta un máximo de 28 micras.

La AIA también ha definido el Huarizo MARK. Esta marca es para certificar el contenido de los productos textiles de fibra de Camélidos Sudamericanos. La AIA ha definido que la Marca Huarizo está reservada para los siguientes productos conforme a las normas de control de calidad:

- **HUARIZO MARK:** productos que contienen fibras de Camélidos Sudamericanos, con un diámetro medio de fibra superior a 30 micras.

A pesar de ser de poca aplicación estas licencias de marca Alpaca, su efecto sobre el comercio de las fibras ha sido desfavorable porque incluye umbrales de calidad muy bajos, al mismo tiempo la CCMI define arbitrariamente a la Cachemira como aquella fibra que no está por encima de las 19 μm con un error probable de $\pm 0,5 \mu\text{m}$ (Phan et al., 1995). Esto deja muchos lotes de fibra provenientes de cabra que producen Cachemira fuera del estándar, pero la decisión es acatada por la industria afiliada al CCMI. La marca HUARIZO admite una gran cantidad de fibra de Llama gruesa sin descerda y de Alpaca Gruesa, lo cual conspira contra la imagen de calidad que tienen estas fibras.

4. Factores que Influyen en el Valor Comercial de la Fibra de Camélidos

Las percepciones de calidad difieren entre los procesadores y consumidores.

Cuando los productores analizan la calidad de la fibra producida apreciarán que la calidad tiene muchas dimensiones y deben incluir las siguientes dimensiones de la calidad (McGregor, 1997):

- **DESEMPEÑO** en relación con las características deseadas o requeridas.
- **CONFORMIDAD** dentro de las especificaciones de las normas del producto.
- **ESTÉTICA** cómo se mira, cómo se siente un producto.
- **PERCEPCIÓN** elemento intangible de cómo se percibe la calidad del producto.

Cuando los procesadores compran la fibra cruda están más interesados en el **DESEMPEÑO** en relación con las características requeridas y en la **CONFORMIDAD** con las normas especificadas. Los hilanderos tienen niveles de diferencia de

RENDIMIENTO y **CONFORMIDAD** con los principales topistas. Sin embargo, los consumidores sólo pueden enfocarse en la **ESTÉTICA** y en la **PERCEPCIÓN**.

Estas dos últimas características son en definitiva las que determinan el precio por el interés de los consumidores en adquirirlas o desecharlas a las prendas que contienen estas fibras. El consumidor tiene muy poco interés por las características técnicas de las fibras con las que se confeccionan las prendas que compra, este interés sin embargo desvela al técnico y al científico textil (Naylor y Phillips, 1997).

Actualmente, se usan prendas más ligeras y en estrecho contacto (directo o indirecto) con la piel. Por lo tanto, es importante tener en cuenta la sensación de picazón de la fibra. Para la Lana, se ha establecido claramente que esta sensación particular, está relacionada con la distribución de diámetros de las fibras (Naylor y Phillips, 1996). En el caso de la fibra de Camélidos, este aspecto también está relacionado con el tipo de vellón. La sensación de picazón es obvia en vellones doble capa que requieren la separación de las fibras primarias o descerda (Villaruel León, 1991; Frank et al., 2007). Esto está relacionado con la frecuencia de fibras más gruesas que 30 μm (Naylor y Phillips, 1995; McGregor, 1997) o con el concepto más amplio de fibras objetables (Frank, 2012).

En un estudio sobre los tejidos de Lana la preferencia de los consumidores de América del Norte determinó que los rasgos preferidos estaban estrechamente relacionados con el diámetro de la fibra (Grant, 1996). Es altamente probable, según este estudio, que la sensación de cosquilleo o picazón en tela de Alpaca estará relacionada con la incidencia de la fibra de diámetro $> 30 \mu\text{m}$ (o alrededor de 32 μm) y a la rigidez a la flexión de estas fibras (Swinburn et al., 1995). La Asociación Internacional de la Alpaca también considera como fibra de Alpaca a la fibra de Llama sin cerdas (McGregor, 1997) y por lo tanto se presume que la fibra de Llama es tratada de manera similar a la fibra de Alpaca en la industria textil, si es que se la distingue.

Una empresa textil australiana, productora de cojines, distribuye una tabla donde compara los atributos textiles de dos fibras lujosas: Alpaca y cachemira en relación a seda, lana, algodón y poliéster, considerando: abrigo, balance de temperatura corporal, relación de abrigo a peso de la tela, suavidad al tacto y absorbancia de humedad. En todos los casos le adjudica cuatro puntos en suavidad a las fibras especiales, en relación a dos puntos a la lana y al algodón (Kelly y Windsor, s/f). Una investigación también de Australia confirma que la diferencia en “mano” a favor de la Alpaca es de 12 μm en relación a la lana, esto significa que una Alpaca de 27 μm es tan suave como una lana de 15 μm (Wang et al., 2003). Esto es totalmente aplicable a la fibra de Llama, pero es importante hacer la salvedad que en ese caso la fibra de 27 μm tendrá alrededor del 30% de fibras $> 30 \mu\text{m}$, o sea tendrá muy baja aceptación

por el usuario debido al efecto de picazón (Naylor y Phillips, 1997). Esta es la contradicción textil de las fibras de los Camélidos Domésticos.

4.1 Las señales del Mercado

Tradicionalmente, el valor comercial de la fibra de los Camélidos Sudamericanos (SAC) se determinaba principalmente por el color (Villaruel León, 1991). En una encuesta de precios 1969-1981 de la fibra de Alpacas, fibras pigmentadas recibían en promedio alrededor de 65,9% del precio de las fibras blancas (Velarde Flores, 1988), pero esta diferencia fue menor entre 1995 y 2002 (Anónimo, 2005a). En algunos casos, las fibras pigmentadas tienen precios más altos que las fibras blancas (Alpacas y Llamas) (Antonini y Vinella, 1997).

Las características comerciales pueden variar dependiendo de si la fibra se procesa por el sistema de tejido plano o el sistema de punto. Se sugiere que la fibra cruda sigue las mismas tendencias en los precios que los tops y representa más o menos el 40% del valor de este subproducto industrial (Vinella, 1994). Como se indicó anteriormente, el diámetro de la fibra determina el valor del vellón, la relación entre el precio y la fibra en el altiplano de Argentina muestra la relación entre los precios y el diámetro medio de los tops de fibra de Alpacas. Una gran variabilidad de los precios se ve de un año a otro dentro de cada clase de fibra. Resultados similares han sido reportados en un estudio australiano donde el diámetro determina el precio de la fibra en bruto en un 50% más o menos.

Los participantes de la encuesta realizada en varios países y en varias regiones de Estados Unidos (Sneddon et al., 2011) confirman que los consumidores a menudo confunden la ropa de Lana que compite con fibras naturales, el Cashmere y el algodón, posiblemente porque también son fibras naturales. Pero académicos y profesionales de marketing reconocen que la comprensión del Valor Percibido es fundamental para comprender el comportamiento del consumidor.

Este estudio apoya la naturaleza multidimensional del Valor Percibido, incluyendo el funcional (por ejemplo, el rendimiento), emocionales (muchos de los participantes describieron algo así como "amor" a la lana y que los hace sentir felices, es acogedora, es segura), sociales (por ejemplo, muchos participantes se refirieron a la percepción de la calidad de la lana de parte de sus padres) y condicional (reflejados en las atributos de uso como percepciones de los participantes). El Valor Condicional puede ser especialmente importante en el comportamiento del consumidor de ropa, ya que refleja la naturaleza contextual de muchas compras de prendas de vestir (Sneddon et al., 2011).

Los hallazgos de este estudio sugieren un modelo conceptual de evaluación de la ropa que combina las dimensiones relacionadas con el producto (es decir, la percepción de la calidad del producto, el riesgo relativo de precios, el valor y la voluntad de compra) (Sweeney, Soutar y Johnson, 1997; 1999). En este modelo, el componente Calidad Percibida representa creencias con valencia positiva (por ejemplo, suavidad), mientras que el componente Riesgo Percibido representa creencias de valencia negativa (por ejemplo, picor). Este modelo también reconoce la naturaleza multidimensional de cada componente. Por ejemplo, el componente de Riesgo Percibido se ha sugerido que incluye aspectos financieros, rendimiento, aspectos físicos, psicológicos, sociales y de pérdida de comodidad (Jacoby y Kaplan, 1972; Murray y Schlacter, 1990). Los hallazgos actuales apoyan estos aspectos en la evaluación de la ropa, especialmente de riesgo financiero (por ejemplo, muchos de los participantes describen la ropa de Lana como una compra de lujo que puede evocar sentimientos de culpa por la cantidad de dinero gastado en prendas de vestir), el Riesgo de Desempeño (por ejemplo, la asociación de prendas de Lana con picazón y aspereza), riesgo social (por ejemplo, la ropa de Lana refleja la posición social de quien la lleva) y el Riesgo de Conveniencia (por ejemplo, las preocupaciones sobre el cuidado de prendas de Lana). El modelo también incluye la percepción de los precios relativos, que se ilustran en las percepciones de los participantes sobre el precio de las prendas de vestir hechas de fibra de Lana en comparación con otros tipos de fibras (por ejemplo, algodón y sintéticos).

Finalmente se encontró concluyentemente que la evaluación de la Lana para ropa era un complejo proceso multidimensional. El modelo sugerido da cuenta de la naturaleza compleja de la evaluación de la Lana para ropa destacando la importancia de la comprensión de las percepciones de los consumidores sobre la *calidad* de la ropa, el *riesgo*, el *precio relativo* y el *valor*. Sin embargo, se necesita más investigación para probar el modelo cuantitativamente en una variedad de prendas de vestir en contextos de consumo para determinar su utilidad para el sector de la industria textil y el mercado de la ropa. Si bien son estudios que consideran la Lana como producto involucrado, sus conclusiones son perfectamente aplicables a la fibra de Camélidos, dado que los consumidores no los distinguen (Sneddon et al., 2011).

4.2 Las Medidas Objetivas

El diámetro de fibra determina la masa mínima potencial por unidad de longitud de los hilos y por lo tanto el espesor al cual los textiles pueden hilar. La calidad del hilo está fuertemente correlacionada



con la suavidad y la picazón en la Alpaca, que ambos están relacionados con el diámetro medio de la fibra y la proporción de fibras < 30 micras (Swinburn et al., 1995). Por lo tanto, el diámetro de la fibra representa el factor más importante en el precio de los productos de peinaduría (tops) (Villaruel León, 1991; Vinella, 1994; Antonini y Vinella, 1997; Anónimo, 2005b). Sin embargo, sólo el 15% de los mayores criadores de Alpacas reciben precios diferenciados para el diámetro medio de fibra. Esta situación llevó a los pequeños criadores de Alpaca de Perú a aumentar el diámetro de fibra (Velarde Flores, 1988; Anónimo, 2005), que a su vez afectó negativamente el valor de la fibra en el mercado internacional (Villaruel León, 1991; Vinella, 1994; Anónimo, 2005b).

En Argentina hasta el 2013, alrededor del 35% de fibra de Llama se clasificaba y se vendía de acuerdo a su diámetro medio con un sistema de clasificación similar a la Lana argentina y a la fibra de Alpaca peruana (Frank et al., 1993).

La calidad de la fibra también se determina por la uniformidad del diámetro. En general se acepta que una variación de 5% en diámetro de la fibra implica un aumento o disminución de 1 µm de diámetro (Butler y Dolling, 1995).

La longitud de la fibra y la variación del diámetro también afecta la calidad de vellón porque afecta el proceso de producción de hilo.

Una longitud en Alpaca de unos 75 mm se considera ideal para el sistema peinado. Las fibras más cortas se procesan de manera más económica, donde el valor del producto final es más bajo (McGregor, 1997). Sin embargo, los topistas modernos manejan otros guarismos en Lana que se puede aplicar a las fibras especiales. Para procesar por el sistema Worsted > 50 mm y para el sistema Woolen < 50 mm con un punto de corte crítico entre ambos de 40-45 mm (AWEX, 2010).

Un número de otras características medibles menos importantes puede afectar el valor de la fibra, tanto en Alpaca y Llama. El rendimiento al lavado, la contaminación de materia vegetal, resistencia de la fibra y la posición de rotura de la fibra, presencia de apelmazamiento y el efecto de punta, proporción de fibras meduladas y la resistencia a la compresión son también reportados con algunos efectos sobre el valor de la fibra de Alpacas (McGregor, 1997).

El rendimiento al descerchado es otra variable importante que se toma en cuenta para la fibra de Llamas. Esto es debido a que el aspecto de “pilosidad” del hilo se debe a la presencia de fibras de “cobertura” dentro de la mecha y su relación de diámetro con las fibras “down” (Frank y Whebe, 1993; Frank, 2001). Sin embargo, el proceso de descerchado sólo se justificaba en casos extremos en que los beneficios superaban a los costos de procesamiento según Vinella (1994). Ensayos recientes ponen de manifiesto las ventajas de descerchar también la fibra

de Alpaca para poder reducir el efecto de picazón y lograr un hilo de buena calidad (Frank et al., 2019).

4.3 Mediciones subjetivas

Aunque el blanco es el color predominante, la fibra de camélidos tiene una amplia gama de colores. Esto puede ser un problema si se utiliza la fibra incolora (sin pigmentación) o cuando se desea un color específico. En los últimos años ha habido un aumento en la preferencia de tejidos con colores naturales en el contexto de una etiqueta ecológica (Galloti, 1995). Los colores de fibra deseables son: blanco, negro, marrón rojizo y dorado (Anónimo, 2005a). Un problema que surge con frecuencia es la falta de uniformidad en el color producido por la mezcla o dilución dentro del vellón, o en algunos casos, por la contaminación del color de la fibra durante la esquila o el envasado de los vellones (McGregor, 1997).

Es importante señalar que a pesar de que el tipo de vellón afecta en gran medida el valor, esta característica a menudo no se considera importante debido a la dificultad en apreciar esto en el top (Vinella, 1994). En la actualidad, los datos de mercado no muestran una relación entre el tipo de vellón y el valor de la Alpaca Suri. Sin embargo, la necesidad de descerchado o no en relación con el tipo de vellón, puede llegar a ser un criterio de rutina de la clasificación en un futuro próximo (Frank et al., 2007).

El crimpado de la fibra (ausencia o presencia y tipo de rizo) y la punta de la mecha tienen una relación directa con el tipo de vellón tanto en Alpacas como en Llamas. En Llamas Argentinas, se han establecido tres tipos estándares básicos de vellón: vellones doble capa, vellones simple capa sin lustre y lustre simple capa (Frank, 2001; Frank et al., 2007).

El daño ambiental en vellones pigmentadas abiertos (especialmente el efecto de la luz solar), también se tiene en cuenta en la evaluación del vellón, ya que afecta el color de la fibra (fibra pigmentada) y las longitudes de las fibras (fibras blancas y pigmentadas) (Sumar, 1998).

La calidad subjetivamente puede definirse tanto desde el punto de vista industrial, como desde el punto de vista del consumidor final. Desde este punto de vista, se utiliza el término “mano” para indicar la calidad en relación al grado de aceptación del tejido. Este término ha sido definido como la valoración subjetiva de un material textil obtenida a partir del sentido del tacto. La “mano” es así mismo un fenómeno psicológico, que implica la capacidad de los dedos para hacer una evaluación sensible y exigente y de la mente para integrar y expresar los resultados en un juicio de valor. Es común expresar la “mano” de una tela como la media de las evaluaciones (“scores”) de un cierto número de observadores o panelistas.

Las mismas diferencias entre las evaluaciones son convertidas en un aspecto importante para evaluar la mano (Naylor y Phillips, 1997).

El sistema de clasificación de la fibra de Alpaca en Perú usa la mano como un factor determinante para clasificar la fibra de Alpaca en categorías de calidad comercial (Weatherall, 1995), porque la mano está altamente correlacionada con el número de características físicas muy importantes. Se utiliza la mano como el principal método de clasificación de la fibra de Alpaca, ya que es más barato que medir todos los vellones que llegan a los depósitos y que se basa en una larga experiencia y en los comentarios de los procesadores en la misma forma que la clasificación histórica de la Lana. El sistema funciona bien porque se han establecido sólo cinco líneas principales o categorías de calidad y los clasificadores están lo suficientemente capacitados para mantener estos estándares.

De un ensayo realizado con Llama de Argentina (dónde se ha implementado un sistema similar desde 1991), se observan los parámetros de calidad obtenidos por los clasificadores de los distintos centros de acopio y los datos que obtiene el laboratorio de fibras al evaluar las muestras obtenidas por “coreo” de los fardos y las calidades y sus frecuencias que se obtienen al clasificar la fibra en la planta textil. En general se observa que se acopia muy poca fibra Super Fina, ya sea por error en la clasificación o por falta de esquila de animales jóvenes. De igual manera, los clasificadores evaluados en este curso discrepan en frecuencias en Fibra Fina con respecto a la planta textil, pero coinciden bien con el laboratorio. La ausencia de Fibra Mediana en la determinación de los clasificadores discrepa de las frecuencias del laboratorio y las obtenidas en la planta. Algunas conclusiones sobre los resultados de la evaluación de los clasificadores muestran que los resultados concuerdan bastante bien con la evaluación del acopio, lo cual indica que nos se consiguió mejorar el resultado en forma global. La diferencia entre las clasificadores/as es notable, lo cual indica que si solo se utilizaran los/as mejores los resultados serían distintos y que los resultados del acopio tienen que ver con que fueron las mismas clasificadoras utilizadas y que el entrenamiento no soluciona el problema de las habilidades personales diferentes. La precisión que se obtiene con los/as mejores clasificadores/as asegura una precisión general buena para armar lotes relativamente homogéneos que luego el laboratorio certifica para la comercialización. En buena medida las diferencias entre clasificadores/as se debe a atributos personales de atención y dedicación y a habilidades previas de cada uno. La recomendación final surgida de este curso de entrenamiento de clasificadores/as es que se deben realizar entrenamientos más seguidos y un seguimiento permanente del desempeño de los clasificadores/as (revalidaciones) (Frank, 2011). El

uso de instrumentos de apoyo baratos para obtener el diámetro en forma instantánea (método *air flow*, Fiber Lux y Mini Fiber EC, por ejemplo) sería de interés para mejorar este trabajo.

5 Características Comerciales

5.1 El diámetro Medio de la Fibra y la Variación del Diámetro medio de la Fibra

El diámetro medio de la fibra de la Llama argentina se estableció oficialmente e históricamente entre 24 y 34 μm (Duga, 1985). En la provincia de Catamarca, el diámetro medio de fibra no ajustado fue de $26,7 \pm 2,0 \mu\text{m}$ (Frank y Nuevo Freire, 1985). Cuando los datos se agrupan de acuerdo a localidades diferentes, la media de mínimos cuadrados ajustada del diámetro de la fibra es de $25,2 \pm 0,2 \mu\text{m}$ (Frank y Nuevo Freire, 1993). Un estudio en la zona NW del altiplano de Argentina sobre 3726 Llamas, el diámetro medio de la fibra ajustado por edad, intervalo entre esquila, tipo de vellón, color y la localidad fue de 22,9 micras (Frank, 2001), que es similar a los datos obtenidos en un estudio reciente en el altiplano jujeño con 10760 animales (Hick et al., 2009). Las frecuencias de las diferentes clases de fibras obtenidas en este estudio eran: Baby ($< 19 \mu\text{m}$): 4,6%; superfino (19-21,9 μm): 43,4%; fino (22 a 24,9 μm): 35,8%; medio (25-29 μm): 13,6% y grueso ($> 30 \mu\text{m}$): 2,6%. Sin embargo, el estudio demográfico con 143 tropas elegidas de acuerdo a la metodología de la “bola de nieve” y procesados de acuerdo a una metodología específica arrojan guarismos ligeramente distintos en lo que respecta a distribución de frecuencias: super fino ($50,24 \pm 0,52\%$; $20,28 \pm 0,06 \mu\text{m}$), fino ($33,42 \pm 0,49\%$; $23,14 \pm 0,07 \mu\text{m}$), mediano ($14,4 \pm 0,37\%$; $26,79 \pm 0,09 \mu\text{m}$) y grueso ($1,83 \pm 0,14\%$; $34,38 \mu\text{m}$) (Hick et al., 2009). Independientemente del tiempo transcurrido entre ambos estudios se debe destacar la importancia de realizar estudios de estructuras poblacionales para detectar la real oferta poblacional existente con errores conocidos.

En Perú, Sumar (1991) reportó un diámetro de fibra promedio de 23,8 μm para Alpacas Suri y 24,02 μm para Alpacas Huacaya. El diámetro medio de Llamas Kcara y Chaku era 33,8 y 28,06 micras, respectivamente (Vidal, 1967). Sin embargo, estos



estudios no se ajustaron por la edad del animal, el sexo, el color y la localidad, factores que influyen en los diámetros de fibra de Alpacas (Frank y Nuevo Freire, 1993; Frank et al., 2006).

En Bolivia, el diámetro medio de fibra, el diámetro de la fibra gruesa y el diámetro de las fibras finas fueron 31,6, 40,8 y 25,5 micras, respectivamente (Martínez et al., 1997). Otros autores han informado de un diámetro de fibra promedio de 27,2 μm para todas las fibras y 22,3 μm para fibra fina, en un rebaño de animales criados para carne (Delgado Santivañez et al., 2001). Trabajos más recientes y en poblaciones particulares de Llamas bolivianas registran un diámetro medio ponderado de 22,20 μm (Stemmer et al., 2005).

En Llamas jóvenes (primera esquila a los 21 meses), Ayala (2001) reporta un diámetro medio de 22,7 μm para fibras finas y 66,39 μm para fibra gruesa en un ensayo de descordado. En el sur de Bolivia (cerca de la frontera con Argentina), Iñiguez et al. (1998) reportaron un diámetro de fibra promedio del hato de Llamas de 21,2 micras.

En Alpacas de Nueva Zelanda, el mejor promedio lineal no sesgado del diámetro de fibra usando diferentes métodos de medición varió desde 28,0 hasta 31,9 μm (Wuliji et al., 2000). En Australia se obtuvo en Alpacas, un diámetro de fibra promedio de 29,1 μm (17,7 a 46,6 micras) (McGregor y Butler, 2004).

Una información muy controvertida se lanzó en el Wool Record (Anónimo, 2005b) sobre la Alpaca peruana en el sentido que un 45% era fibra gruesa (> 31 μm), 35% superfina (24,5-26 μm) y 20% baby (20-22,5 μm). El autor anónimo de este artículo comercial aduce a modo de excusa la falta de censos en la Alpaca peruana y por lo tanto aporta la información que da la industria. Sorprendentemente los guarismos correspondientes a la fibra gruesa son similares a los de la Alpaca australiana (McGregor et al., 1997).

Se estudió la variación del diámetro de la fibra en diferentes puntos de corte de la mecha, entre las fibras dentro del mismo punto de corte de la mecha, entre diferentes regiones topográficas en el mismo animal y entre distintos animales. La mayor parte de la variación se encontró entre las fibras dentro de la mecha, mientras que otras fuentes de variaciones no fueron muy significativas (Frank y Amuchástegui, 1993). Los coeficientes de variación de diámetro de la fibra (CVD) en dos estudios fueron 31,0 \pm 1,55% (Frank y Nuevo Freire, 1985b) y 31,7 \pm 0,25% (Frank, 1993). El tipo de vellón es una fuente muy importante de variación de diámetro. La media corregida de CVD en general se obtuvo de 26,7 \pm 0,27% (Frank, 2001). En Llamas bolivianas con alta aptitud de fibra se obtuvieron datos de CVD del 33,66% (calculado a partir de datos de Stemmer et al., 2005).

McGregor y Butler (2004) reportaron una variación de diámetro medio de fibra de 24,33% en

Alpacas australianas (rango: 15,0-36,7%). El CVD se vio afectado significativamente por la edad de los animales (correlación positiva), el tipo de vellón (mayor en Suris) y el color de la fibra (mayor en vellones más oscuros).

La distribución del diámetro, tanto en Llama como en Alpaca, sigue un modelo bifásico, en el cual la frecuencia de fibras más gruesas que 30 μm es más alta que la distribución normal por debajo del punto de quiebre de alrededor de 22 μm (Frank et al., 2012). Esto se aprecia visualmente dependiendo de los tipos de vellón con mayor o menor intensidad en fibra de Llama (Frank et al., 2007) e igualmente en fibra de Alpaca Huacaya, aún en la más finas (Davison, 2010).

5.1.1 Color

La necesidad para la clasificación de vellón por el color ha conducido al desarrollo de diferentes tipos de gráficos similares a los utilizados para las fibras naturales (Villarreal León, 1962; Calle Escobar, 1982; Frank et al., 1991; Patthey Salas, 1994). Otros investigadores han utilizado colorimetría estándar (cartilla Munsell de suelo) (Ruiz De Castilla y Mamani, 1990; Renieri et al., 1991). Se realizaron los primeros estudios sobre la distribución del color en los rebaños de Argentina en Catamarca por Frank y Nuevo Freire (1985). Estos autores observaron un predominio del color marrón.

En un estudio detallado de 3200 animales en toda la Argentina, Frank y Whebe (1993) informaron de una amplia variación de la frecuencia de color según la región. La mayoría de las áreas estudiadas mostraron una alta frecuencia de blanco a excepción de Catamarca, donde se encontraron muchas variantes de color marrón (Frank, 1996).

En un estudio sobre 3736 Llamas procedentes de regiones NW del altiplano argentino, el color blanco fue el más comúnmente encontrado (38%), pero hubo un aumento en los colores marrón o marrón claro (30%). Las frecuencias fueron similares para otros colores comerciales (Frank, 2001). Un estudio con metodología demográfica más reciente arroja frecuencias similares para el blanco, indicando que la tendencia al blanqueo se ha detenido (Hick et al., 2009).

Estos resultados son similares a los reportados en Alpacas peruanas, donde la frecuencia de animales blancos es alta (50-56%) y el marrón o color café representan alrededor del 30% (Sumar, 1991). En Bolivia, los dos Alpacas y las Llamas muestran una menor frecuencia de animales blancos (8-15,8%), y una mayor frecuencia de color marrón o café (32-33%). Casi el 45% de las Llamas bolivianas se informan como pintadas (Rodríguez, 1991). En una región particular de Bolivia los datos son ligeramente diferentes: blancos (8,2%), con predominio del color café del 40,3% (Stemmer et al., 2005).

5.1.2 Tipos de vellones

Originalmente, la fibra de Llama fue considerada en la literatura científica como un vellón de doble capa (Cardozo, 1954; Riera, 1969; Calle Escobar, 1982). Sin embargo, la investigación en la Argentina mostró la variabilidad en los tipos de vellones (Frank y Nuevo Freire, 1985; Frank, 1996). Hallazgos similares fueron reportados en Llamas desde el sur de Bolivia (Iñiguez et al., 1998).

Además, no se observaron diferencias regionales e individuales en la distribución de frecuencias de tipo de vellones con predominio de vellón simple capa y las frecuencias más bajas de vellones doble capas y lustre en Llamas argentinas (Frank, 1996; 1999).

La distribución de tipos de vellones en la zona NW del altiplano de Argentina muestran una alta frecuencia de vellones de una capa (46,6%). La frecuencia de vellones lustre es muy bajo (3,3%). La frecuencia de doble capa es intermedia (22,4%). La frecuencia de vellones intermedios y hemilustre fueron, respectivamente, 9,6% y 18,2% (Frank, 2001). Datos más recientes y surgidos de metodología poblacional específica demuestran guarismos similares (Hick et al., 2009). Esta distribución de tipos de vellones en Llama confirma estudios arqueológicos que sugieren la existencia de Llamas con diferentes tipos de vellones y no solamente doble capa. En la literatura antigua se atribuyeron estas diferencias a las variaciones entre especies (Llamas frente Alpacas y a cruces de Llama-Alpaca) (Calle Escobar, 1982; Wheeler et al., 1992; Wheeler, 1994a; 1994b).

La existencia de diferentes tipos de vellón también se ha descrito en Alpacas del Perú (Villaruel León, 1991; Calle Escobar, 1982) y es similar a las variaciones observadas en cabras de Angora (Allain, 1994). Estudios previos sobre Alpacas reportaron una distribución de frecuencias de 70,6% y 29,3% para Huacaya y Suri (Barreda, 1985), sin embargo recientes observaciones llevan esta proporción a 95% Huacaya y Suri 5% (Sumar, 1991). En Llamas peruanas hay un predominio de Kcara o doble capa (80%) (Vidal, 1967). En Bolivia, los tipos Huacaya y Kcara tienen una frecuencia similar (Rodríguez, 1991). Se debe aclarar que en estos estudios se confundieron tipos morfológicos con tipos de vellón, cuya correlación de Spearman es solo mediana (0,25-0,50) (Hick et al., 2009).

5.1.3 Longitud de la fibra

La longitud de fibra se estima a partir de la longitud de la mecha. Ramírez et al. (1993) reportaron una correlación de 0,98 entre la longitud promedio de las fibras y la longitud de mecha en vellones de Llamas. Estudios de fibra de Llama desde el altiplano de la Argentina encontraron que la longitud de fibra del 80% de las muestras fue de longitud suficiente para

permitir el procesamiento de peinado con el resto utilizado para la hilatura de cardado (Frank y Whebe, 1993). El largo medio de mechales de sistemas de producción típicos incluye fibra con un crecimiento de más de 12 meses. La fibra de la provincia de Jujuy tiene una longitud de fibra media no ajustada de 19,1 cm y para un período de crecimiento ajustado de 12 meses significa una longitud de fibra de 15,5 cm (Frank et al., 1999; Frank, 2001). Ayala et al. (1991) informaron de un largo medio básico de 13,00 cm de Llamas bolivianas de 1 año y un largo medio de 16,75 cm para los animales esquilados de diferentes clases de edad.

En los estudios de largo de mecha en Alpaca en Perú, se informaron longitudes discontinuas de 12,6 cm para Huacayas y 16,8 cm para Suris (Condorena, 1985). Las longitudes en Alpacas procedentes de Nueva Zelanda fueron de $9,9 \pm 0,2$ cm (McGregor, 2002). Longitud de fibra de Alpaca de Australia fue de $9,4 \pm 0,5$ cm y $7,7 \pm 0,7$ cm para dos años consecutivos de producción (1996 y 1997) (McGregor, 2002). En Lana, una variación (disminución o aumento) de 10 mm de longitud media de las fibras en el top equivale a una variación de 1 μ m de diámetro al rendimiento de hilado (Lamb, 1998).

5.1.4 Rendimiento al descerdado

El descerdado es la extracción de fibras gruesas (“cerda” o “pelo de guarda”) que crecen desde los folículos primarios y secundarios originales de la piel. Dependiendo del tipo de vellón, estas fibras pueden ser más largas que las fibras secundarias más finas (Frank, 2001). El descerdado también se está desarrollando en la fibra de Alpaca (Frank et al., 2012; Frank et al., 2019).

Descerdados de Llama, desarrollados en Argentina, dan un rendimiento de 50% de *down* de muy buena calidad. El proceso se lleva a cabo con una máquina de depuración, que utiliza aire para separar la fibra más fina, de fibra más gruesa y contaminantes (Hick et al., 2003). Ensayos más recientes con la tecnología AM-2 actual, llevando el porcentaje de fibras objetables a $\leq 3\%$ y separando por tipos de finura informan de: Super Fino (76,5%), Fino (76,22%), Mediano (53,25%) y Grueso (15,06%) (Frank, 2013). Comparando el rinde al descerdado ($\leq 3\%$) para las distintas fibras de Camélidos se obtiene: Alpaca: 70-85%, Llama doble capa: 50-70%, Llama simple capa: 70-85%, Guanaco: 50-70% y Vicuña: 60-80% (Frank et al., 2009).

En Bolivia, en fibra de Llama descerdada a mano se producen resultados inferiores (47,64%) (calculado a partir de Quispe et al., 2001). Algunas máquinas de descerdado están disponibles en Bolivia, pero a la fecha aún no está disponible información en la literatura.



6. Valoración de Mercado de los Atributos de la Fibra de Alpaca/ Llama

6.1 Diámetro de la Fibra

Los precios máximos se pagan por fina Alpaca “baby” hasta diámetros medios de fibra de 22 μm . Sobre la base de los datos de precios 1981-1994 proporcionados por Weatherall (1995) está claro que el precio de la fibra de Alpaca sigue ciclos con

precios máximos que ocurren durante finales de 1983 y principios de 1985, a finales de 1987 hasta 1988 ya finales de 1994, con depresiones de precios que ocurren en el medio. Durante el periodo de 10 años los precios máximos siempre fueron pagados por la categoría más fina y los precios bajaron rápidamente por encima de 22 μm , con los datos que indican un descenso medio de los precios de 11% por 1 μm de aumento en el diámetro de la fibra hasta 26 μm , donde está el punto de inflexión de la curva. Por encima de 26 μm el descenso medio en los precios fue del 5% por cada 1 μm aumento en el diámetro de la fibra. La fibra de 32 μm se valoró en sólo el 27% del valor obtenido para la fibra más fina (ver Figura 1) (McGregor, 1997). La fibra Suri de 27 μm ha recibido primas de 10 a 25% por encima de los precios pagados por Alpaca blanca estándar para adultos (Vinella, 1994). La fibra Suri comprende aproximadamente el 7% de la producción de fibra de Alpaca peruana.

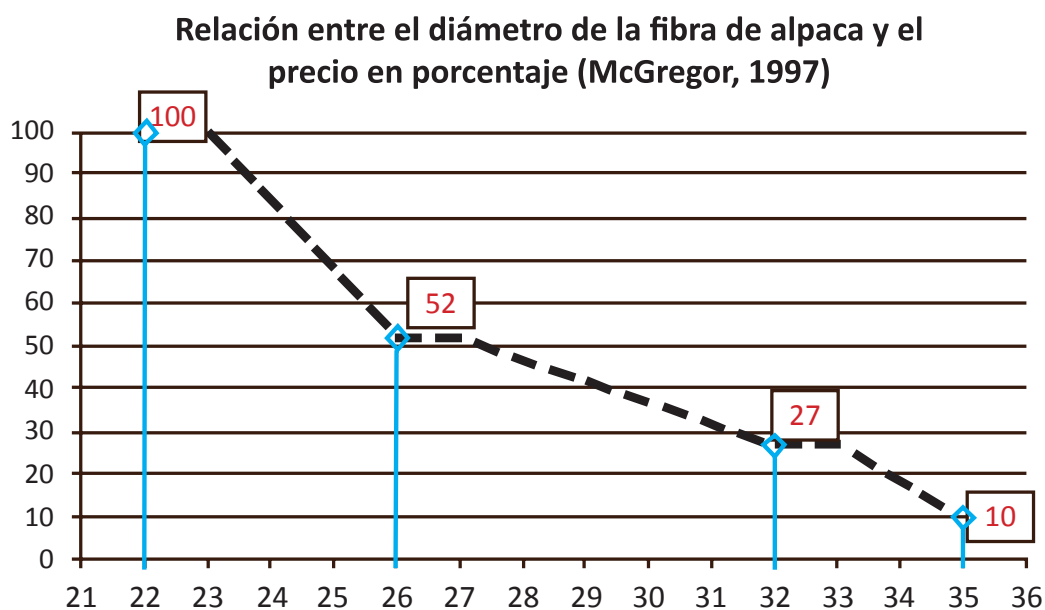


Figura 1: Relación entre el diámetro de la fibra de Alpaca y el precio en porcentaje. Fuente: Redibujado a partir de McGregor (1997).

También se han calculado los precios relativos de los tops de Alpaca en las caídas del ciclo de precios para los tres años 1986, 1991 y 1992. En las depresiones los precios bajan aún más rápidamente por encima de 22 μm , con los datos que indican un descenso medio de los precios de 13% por 1 μm de aumento en el diámetro la fibra hasta 26 μm . Por encima de 26 μm el descenso medio en los precios fue del 4% por cada 1 μm de aumento en el diámetro de la fibra. La fibra de 32 μm se valoró en sólo el 26% del valor obtenido para la fibra más fina (McGregor, 1997).

La cotización actual de fibra de Alpaca top (octubre de 2016) es: blanca baby: U\$23,00, Fina: U\$18,50 y Adulto: U\$10,00. La fibra en bruto a campo mantiene más o menos estos valores en nuevos soles (dólares) para Noviembre 2016: fibra color 4,5 (1,6), fibra blanca adultos 8,0 (2,8), tuis 9,0 (3,2). Para Diciembre 2016, adulto 7,0 (2,5) y tui 8,0 (2,8).

La fibra de Llama argentina clasificada por finura está en estos valores/kg: super fino: 59 pesos (U\$3,7), fino 40 pesos (U\$2,5), mediano 12 pesos

(U\$S1,2) y grueso 6 pesos (U\$So,6) (sin cotización actual). Dada la fluctuación y los distintos tipos de cambio se puede establecer un precio promedio “al barrer” (sin clasificar) de 120 pesos o 3,12 dólares para fibra de Llama argentina. Siempre se expresa el valor por kilogramo del producto.

6.2 Valoración de Mercado de los Atributos de la Fibra de Vicuña y Guanaco

Si bien conocemos con certeza la finura promedio de las fibras de Vicuña (12-14 μm) y Guanaco (15-17 μm), sabemos que son consideradas de por sí las más finas y preciosas del mercado textil. La cachemira China amerita una valorización considerablemente inferior a ambas, aunque compite ventajosamente con ellas.

El índice de Confort de la Vicuña y Guanaco una vez descerdadas, hace que puedan ser utilizadas sobre la piel sin provocar comezón. Además, por ser meduladas, son livianas y atérmicas. Su escaso crimpado y escamado poco prominente les otorga una particular suavidad. El largo promedio de la Vicuña y el Guanaco las hace aptas para la hilatura cardada. Clasificándolas correctamente, se obtiene un porcentaje de fibra apta para peinado (Adot et al., 2008).

En el caso del Guanaco, el solo hecho de mantener al productor informado del real valor de su fibra, permitió pasar de US\$2 por Kg sucio barrer (Zafra, 1998) a US\$180/Kg (Zafra, 2004-2005). Este último precio es considerablemente más bajo que el pagado por la Vicuña (Licitación Zafra 2004-2005, INTA Abra Pampa: US\$661/Kg de vellón y US\$252/Kg de pedazos y barrigas). Si bien el esfuerzo puesto en desarrollar nuevos compradores en Europa y Asia está dando resultados, es evidente que resta mucho por hacer para que el productor pueda percibir el real precio de mercado, tal cual lo refleja el valor de las prendas confeccionadas con esta fibra (Adot et al., 2008). No se registra comercialización formal de fibra de Guanaco actualmente.

Respecto del precio de la Vicuña, la firma Italtane (Biella, Italia), responsable exclusiva de la compra de fibra de Camélidos Sudamericanos del Grupo Schneider, aporta los siguientes valores (Anónimo, 2004): alrededor de US\$500/Kg sucio y más de US\$1.500/Kg descerdado. Si a los US\$500/Kg de fibra sucia le aplicamos el rinde al descerdado del 70% declarado por el Consorcio Internacional de la Vicuña (IVC) para los Tipos A y B (93% de la producción) y adicionamos un costo de descerdado de US\$80/Kg, obtenemos un valor de US\$794/Kg de

fibra descerdada. Italtane estima que el volumen de la zafra varía entre 2.000 y 6.000 Kg. La Sociedad Nacional de la Vicuña (SNV) aporta un escenario más realista: aunque la oferta de fibra de vicuña puede ser considerada como la demanda legal, por tratarse de un mercado cerrado, la demanda real es mayor y se satisface a través de quienes realizan la caza furtiva. Si bien esta ha venido disminuyendo en los últimos años, aun cubre un segmento significativo del mercado de la fibra. Para comercializar fibra de Vicuña/Guanaco o sus productos, sin violar la legislación, se debe contar con una autorización CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species*). En lo que hace al destino de la fibra producto de la caza furtiva, esto conduce a dos escenarios posibles: i) que exista un canal clandestino de industrialización y comercialización, o ii) que la fibra adquirida con autorización CITES sea utilizada para “legalizar” o “blanquear” la proveniente del tráfico clandestino.

La situación de las poblaciones de ambas especies difiere con los países, pero en general están habilitados para operar en el apéndice II de CITES, lo cual las hace comercializable con control estatal.

7. Algunas Conclusiones y Consideraciones Generales

El escenario descrito aparece como negativo para los intereses de los productores de fibras de Camélidos Sudamericanos en todos los países productores, ya que facilita adquirir y exportar fibras a precios por debajo de los del mercado y este mercado (cuando existe) está desvalorizando estas fibras. La comercialización, como parte del proceso productivo, cumple un rol fundamental en mejorar y afianzar la rentabilidad de los productos.

Para corregir la situación planteada se deberían diseñar y ejecutar diversas acciones, entre las cuales están: i) considerar la formación de asociaciones de productores para el acopio, clasificación y comercialización de fibra, de manera de fortalecer su poder de negociación con los compradores (en algunos casos ha sido exitoso, en otros contraproducente); ii) encarar un estudio definitivo de la real calidad de las fibras de los Camélidos silvestres (Vicuña y Guanaco) que permita establecer objetivamente sus precios relativos; iii) fomentar la industria del descerdado de manera de industrializar las fibras de Camélidos en origen (región o país) y/o



exportarlas descordadas; iv) fomentar la creación de una industria textil acorde a los requerimientos del mercado en calidad y diseño; v) combatir la caza furtiva de Vicuñas y Guanacos por todos los medios al alcance de los Estados nacionales; vi) controlar que la Autoridad Administrativa CITES de los países productores cumpla con las “Notificaciones” y “Recomendaciones” del organismo; vii) establecer una metodología de esquila y clasificación en origen que asegure la provisión de fibra clasificada de acuerdo a las características particulares de cada especie y tipo, viii) desarrollar sistemas de trazabilidad que permitan controlar el origen y los porcentajes de las respectivas fibras a lo largo del proceso de industrialización y comercialización, ix) difundir expresamente en el ámbito extra continental las particulares bondades de las fibras de Guanaco y Llama (desconocidas o menos conocidas que la Alpaca y la Vicuña) y x) realizar estudios de las estructuras de las poblaciones de Llamas y Alpacas aún no estudiadas. Se debería asimismo fomentar las mezclas (“blends”) con lana Merino Superfina y Ultrafina y otras fibras (seda, chinchilla, algodón), por ser estas fibras complementarias de las de Alpaca, Vicuña, Guanaco y Llama Fina y Superfina.

Referencias

- Adot OG, Cossio AP, Maguirre A. Industrialization and commercialization of vicuña, guanaco and Llama fibres. In: Frank EN, Antonini M, Toro O, editors. South American Camelids Research. v. 2. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers; 2008. p. 359-366.
- Allain D. The genetic improvement of Angora goats in Francia. In: Laker JP, Bishop SC, editors. Genetic Improvement of Fine Fibre Producing Animal. v. 1. Aberdeen: European Fine Fibre Network, Occasional Publication; 1994. p. 47-60.
- Anónimo. Camélidos. Portal Agrario. Ministerio de Agricultura Perú; 2005a.
- Anónimo. Wool Record. 2005b; 46.
- Anónimo. Wool Record. 2004; 49.
- Anónimo. Alpaca Registry Journal. 1997; 2(1):75-76.
- Antonini M, Vinella S. Fine fibre production from argentine camelids: a development perspective. European Fine Fibre Network. Rome: ENEA; 1997. p. 31-41. (Occasional Publication nº 6).
- Ayala C. Características físicas de la fibra de Llamas jóvenes. In: Gerken M, Renieri C, editors. Progress in. Rome: S.A. Camelids Res., European Federation of Animal Science; 2001. p. 186-188. (EAAP Publication nº 105).
- Ayala C, Bustinza V, Rodriguez T. Crecimiento en peso vivo y en largo de mecha en Llamas de la estación experimental Patacamaya, Bolivia. In: Gerken M, Renieri C, editors. Progress in. Rome: S.A. Camelids Res., European Federation of Animal Science; 1991. p. 189-192. (EAAP Publication nº 105).
- Australian Wool Exchange – AWEX. Preparation of Australian Wool Clip; 2010.
- Barreda JE. Huacayos y Suris: Razas de una especie que tienen diferentes querencias. Asociación de Criadores de Alpacas del Perú, Puno. In: Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos, 5., 1985, Cuzco, Perú. Proceedings... Cuzco: UNA; 1985.
- Brenes ER, Madrigal K, Pérez F, Valladares K. El cluster de los camélidos en Perú: diagnóstico competitivo y recomendaciones estratégicas. Proyecto Andino de Competitividad. Costa Rica: Instituto Centroamericano de Administración de Empresas; 2001.
- Butler KL, Dolling M. Spinning fineness for wool. J. Text. Inst. 1995; 86:164-165.
- Calle Escobar R. Producción y mejoramiento de la Alpaca. Lima: Fondo del Libro del Banco Agrario del Perú; 1982.
- Cardozo A. Los Auquénidos. La Paz: Centenario; 1954.
- Condorena N. Aspectos de un sistema regularizador de la crianza de Alpacas. Puno: IVITA; 1985.
- Cousill A. Australian breeders: perspective for the new millennium. Alpaca market report. I.A.A. 1999; Bulletin #11.
- Davison IM. Fleece factors. Alpacas Aust. 2010; 12-14.
- Delgado Santivañez J, Valle Zarate A, Mamani C. Fiber quality of a Bolivian meat-oriented Llama population. In: Gerken M, Renieri C, editors. Progress in. Rome: S.A. Camelids Res., European Federation of Animal Science; 2001. p. 101-109. (EAAP Publication nº 105).
- Duga L. Características más importantes de las fibras provenientes de camélidos sudamericanos In: Lanac. Seminario científico técnico regional. Montevideo: Larrosa y Bonifacino; 1985.
- Frank EN. Producción y Comercialización de Fibras Especiales (Llama y Cachemira). Santa Isabel: ExpoLlama; 2013.

- Frank EN. El confort de los tejidos confeccionados con fibra de Camélidos Sudamericanos. Análisis de la problemáticas y posibles soluciones. Conferencia. In: Congreso Mundial de Camélidos, 6., 2012, Arica, Chile. Resúmenes... Arica: Congreso Mundial de Camélidos; 2012. p. 65-69.
- Frank EN, Adot OG, Hick MVH, Prieto A, Castillo MF. Relación entre el diámetro de la fibra y el factor de picazón en Alpaca y Llama. Ponencia. In: Congreso Mundial de Camélidos, 6., 2012, Arica, Chile. Resúmenes... Arica: Congreso Mundial de Camélidos; 2012. p. 195.
- Frank EN. Informe de actividades y resultados. Curso intensivo de Clasificadores de Fibras de Camélidos Sudamericanos. San Salvador de Jujuy; 2011.
- Frank EN, Hick MVH, Prieto A, Castillo MF. Efectos del descerdado sobre la calidad de la fibra obtenida de camélidos sudamericanos y cabra criolla patagónica. In: 32º Cong. Arg. Prod. Anim. (resumen). Revista Argentina de Producción Animal. 2009; 29(Supl.1):134-135.
- Frank EN, Hick MVH, Adot O. Descriptive differential attributes of type of fleeces in Llama fiber and its textile consequence. 1-Descriptive aspects. The Journal of the Textile Institute. 2007; 98(3):251-259.
- Frank EN, Hick MVH, Lamas HE, Gauna CD, Molina MG. Effects of age, shearing interval, fleece and color type on fiber quality and production in Argentine Llamas. Small Ruminant Research. 2006; 61(2-3):131-142.
- Frank EN. Descripción y Análisis de segregación de fenotipos de color y tipos de vellón en Llamas argentinas [thesis]. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires; 2001.
- Frank EN. Producción de fibra de camélidos domésticos. Perspectivas para el mejoramiento genético. In: Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, 1., 1999, Montevideo, Uruguay. Proceedings... Montevideo: ALEPRyCS; 1999. p. 1-8.
- Frank EN. Genetic improvement of fibre production in South American Domestic Camelids An approach for Argentina population (Invited paper). In: Gerken M, Renieri C, editors. Second European Symposium on South American Camelids. Camerino: Università degli studi di Camerino; 1996.
- Frank EN. Valores medios, desvíos, regresiones y correlaciones fenotípicas en características físicas del vellón de Camélidos Sudamericanos domésticos. In: Actas VII C.I.E.C.S. (separata); 1993. p. 1-6.
- Frank EN, Whebe VE. Producción y comercialización de fibras de camélidos domésticos en Argentina. In: Mueller JP, editor. Taller sobre producción y comercialización de fibras especiales. Bariloche: INTA; 1993. p. 81-96.
- Frank EN, Amuchástegui SN. Estudio de la variación del diámetro dentro del vellón y entre animales en camélidos domésticos. In: Actas VII C.I.E.C.S. (separata); 1993. p. 37-41.
- Frank EN, Lamas HE, Whebe VE, Vila Melo JG. Análisis de la factibilidad de uso de determinaciones semi cuantitativas para clasificación de fibra y selección de reproductores. In: Actas VII C.I.E.C.S. (separata); 1993. p. 22-36.
- Frank EN, Nuevo Freire CM. Estudio de la productividad de un plantel de Llamas de la puna catamarqueña. Rev. Arg. Prod. Anim. 1985; 5(7-8):505-512.
- Frank EN, Nuevo Freire CM. Estudio de la productividad de un plantel de Llamas de la Puna catamarqueña. Rev. Arg. Prod. Anim. 1985a; 5(7-8):505-512.
- Frank EN, Nuevo Freire CM, Morini CL. Contribución al estudio de las características físicas del vellón de Llama. Rev. Arg. Prod. Anim. 1985b; 5(7-8):513-521.
- Frank EN, Nuevo Freire CM. Efecto de la edad, localidad y tiempo de crecimiento sobre las características físicas del vellón en Camélidos Sudamericanos domésticos. In: Actas VII C.I.E.C.S. (separata); 1993. p. 7-14.
- Frank EN, Whebe VE, Lamas HE, Techí RA, Bollati GP, Barcesa R, Unzaga E, Molina MG. Determinación de las características físicas del vellón de Camélidos Sudamericanos domésticos en las provincias de Catamarca y Jujuy. Resultados preliminares. In: Conv. Int. Especialistas en Cam. Sud., 7., 1991, Jujuy, Argentina. Resúmenes... Jujuy: Conv. Int. Especialistas en Cam. Sud.; 1991. p. 44.
- Galloti I. Il tessile Ecologico (Ecological textile). Tintoria. 1995; 9(95):63-68.
- Grant J. Top-Tech'96 Symposium. Geelong: CSIRO Div. of Wool Technology; 1996.
- Hick MVH, Lamas HE, Echenique J, Prieto A, Castillo MF, Frank EN. Estudio demográfico de los atributos morfológicos y productivos en poblaciones de Llamas (Lama glama) de la provincia de Jujuy, Argentina. Animal Genetic Resources. 2009; 45:71-78.
- Hick MVH, Frank EN, Adot O, Prieto A, Seghetti D, Maguire A. Depurado ('descerdado') de fibra de camélidos sudamericanos realizado mediante la aplicación de dos tecnologías diferentes. In: Congreso



de la Asociación Latino-americana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, 3., 2003, Ciudad de Viña del Mar, Chile. Resúmenes... Ciudad de Viña del Mar: ALEPRyCS; 2003.

Iñiguez LC, Alem R, Wauer A, Mueller J. Fleece types, fiber characteristics and production system of an outstanding Llama population from southern Bolivia. *Small Rumin. Res.* 1998; 30(1):57-65.

Jacoby J, Kaplan L. Perceived risk and consumer behaviour: a critical review. In: Venkatsen M, editor. *Proceedings of the 3rd Annual Conference.* Champaign: Association for Consumer Research; 1972. p. 382-393.

Kelly & Windsor, s/f. Comparison of fibre filled quilts. The Australian Alpaca Breeding Company.

Lamb P. Fibre metrology of wool and its applicability to Alpaca. In: Brash LD, Davison IM, editors. *Fibre science and technology: lessons from the Wool Industry. Proceedings of a Conference held at CSIRO Animal Production. Prospect: CSIRO; 1998. p. 13-20.*

Martinez Z, Iñiguez LC, Rodríguez T. Influence of effects on quality traits and relationships between traits of the Llama fleece. *Small Rumin. Res.* 1997; 24(3):203-212.

McGregor BA, Butler KL. Sources of variation in fibre diameter attributes of Australian Alpacas and implications for fleece evaluation and animal selection. *Aust. J. Agric. Res.* 2004; 55(4):433-442

McGregor BA. Comparative productivity and grazing behaviour of Huacaya Alpacas and Peppin Merino sheep grazed on annual pastures. *Small Rumin. Res.* 2002; 44(3):219-232.

McGregor BA. The quality of fibre grown by Australian Alpacas: 1 - The commercial quality attributes and value of Alpaca fibre. In: *Proc. International Alpaca Industry Conf.* Sydney. Forest Hill, Victoria: Aust. Alpaca Assn.; 1997. p. 43-48.

McGregor BA, Howse AM, Hubbard D, Tuckwell CD. The quality of fibre grown by Australian Alpacas: 2 - Survey of the quality of fibre grown by Australian Alpacas. In: *Proc. International Alpaca Industry Conf.* Sydney. Forest Hill, Victoria: Aust. Alpaca Assn.; 1997. p. 49-52.

Murray KB, Schlacter JL. The impact of services versus good on consumers' assessment of perceived risk and variability. *Journal of the Academy of Marketing Science.* 1990; 18(1):51-65.

Naylor GRS, Phillips DG. Fabric-Evoked Prickle in Worsted Spun Single Jersey Fabrics. Part III: Wear

Trial Studies of absolute fabric acceptability. *Textile Res. J.* 1997; 67(6):413-416.

Naylor GRS, Phillips DG. Top-Tech'96 Symposium. Geelong: CSIRO Div. of Wool Technology; 1996.

Naylor GRS, Phillips DG. Skin comfort of wool fabrics. In: *Wool structure and properties. Proc. of the 9th Int. Wool Text. Res. Conf. Secc. II; 1995. p. 203-208.*

Patthey Salas JF. Textile Process for South American camelids. In: Gerken M, Renieri C, editors. *European Symposium on South American Camelids.* Camerino: Università degli studi di Camerino; 1994. p. 167-176.

Phan KH, Wortmann FJ, Arms W. Characterisation of Cashmere. *The 9th Int. Wool Textile Res. Conf.* 1995; 2:571-579.

Quispe JL, Antonini M, Rodriguez T, Martinez Z. Clasificación y caracterización de fibra de Llamas criadas en el altiplano sur de Bolivia. In: Gerken M, Renieri C, editors. *Rome: S.A. Camelids Res., European Federation of Animal Science; 2001. p. 286-294. (EAAP Publication n° 105).*

Rainsford FEB. Perú speciality hairs into the new millenium. *Alpaca market report. I.A.A.* 1999; Bulletin #11.

Ramírez MS, Frank EN, Molina F, Hick MVH. Relación entre diámetro, largo de la fibra y la estructura del vellón en Llamas. In: *17th Cong. Arg. Prod. Anim. (San Luis). Rev. Arg. Prod. Anim.* 1993; 13(1):84.

Renieri C, Tralbalza Marinucci M, Martino G, Giordano G. Indagine preliminare sulla qualità del pelo e sul colore del mantello in soggetti Alpaca In: *Italian. Nat. Cong. ASPA, 21., 1991, Milano, Italia. Proceedings...* Milano: ASPA; 1991. p. 905-914.

Riera S. Ritmo de crecimiento y finura del pelo de la Llama. *Bol. Exp. (Patacamaya, Bolivia).* 1969; 30:10.

Rodriguez T. Situación y perspectivas de la producción y conservación de los camélidos sudamericanos en Bolivia. *Informe de la Mesa redonda sobre Camélidos Sudamericanos.* Lima: Ofic. Reg. FAO; 1991. p. 29-40.

Ruiz de Castilla M, Mamani N. Estudio preliminar del color de la fibra de Llama en los distritos de Callalli y Tisco, Provincia de Cailloma, Arequipa. In: *Informe de Trabajos de Investigación en Alpacas y Llamas de Color. v. I (fibras); 1990. p. 1-18.*

Sneddon JN, Lee JA, Soutar GN. Exploring consumer beliefs about wool apparel in the USA and Australia. *Journal of the Textile Institute.* 2011; 103(1):40-47.

Stemmer A, Valle Zárate A, Nuernberg M, Delgado J, Wurzinger M, Soelkner J. La Llama de Apopaya:

- descripción de un recurso genético autóctono. Arch. Zootec. 2005; 54:253-259.
- Sumar J. La Alpaca peruana de raza Suri. Rev. Inv. Pec. IVITA (Perú). 1998; 10(1):1-15.
- Sumar J. Características de las poblaciones de Llamas y Alpacas en la sierra sur del Perú. Informe de la Mesa redonda sobre Camélidos Sudamericanos. Lima: Ofic. Reg. FAO; 1991. p. 71-80.
- Sweeney JC, Soutar GN, Johnson LW. Retail service quality and perceived value: a comparison to two models. Journal of Retailing and Consumer Services. 1997; 4(1):39-48.
- Sweeney JC, Soutar GN, Johnson LW. The role of perceived risk in the quality-value relationship: a study in a retail environment. Journal of Retailing. 1999; 75(1):77-105.
- Swinburn DJ, Laing RM, Niven BE. Development of Alpaca and Alpaca/Wool blend knitwear fabrics. In: The 9th Int. Wool Text. Res. Conf. Fine Animal Fibres. Sec. v. 2. Biella: Citta' degli Studi; 1995. p. 536-544.
- Velarde Flores R. Comercialización de la fibra de Alpaca. In: Flores Ochoa JA. Llamichos y Paqocheros. Pastores de Llamas y Alpacas. Cuzco: C.E.A.C.; 1988.
- Vidal SO. La crianza de la Llama y algunas características de su fibra [thesis]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 1967.
- Villarroel León J. Las fibras. In: Fernandez-Baca S, editor. Avances y perspectivas del conocimiento de los Camélidos Santiago: FAO; 1991. p. 363-386.
- Villarroel León J. Tentative specifications of Fineness of Alpaca. Proposal for Inter-laboratory test. ASTM Committee D13 on Textile Materials, Autumn Meeting; 1962.
- Vinella, S. The European market of South American camelid wool. In: Gerken M, Renieri C. (ed.). European Symposium on South American Camelids. Camerino: Università degli studi di Camerino; 1994. p. 155-166.
- Wang X, Wang L, Liu X. The quality and processing performance of Alpaca fibres. RIRDC publication; 2003. 03/128:66-76.
- Weatherall R. Alpaca – Its markets and its uses. In: Proceedings of the International Alpaca Industrial Conference. Forest Hill, Victoria: Aust. Alpaca Assn.; 1995. p. 47-60.
- Wheeler J. South American Camelids: past, present and future. In: Gerken M, Renieri C, editors. European Symposium on South American Camelids. Camerino: Università degli studi di Camerino; 1994a. p. 13-28.
- Wheeler J. Relación entre los hallazgos arqueológicos de Camélidos Sudamericanos y las poblaciones actuales, con especial referencia a las Llamas productoras de fibra fina. In: *Seminario Internacional de Camélidos Sudamericanos Domésticos*, 1., 1994, Arica, Chile. Actas... Arica: *Seminario Internacional de Camélidos Sudamericanos Domésticos*; 1994b. p. 17-18.
- Wheeler J, Russel AJF, Stanley HF. A measure of loss: prehispanic Llama and Alpaca breeds. Arch. Zootec. 1992; 41(extra):467-475.
- WTIN Wool Market Report [internet]; 2014 [cited 2014 Jan. 09]. Available from: www.wtin.com.
- Wuliji T, Davis GH, Dodds KG, Turner PR, Andrews RN, Bruce GD. Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of Alpaca in New Zealand. Small Rumin. Res. 2000; 37(3):189-201.

©2019, Cristina Santos Sotomaior, Patricio Mario Dayenoff Rucik, Victor Hugo Parraguez Gamboa e ALEPRyCS
2019, PUCPRESS

Este livro, na totalidade ou em parte, não pode ser reproduzido por qualquer meio sem autorização expressa por escrito da Editora.

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)

Reitor

Waldemiro Gremski

Vice-Reitor

Vidal Martins

Pró-Reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

Paula Cristina Trevilatto

PUCPRESS

Coordenação

Michele Marcos de Oliveira

Edição

Susan Cristine Trevisani dos Reis

Edição de arte

Rafael Matta Carnasciali

Preparação de texto

Susan Cristine Trevisani dos Reis

Revisão

Pamela P. Cabral da Silva

Projeto gráfico

Ana Paula Vicentin Ferrarini

Capa

Ana Paula Vicentin Ferrarini

Diagramação

PUCPRESS

Impressão

Reproset Indústria Gráfica

Conselho Editorial

Alex Villas Boas Oliveira Mariano

Aléxei Volaco

Carlos Alberto Engelhorn

Cesar Candiotta

Cilene da Silva Gomes Ribeiro

Cloves Antonio de Amassis Amorim

Criselli Maria Montipó

Eduardo Damião da Silva

Evelyn de Almeida Orlando

Fabiano Borba Viana

Katya Kozicki

Kung Darh Chi

Léo Peruzzo Jr.

Luis Salvador Petrucci Gnoato

Marcia Carla Pereira Ribeiro

Rafael Rodrigues Guimarães Wollmann

Rodrigo Moraes da Silveira

Ruy Inácio Neiva de Carvalho

Suyanne Tolentino de Souza

Vilmar Rodrigues Moreira

PUCPRESS / Editora Universitária Champagnat

Rua Imaculada Conceição, 1155 – Prédio da Administração – 6º andar

Campus Curitiba – CEP 80215-901 – Curitiba / PR

Tel. +55 (41) 3271-1701

pucpress@pucpr.br

Dados da Catalogação na Publicação

Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR

Biblioteca Central

Edilene de Oliveira dos Santos CRB/9-1636

O96
2019
Ovejas, cabras y camélidos en Latinoamérica : producción, salud y
comercialización / Cristina Santos Sotomaior ... [et al.] organizadores. –
1. ed. -- Curitiba : PUCPRESS, 2019
304 p. : il. ; 21 cm

Vários autores
Inclui bibliografias
ISBN 978-85-54945-52-7
978-85-54945-56-5 (e-book)

1. Ovino – Criação. 2. Produção animal – Comercialização. 3. Reprodução
animal. I. Sotomaior, Cristina Santos.



ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA
DE ESPECIALISTAS EN
PEQUEÑOS RUMIANTES Y
CAMELIDOS SUDAMERICANOS



ISBN 978-85-54945-52-7



9 788554 945527