

Reproducción ovina en Colombia

Sheep Breeding in Colombia

HARVEY LOZANO MÁRQUEZ

Médico veterinario. MSc. en Reproducción Animal. PhD en Reproducción Animal.

Profesor asociado, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia,
Universidad Nacional de Colombia.

hlozanoma@unal.edu.co

RESUMEN

Este artículo tiene por objeto evaluar los estudios y las investigaciones que se han desarrollado en Colombia acerca de la reproducción ovina, y pretende dar a conocer la importancia de esta área en la economía del país. De igual manera, se dan a conocer los principales aspectos de la reproducción; inicia con una breve compilación de los parámetros reproductivos usados en el país y, después, se tratan aspectos de fisiología, endocrinología y manipulación del ciclo estral, así como temas de inseminación artificial; termina con una revisión de todo lo referente al macho ovino, desde la pubertad hasta la criopreservación de semen. Este documento recoge tanta información como ha sido posible y está basado en artículos científicos, tesis e información de entes gubernamentales.

Palabras clave: reproducción, ovinos, criopreservación, pubertad, ciclo estral, inseminación.

ABSTRACT

This article aims to assess the studies and research developed in Colombia about sheep breeding, and seeks to highlight the importance of this area in the country's economy. Similarly, the main aspects of breeding are described. The paper begins with a brief compilation of the reproductive parameters used in Colombia, and then aspects of physiology, endocrinology, manipulation of oestrous cycle, as well as issues like artificial insemination are addressed. It ends with a review of all matters relating to the male sheep from puberty to the cryopreservation of semen. This document contains as much information as possible, and it is based on scientific articles, theses and information from government agencies.

Keywords: Breeding, sheep, cryopreservation, puberty, oestrous cycle, insemination.

RECIBIDO: 01 /07/2014. APROBADO: 04/09/2014

— Cómo citar este artículo: Lozano Márquez, H. (2014). Reproducción ovina en Colombia. *Revista Ciencia Animal* (8), 67-83.

Introducción

Las ovejas en Colombia existen desde la época de la Conquista y fueron traídas desde Europa. Las razas de lana fueron cruzadas y mezcladas, lo que resultó en la conocida criolla colombiana (CC), entre otras razas; luego vinieron las africanas de pelo, las cuales se conocen como *camuros*; estos 2 tipos raciales son los más predominantes en el país (Henaó de Brigard, 1988). La crianza de ovejas ha sido desarrollada en el territorio colombiano, principalmente en los departamentos de La Guajira, Magdalena, Cesar, Boyacá, Nariño, Córdoba y Cundinamarca, lugares en que los ovinos son ampliamente aprovechados (López, 1991; González, Grajales, Manrique y Téllez, 2011; Pastrana, 2000).

Es de particular importancia que la población de ovejas en Colombia, para el 2005, consistía en un total de 2,3 millones de animales (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Observatorio de Agrocadenas Colombianas, 2006); con excepción del departamento de La Guajira, donde se extienden granjas más grandes, que tienen desde 200 hasta 1000 individuos; es común que las unidades operativas no excedan los 10 especímenes. En general, el 65% de los productores no tienen más de 50 animales por granja. En efecto, la explotación ovina surgió para complementar otras producciones pecuarias y no como una fuente

principal de ingresos (Pastrana, 2000; Grajales, Moreno, y Cárdenas, 2011).

Las razones por las que la investigación en pequeños rumiantes es escasa y dispersa pueden estar relacionadas con la débil coordinación de la cadena de producción ovina y las fallas para lograr un fuerte enlace con el sector agroindustrial y el comercio de insumos y productos; además, puede ser compleja la generación de proyectos de interés para grupos de investigación debido a la pobre financiación (González *et al.*, 2011).

Claramente, las explotaciones ganaderas para la producción de alimentos o suministros para los seres humanos son complejas, tienen muchos puntos de control del ciclo productivo e interactúan con varias áreas de conocimiento; veterinarios, zootecnistas y otros profesionales juegan un importante rol en el entendimiento del enlace vital en la cadena. La reproducción exitosa como parte del conocimiento de los parámetros reproductivos de estas especies promueve la alta eficiencia en la cadena, la cual se verá reflejada en el crecimiento de la producción y el interés en el estudio de productos ovinos.

El control de la reproducción animal es crítico porque este asegura el desarrollo, la sustentabilidad y la eficiencia de la cadena de producción. Con esta perspectiva, la selección adecuada del reemplazo

de hembras, el puntual diagnóstico de la preñez, la efectiva detección, la inducción de celos y los adecuados programas de sincronización de estos, junto con la selección de razas, el manejo de machos y los registros de reproducción, son componentes fundamentales en la eficiente producción.

Esto denota que la cría de ovinos de las diferentes razas representa una opción viable y productiva; desde que estos animales estén bien adaptados al trópico, allí hay menor demanda de alimento porque consumen arbustos y vegetación variada, y tienen una habilidad notable para adaptarse a condiciones adversas, situaciones de mala nutrición y diferentes niveles de altitud; incluso tienen una gran habilidad para caminar largas distancias (González *et al.*, 2011).

Visión general de la cadena de producción en Colombia

La producción ovina inicia con la cría de machos y el reemplazo de hembras que son responsables del mantenimiento de la genética de las razas en el país; en este contexto, se crea una reserva para suplir ovinos a los diferentes productores; estos animales son destinados para ceba y futuro sacrificio. Posteriormente, se obtienen también subproductos como vísceras, piel, cabezas y miembros (Ministerio de Agricultura y Desarrollo

Rural, Observatorio de Agrocadenas Colombianas, 2006).

La población ovina en Colombia, en su mayoría, se encuentra a cargo de pequeños productores que desempeñan un importante rol en la economía de las comunidades rurales (Pastrana, 2000; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Observatorio de Agrocadenas Colombianas, 2006). La carne y la lana son los principales productos usados tanto por los artesanos como por los comerciantes; algunas veces, bajo condiciones higiénico-sanitarias limitadas, lo cual ha conducido a un histórico bajo conocimiento e interés hacia la explotación de productos ovinos a gran escala.

La producción de carne de oveja y de cabra en el país ha sido históricamente secundaria o marginada, pero durante la última década se ha dado una tasa de crecimiento positiva para la carne y la lana de cabra (6% y 5,1%, respectivamente), lo que confirma un aumento en su producción. Los ovinos han presentado una tasa de crecimiento del 3,5% durante el periodo 1994-2005 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Observatorio de Agrocadenas Colombianas, 2006).

Para el 2005, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) reportó una

producción de 13.663 toneladas de carne de cabra y oveja en Colombia. El 51 % de la producción era de carne ovina, con aproximadamente 6960 toneladas de carne (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Observatorio de Agrociudades Colombianas, 2006).

No cabe duda de que hoy en día este aspecto ha sido considerado de gran interés para la promoción del área de producción si se tienen en cuenta eventos como el inicio de la exportación regular de lana y la exportación de carne ovina a las Antillas holandesas (98% del total), Venezuela y Estados Unidos (Pastrana, 2000; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Observatorio de Agrociudades Colombianas, 2006).

Sin embargo, hay un gran potencial para estos productos; en la actualidad no existen requerimientos de calidad y volúmenes de producción requeridos por mercados internacionales para el crecimiento de exportaciones en la cadena. Así que las agencias de gobierno han demostrado un mayor apoyo en la promoción tecnológica de la investigación y el desarrollo de la producción ovina (González, 2011).

En la industria ovina, para el periodo comprendido entre 1991 y julio del 2006, se reportó un total de 26.252 toneladas importadas. El mayor volumen de productos importados que ha sido reportado es de lana de oveja, con una

cuota del 62% del total; no obstante, presentó una tasa de crecimiento negativa del 32%, por lo que fue desplazada, desde 1998, por la importación de menudencias usadas en comida procesada para mascotas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Observatorio de Agrociudades Colombianas, 2006).

Características y parámetros reproductivos de ovinos en Colombia

Como en cualquier producción pecuaria, el conocimiento de los parámetros reproductivos es vital para evaluar la eficiencia y la productividad de un grupo de animales. Este aspecto es importante para un enfoque general en parámetros reproductivos reportados en Colombia, donde la pubertad se presenta aproximadamente entre los 6 y los 9 meses; el ciclo estral tiene una duración de 17 días; el estro tiene una duración de 26 a 36 horas, y el periodo de ovulación ocurre cerca al final del estro. El diestro tiene una duración aproximada de 13 a 15 días.

El primer servicio del macho se hace cuando este alcanza entre el 40% al 60% del peso corporal de los adultos del rebaño. La gestación dura alrededor de 150 días; posteriormente, de 20 a 30 días tiene lugar la involución uterina, y la recuperación ovárica dura entre 1 y 15 días. Los días abiertos óptimos son 68, el intervalo entre partos es de 240 días

en carne de ovejas y 365 días en pelo de animales (Grajales *et al.*, 2011). Esta última información sugiere el apareamiento solo por un periodo de 51 días consecutivos por año (Heno de Brigard, 1988).

Un estudio conducido por la Universidad de Antioquia tuvo como objetivo establecer un diagnóstico del estado productivo y reproductivo en un rebaño de ovejas en el municipio de Bello. El estudio fue realizado en una producción semiintensiva, con un total de 122 ovejas en etapa reproductiva, principalmente de la raza Katahdin. Mediante visitas periódicas cada 2 semanas, fueron evaluados los parámetros de producción como el peso al nacer, el peso al destete, edad de destete y ganancia diaria de peso; así como los parámetros reproductivos como los índices de prolificidad, los días abiertos y el intervalo entre partos. Los resultados mostraron un índice de prolificidad (promedio talla pequeña): $1 \pm 0,5$; peso al nacer (g): $3010,7 \pm 1118,1$; peso al destete (kg): $12,32 \pm 5,96$; edad al destete (días): $51,7 \pm 23,3$; ganancia diaria de peso entre el nacimiento y el destete (g): $185,7 \pm 58,9$; intervalo entre parto (días): $233 \pm 62,7$; días abiertos (días): $86,7 \pm 60,1$; a partir de lo anterior se obtuvo una baja correlación entre el peso al nacer y el peso al destete de 0,31. Conforme a los resultados de estos valores de producción, se ubican entre rangos aceptables en comparación con los reportados por estudios de razas en

otros países; sin embargo, las tasas de reproducción son afectadas ampliamente por el número de días abiertos, los cuales impiden que se logre 2 montas cada año, acorde a la sugerencia por especie (Duque Chamorro y Pulgarín Vergara, 2011). Este estudio demostró la necesidad de realizar una investigación para determinar las posibles causas por las que algunas razas no muestran un ciclo reproductivo regular a lo largo del año.

Ciclo estral y dinámicas foliculares

El ciclo estral es definido como el periodo de tiempo entre un estro y el siguiente (Montaño, 2004; Aisen, 2004). Los ovinos son considerados poliéstricos estacionales, y esta estacionalidad se encuentra asociada a los fotoperiodos; es decir, regulan sus procesos biológicos mediante la presencia de luz; por lo tanto, la duración del ciclo estral varía según la latitud.

En las regiones de latitud baja los cambios en fotoperiodos son más pequeños o, probablemente, no existen para países no estacionales, lo que hace que la época de reproducción se acorte dependiendo de los cambios de comida y temperatura (Gómez y Cornejo, 1998). Por esta razón, varios autores han argumentado que los animales explotados en los países tropicales no tienen un ciclo reproductivo y tienen la habilidad de concebir a lo largo de todo el año (Montaño, 2004).

Existen reportes de la duración del celo en ovejas CC de $16,13 \pm 0,45$ días (Rodríguez Márquez, 1996), en contraste con otros reportes de la duración de $17,13 \pm 3,54$ días para la misma raza en la sabana de Bogotá (Suárez Rodríguez, 1993). Mientras tanto, en otros grupos de estudio se encontró que el 43 % de los ciclos estrales de las ovejas colombianas estaban entre 14 y 19 días, con un promedio de 17,3 días, y el 45 % de ciclos mayores, en 19 días (Osorio y López, 1993), lo cual difiere ligeramente de los resultados en cruces de CC \times Romney Marsh (RM), en la sabana de Bogotá, y se encontró una longitud de $18,3 \pm 0,83$ días (Vejarano, 1993).

En un estudio de 19 ovejas que conviven en el trópico alto colombiano se evidenció una duración del ciclo estral de $17,8 \pm 1,7$ días (Díaz y Grajales, 1993). No hubo ciclos cortos y el 17,4 % de los ciclos fueron largos, mayores a 19 días, lo cual se acerca mucho a los hallazgos en otras zonas climáticas de Colombia (Montaño, 2004).

Al entender los mecanismos involucrados en el desarrollo folicular, es importante diseñar estrategias para mejorar aspectos productivos y reproductivos en pequeños rumiantes (Uribe-Velásquez, Restrepo-Cadavid y Osorio, 2010; Uribe-Velásquez, Correa-Orozco y Osorio, 2011). En este sentido, hay estudios realizados en ovinos por investigadores

colombianos en el Estado de São Paulo, Brasil, que utilizan algunas de las razas más frecuentemente encontradas en Colombia y en latitudes variables; se ha investigado el comportamiento hormonal, el desarrollo folicular y la ovulación subsiguiente (Uribe-Velásquez *et al.*, 2010; Uribe-Velásquez *et al.*, 2011). Estos estudios muestran las condiciones tropicales que existen en Colombia.

En una investigación que tenía la intención de comparar las diferencias entre el ciclo estral natural y el inducido con una prostaglandina, se formaron 2 grupos sin tratamientos (celo natural) y un tercer grupo con tratamiento (doble aplicación de prostaglandina, con intervalos de 7 días). Se hizo un seguimiento del crecimiento folicular por medio de una ultrasonografía transrectal; los folículos con talla menor a 2 mm fueron monitoreados y mapeados diariamente. Se encontró que no había diferencias significativas entre los ciclos estrales de ambos grupos ni en su crecimiento folicular asociado o no a la aplicación de prostaglandinas (Uribe-Velásquez, Oba, Lenz Souza, Vélez y Correa Orozco, 2010).

En estudios iniciales, las concentraciones de progesterona (P4) durante los ciclos estrales de ovejas Criollas (determinadas durante 2 ciclos estrales medidos cada 2 días) mostraron que en la parte inicial del ciclo había bajos niveles (menos que $1,06 \pm 0,71$ ng/ml) hasta el día 5 después

del estro (día 0), entonces incrementaron hasta el día 8 ($3,63 \pm 1,82$ ng/ml), luego se mantuvieron con ligeras fluctuaciones hasta el día 14, y entonces declinaron hasta alcanzar alrededor de 1 ng/ml el día 16 (Rodríguez, 2004). En un estudio sobre ovejas en la sabana de Bogotá, la cantidad de P4 variaba desde 7,94 ng/ml al día 14, y caía a niveles cercanos a 1 ng/ml alrededor del día 17 (Vejarano, 1993).

Otro estudio en que se utilizaron ovejas provenientes de cruces colombianos mostró que el nivel promedio de P4 al estro fue de $0,11 \pm 0,05$ ng/ml, el cual es consistente con descubrimientos en otros estudios (Díaz y Grajales, 1993; Suárez Rodríguez, 1993). Las concentraciones de P4 aumentan después del cuarto día del ciclo estral y alcanzan 1 ng/ml progresivamente alrededor del día 9, con valores promedio de $3,4 \pm$ ng/ml. En ciclos de 16 a 19 días hubo una repentina caída de los niveles de P4 después de 14 días; en ciclos más largos, los niveles de P4 se mantienen por encima de 1 ng/ml y hasta el día 17 caen los niveles de estro (Díaz y Grajales, 1993).

Control hormonal de los ciclos estrales

La sincronización de celos es una técnica comúnmente usada en rebaños de ovejas y proporciona la posibilidad de usar técnicas como la inseminación artificial

(IA) o la transferencia de embriones, cuyo objetivo es mejorar la eficiencia de los sistemas de producción (Farfán y Forero, 2003).

El objetivo de la sincronización es permitir la reproducción fuera de época porque las ovejas pueden mostrar algunos periodos de inactividad ovárica (Grajales *et al.*, 2011). El concepto implica la inducción del celo para desencadenar la fase folicular, asociada con el comportamiento estral que conduce a la ovulación. La sincronización, por su parte, permite que todos los eventos puedan ocurrir simultáneamente en un grupo de animales. Para este propósito, se utilizan 3 tipos de métodos: la selección de razas, que no son condicionadas por temporalidad; los métodos naturales, como el uso del fotoperiodo y el efecto del macho, y finalmente el uso de hormonas exógenas (Rodríguez, 2004; Narváez y Uribe, 2005; Uribe-Velásquez *et al.*, 2010).

Aunque algunos de estos métodos son útiles, Colombia no es un país estacional; lo más aplicado en granjas, las cuales no están técnicamente avanzadas, con el fin de tener control de los sistemas de reproducción organizados, es el método natural llamado "efecto del macho", el cual consiste en introducir machos a grupos de hembras, la mayoría de las cuales muestran un estro en 24 días después de la introducción del macho. En algunos trabajos las hembras ovularon 6 días

después de la introducción del macho, pero la primera ovulación a menudo está acompañada por un celo silencioso (Jiménez, 2003).

El manejo mediante diferentes tipos de progestágenos es usado frecuentemente en Colombia. Tratamientos intravaginales con dispositivos impregnados con acetato de medroxiprogesterona (MAP) o acetato de fluorogestona (FGA) por un periodo entre 5 y hasta 16 días han tenido éxito para la sincronización del estro en las ovejas; sin embargo, tienen limitaciones como la baja fertilidad, particularmente en el tratamiento de mayor duración (Farfán y Forero, 2003).

En un estudio cuyo objetivo principal era comparar la eficiencia de 2 tratamientos intravaginales con MAP de diferente duración se evaluó el intervalo entre estros y su duración, concepción y tasas de preñez, así como las concentraciones de P4 luego de los tratamientos. Los animales fueron 28 ovejas criollas divididas en 2 grupos; el primero recibió una dosis intramuscular del agente luteolítico (PGF2 α); posteriormente (24 horas después), a cada oveja se le insertó una esponja vaginal impregnada con 50 mg de MAP por 12 días; el grupo 2 recibió el mismo tratamiento, pero la esponja fue removida luego de 6 días. El porcentaje de ovejas en estro luego de 96 horas de tratamiento para ambos grupos fue del 100% y el 85,7%, respectivamente, el

comienzo y la duración del estro fueron de 58 y 24,29 horas en el grupo 1 y, para el grupo 2, de 56,4 horas y 24,17 horas. La tasa de preñez fue de 71,42% y 64,28%, y la tasa de concepción, de 71,42% y 75%; no se evidenciaron diferencias entre los 2 grupos; algo similar ocurrió con las concentraciones de P4. Este estudio concluye que los tratamientos cortos son muy eficaces en la sincronización estral y que la aplicación de PGF2 α previamente logra una adecuada sincronización sin afectar la fertilidad (Farfán y Forero, 2003).

La prostaglandina (PGF2 α) fue evaluada en un estudio que tuvo como objetivo sincronizar ciclos estrales y así plantear un protocolo completo de IA para 3 grupos de hembras: uno control, otro que recibió 2 dosis de Dinoprost® y el último al que se le aplicaron 3 dosis. Se evidenciaron las tasas de preñez en cada uno de los grupos así: el grupo 1 con un alto porcentaje en comparación con el grupo 2, este a su vez presenta el mismo porcentaje que el grupo 3, lo que permite concluir que la sincronización con PGF2 α no necesariamente aumenta las tasas de preñez (Amaya y Acero, 1992).

Detección del celo

Tras el uso de los tratamientos de sincronización, es muy importante chequear y confirmar que los animales entren o no en celo, por lo que este parámetro

es muy importante en nuestro medio ambiente porque, como se señaló anteriormente, estas técnicas permiten la detección natural de celos, un método utilizado en granjas sin alta tecnificación. No se encontraron reportes sobre métodos de detección de estros en la literatura colombiana hasta el momento de la elaboración de este documento.

Inseminación artificial

El aparato reproductivo de la hembra ovina presenta dificultades para la IA, relacionadas con la pared interna del cuello del útero, ya que esta posee una serie de crestas entre los anillos, lo que hace que el cuello uterino sea intransitable (Montaño, 2004). En un estudio en el que se pretende hacer IA usando semen congelado, en un grupo de hembras ovinas, por el método superficial o pericervical, se muestra que el porcentaje de preñez no logra niveles aceptables (Amaya y Acero, 1992).

Otro trabajo de investigación (Cortés López e Hidalgo Benítez, 2011) en el que se utilizó la técnica de inseminación por laparoscopia tuvo mejores resultados, ya que se garantizó la ubicación del semen en un sitio más adecuado para la fertilización. Este trabajo estableció un punto de referencia para el uso de laparoscopia en programas de reproducción asistida en el país. Para esto, hembras ovinas entre 2 y 5 años de edad, con más de 2 en la es-

cala de condición corporal (BCS), fueron seleccionadas; estas fueron sincronizadas con esponjas (50 mg de MAP) durante 12 días y la aplicación, un día antes de retirada la esponja, fue de 400 unidades de gonadotropina coriónica equina (eCG); para detectar celos, se utilizó un macho vasectomizado. Las ovejas fueron mantenidas sin agua ni alimento por 24 horas antes de la inseminación. El útero fue identificado a través de laparoscopia y fue inyectada la dosis de semen dentro de cada cuerno uterino; el semen fue descongelado a 37 °C por 30 segundos.

En el caso mencionado la eficiencia de la sincronización fue de 92,85 % y la tasa de preñez en ovejas inseminadas, de 77%, y se destaca que en ovejas inseminadas en estro fue de 83,3%. El celo se presentó $34,38 \pm 11,46$ horas después de removida la esponja; el intervalo entre la retirada de la esponja y la inseminación fue de $57,92 \pm 7,8$ horas y el tiempo entre la inseminación y el estro fue de $21,6 \pm 6,28$ horas. El diagnóstico de gestación por ultrasonido mostró tasas de preñez del 77%. Los resultados confirmaron la utilidad de la técnica de inseminación por laparoscopia y la sincronización y la detección de celo en programas de reproducción asistida en ovinos (Cortés López e Hidalgo Benítez, 2011).

Otro estudio mostró un ensayo comparativo entre IA por laparoscopia intra-

terina y el método pericervical usando semen congelado; un total de 48 hembras CC fueron sincronizadas y divididas en 2 grupos experimentales ($n = 24$). El protocolo de sincronización consistía en insertar una esponja intravaginal con 50 ml de MAP por un periodo de 14 días, luego una inyección intramuscular de eCG (250 IU) en el momento de la eliminación de la esponja. La inseminación fue realizada entre 44 a 54 horas después de la eliminación de la esponja.

En el grupo 1 se realizó una inseminación pericervical de las hembras, y el grupo 2 fue inseminado por laparoscopia intrauterina. Los rangos de fertilidad para el grupo 1 fueron: $23 \pm 14,4\%$ ($n = 22$); se encontraron diferencias significativas con el grupo 2, el cual mostró un valor promedio de $51,72 \pm 18,5\%$ ($n = 20$) ($p < 0,01$). Esto confirma que el método de inseminación por laparoscopia usando semen congelado es más efectivo (Rodríguez, 2004).

Preñez, nacimientos y fertilidad

Establecer parámetros que ayuden a identificar si la oveja en Colombia tiene rangos reproductivos adecuados e instaurar posibles diferencias entre razas importadas y criollas son aspectos de gran utilidad para el establecimiento de estrategias productivas en una explotación pecuaria. Por esto, con los registros

de 1389 hembras Black Face (BF), Manchada Paramuna (MP) y CC, se determinó la fertilidad, los nacimientos absolutos y relativos y los porcentajes de gemelos.

Adicionalmente, con excepción de la raza MP, se midió el peso del cordero al nacer junto con el peso al destete y la mortalidad asociada al destete. La fertilidad fue analizada en CC: 73,12%, MP: 72% y fue ligeramente menor en BF: 64,9%, lo que demuestra que esta última tiene menor grado de adaptación. La MP ha tenido altos niveles de fertilidad (72%), nacimiento (93,7% absoluto y 130% relativo) y gemelos (29%). Lo anterior indica que hay un relativamente alto nivel (20%-30%) de ovejas con servicios infértiles o embriones muertos. Con respecto a la CC, el tamaño es más pequeño (34 kg) que la BF (51,1 kg); mientras que el peso al nacimiento del cordero es de 3,8 kg en CC, es de 4,4 kg en BF. La CC tuvo el más alto rango de mortalidad hasta el destete (13%), probablemente por el bajo peso al nacer (Díaz y Grajalas, 1993).

Una posibilidad de incrementar la producción a futuro por hembra y por año es la práctica de un destete temprano, que eventualmente podría reducir el intervalo entre partos, con el fin de lograr al menos 3 nacimientos en 2 años, lo que incrementa los resultados económicos de las explotaciones. Por ello, durante un estudio se utilizaron hembras de las

razas RM y MP, a las cuales se les aplicó 3 técnicas de destete, a los 2, 3 y 4 meses de lactancia. Las hembras fueron alojadas con machos desde el día 45 de parto durante 4 periodos consecutivos, de 17 días cada uno; se detectaron celos, se midieron las concentraciones de P4 simultáneamente, así como se llevó a cabo la detección de preñez. A las hembras se les realizó un control de peso a los 2, 3, 4 y 5 meses, y se obtuvieron como resultado anestros posparto en un promedio de 12 semanas; el tipo de destete no afectó el tiempo de presentación de la primera ovulación y el celo o la frecuencia de las preñeces.

Se evidenció una diferencia significativa entre los corderos destetados a los 4 meses y otros que fueron destetados de forma más temprana; se demostró que en los animales del estudio sometidos a destete temprano, fue mayor el aumento de peso en la raza PM que en la RM, en el mismo periodo de tiempo (Heno de Brigard, 1988).

Aspectos relacionados con el macho

Los aspectos relacionados con el macho, definidos en esta revisión, están asociados con el comportamiento reproductivo asociado al macho, desde el desarrollo corporal hasta la calidad del semen, además el manejo del semen para la IA. La pubertad en los machos está asociada

con un aumento significativo en los niveles de testosterona, espermatogénesis y la conducta de apareamiento (Aisen, 2004).

La primera monta ocurre entre los 4 a los 6 meses de edad, cuando tienen un peso corporal entre el 40% al 60% del peso adulto; estas características están altamente influenciadas por la dieta, la raza y los factores ambientales (Grajales *et al.*, 2011). Un estudio buscaba determinar la pubertad en los corderos en el trópico alto colombiano de acuerdo con las características corporales, la calidad y la cantidad del eyaculado, en 32 animales de raza Mora Colombiana (MC), RM, CC y Hampshire (H).

Los criterios usados para definir la pubertad se refieren a algunas características mínimas del eyaculado: concentración superior a 150 millones de spz/ml, morfología superior al 50%, motilidad superior al 30% y la capacidad de inducir preñez en una hembra; el muestreo se llevó a cabo mensualmente durante 5 meses, y hasta el primer año de edad, el peso corporal y la circunferencia escrotal fueron medidos durante el mismo tiempo; el semen se colectó mediante electroeyaculación y se evaluaron sus características (volumen, morfología, motilidad, viabilidad y concentración); la concentración de testosterona fue determinada mediante la técnica de radioinmunoensayo (RIA).

La pubertad se presentó en RM a la edad de 33,5 semanas (31,2 kg de peso vivo y circunferencia escrotal de 23,8 cm); en MC a la edad de 30,5 semanas (29 kg de peso vivo y circunferencia escrotal de 22,9 cm); en CC a las 33 semanas (26,9 kg de peso vivo y circunferencia escrotal de 20,8 cm), y H a la edad de 28 semanas (29 kg de peso vivo y circunferencia escrotal de 23 cm). No hubo diferencias significativas en la edad de pubertad, pero sí en el peso vivo y en la circunferencia escrotal ($p < 0,05$). Con una fuerte relación entre el peso vivo y el volumen testicular y entre este último y las características del eyaculado, es necesario, para evaluar la pubertad, tener en cuenta el cuerpo y el desarrollo gonadal, en un rango entre 22,4 a 24,4; el 50% de la población del estudio presentó su pubertad dentro de ese rango (Avellana *et al.*, 2002).

Criopreservación de semen de macho ovino

La protección de los espermatozoides durante el proceso de criopreservación es logrado por la adición de crioprotectores al diluyente; el glicerol es utilizado con mayor frecuencia para la elaboración de diluyentes cuya concentración oscila entre el 3% y el 11%. Al respecto, no existen estudios concluyentes sobre el mejor diluyente y sus componentes, que usualmente son yema de huevo, leche o semillas de soya (Peña Joya

y Góngora Orjuela, 2014; Buitrago y Pérez, 2008).

En un estudio comparativo de 4 diferentes diluyentes usados para congelar semen en pajillas desarrolladas para IA pericervical se usaron: Tris (34,0%), Laiciphos (67,0%), Salamon (60,0%) y Hess (85,0%); el diluyente que mostró mejores resultados, manteniendo motilidad y morfología, es del tipo Hess, con motilidad del 65% y 68% de morfología espermática normal. La mejor forma de preservar el semen luego de la colecta fue a través de una curva de refrigeración lenta (0,5 °C por minuto), en equilibrio a 4 °C, por 3 horas para completar el balance. La mejor temperatura de congelamiento es de -130 °C, que muestra alta motilidad (47%) y un alto número de células normales (75%); también la morfología y la motilidad se presentaron a cero horas de incubación y a 37 °C como temperatura de descongelación (Amaya y Acero, 1992). Esto difiere en el estudio comparativo entre diluyentes de Salamon y Colas, en el que no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los 2 diluyentes (Buitrago y Pérez, 2008).

En otro estudio se evaluaron las características macroscópicas y microscópicas del semen ovino para determinar la fertilidad de un macho adulto por pruebas de reacción acrosómica con un agente capacitador del espermatozoide y también prue-

bas de comportamiento en procesos de ultracongelación y posterior descongelación. Estuvo diseñado para relacionar los porcentajes de fertilidad en los machos, evaluando la reacción de inducción del acrosoma por el uso de heparina glicosaminoglicano. El semen colectado por electroeyaculación de 23 machos fue mantenido en medio TALP e incubado por 6 horas a 39 °C con 5 µl de heparina. No hubo correlación entre las tasas de nacimientos y los porcentajes de reacción acrosomal inducida por heparina glicosaminoglicano. En este estudio fue notable una divergencia relacionada con las diferentes razas; se muestra una tasa de nacimientos del 84,4% en la raza criolla en comparación con otras razas como la Hampshire Down (81,9%) y Cheviot (75,7%) (Gómez y Cornejo, 1998).

Sobre este tema, desde el 2013, el laboratorio de genética y ganadería de la Universidad de los Llanos ha llevado a cabo un proyecto de investigación que pretende evaluar los efectos de 2 diluyentes en las características espermáticas en el macho criollo, utilizando citrato-fructosa y tris-glicina modificados por Aisen y Andrómeda en esperma de ovino crioconservado, y determinando el efecto en la concentración espermática y la motilidad como también la integridad de la membrana espermática y la integridad acrosomal. La muestra poblacional consiste en 5 machos adultos, mayores

de 2 años, con buena salud y en condición corporal entre 3 a 4 de la raza CC (Peña Joya y Góngora Orjuela, 2014).

Otros aspectos

Una serie de estudios sobre el uso de oviductos ovinos para el desarrollo de embriones bovinos han sido presentados durante los últimos años, esto como alternativa a la fertilización in vitro (Gómez, 2012; Nieto, 2011; Herrera y Jara, 2009). Investigaciones acerca del desarrollo placentario y embrionario en ovinos se han desarrollado en Colombia desde los años noventa para mostrar la importancia de las ovejas como modelo ideal dentro del grupo de los rumiantes (Rodríguez Márquez, 1996).

Diferentes tipos de estudios sobre problemas de salud reproductiva en ovinos han sido realizados, uno de ellos se refiere a la seroprevalencia de brucelosis en ovinos y caprinos en algunas áreas del país (Tique, Daza, Álvarez y Mattar, 2010).

Alotrasplantes

Se realizó un estudio desde marzo 2008 hasta febrero de 2010 para demostrar que la preñez puede ser lograda con técnicas reproductivas asistidas, el alotrasplante uterino fue realizado en 12 ovejas africanas que habían logrado la madurez sexual (Sudán y Etiopía). Todos

los animales fueron sometidos a trasplante uterino mediante una pequeña incisión por laparotomía con un dispositivo separador marca Mobius®. El grupo control de ovejas RM preñadas con útero trasplantado fue usado para comparar el desarrollo fetal, la evaluación histológica del útero y la placenta y las muestras de sangre de la descendencia de los receptores de trasplantes de útero.

Las mediciones del tamaño fetal obtenidas desde el primer ultrasonido y durante el tiempo de preñez fueron la longitud cráneo-caudal, el diámetro biparietal y la circunferencia abdominal; a los 4 meses del trasplante inicial, 5 a 12 aloinjertos uterinos fueron considerados candidatos para el procedimiento de transferencia embrionaria. Parece que el desarrollo embrionario y fetal puede ser obtenido en úteros alogénicos, lo que da lugar a nacimientos exitosos. Esta investigación se menciona por el uso en ovejas y por la importancia de los hallazgos en la implementación de soluciones para enfermedades reproductivas en los seres humanos (Ramírez y Ramírez, 2011).

Conclusiones

Es vital continuar investigando sobre la reproducción ovina con técnicas estructuradas; esto generará potencial para el desarrollo de la agricultura en el país. El conocimiento y la comprensión de la fisiología reproductiva en ovinos en Co-

lombia son esenciales para una adecuada implementación de la tecnología dentro de las granjas y los rebaños.

Los estudios de los aspectos relacionados con la preñez y la mortalidad embrionaria son escasos y se requiere una mayor investigación a futuro debido a la importancia de estos parámetros críticos en el desempeño productivo de una granja. Las técnicas de inseminación y criopreservación espermática se han extendido con el fin de garantizar mejoras en rebaños productivos y reproductivos, lo cual permite un mejor equilibrio en la cadena de producción ovina dentro del sector ganadero, que es importante en la economía de nuestro país.

A pesar de las limitaciones, los estudios citados en esta revisión evidencian, en su mayoría, un propósito científico establecido, el cual abre las puertas a nuevas investigaciones que serán útiles no solo para productores, sino también para impulsar el potencial académico e investigativo del país.

Referencias

- Aisen, E. (2004). *Reproducción ovina y caprina*. Buenos Aires: Intermédica.
- Amaya, A. y Acero C. (1992). *Congelación de semen e inseminación artificial en ovinos* (Tesis de grado). Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.

- Avellaneda, Y., Rodríguez, F., Grajales, H., Martínez, R. y Vásquez, R. (2002). *Determinación de la pubertad en corderos en el trópico alto colombiano por características corporales, calidad del eyaculado y valoración de testosterona* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Buitrago, J. y Pérez, L. M. (2008). *Comparación de dos diluyentes para la criopreservación de semen ovino* (Tesis de grado). Universidad de La Salle, Bogotá.
- Cortés López, H. A. e Hidalgo Benítez, J. P. (2011). Primer reporte en Colombia de resultados de inseminación artificial laparoscópica en ovinos usando semen congelado. *Revista de Ciencias Pecuarias*, 24 (3), 549.
- Díaz, F. y Grajales, H. (1993). *Fertilidad y características del ciclo estral de ovejas en el trópico alto colombiano*. II Seminario Centroamericano y del Caribe, San José, Costa Rica.
- Duque Chamorro, L. M. y Pulgarín Vergara, L. (2011). Evaluación reproductiva y productiva en un rebaño de ovejas (*Ovis orientalis aries*) en el municipio de Bello, Antioquia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24 (3).
- Farfan, J. A. y Forero, J. A. (2003). *Sincronización del celo con progestágenos a tiempo largo y/o corto en ovinos* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Gómez, C. (2012). *Comparación del cultivo de embriones bovinos en oviductos ovinos sobre la viabilidad de blastocistos posdescongelación* (Tesis de grado). Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.
- Gómez A. y Cornejo D. (1998). *Evaluación comparativa de la calidad y respuesta a la criopreservación del semen en la especie ovina* (Tesis de grado), Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.
- González, A., Grajales, H. A., Manrique, C. y Téllez, G. (2011). Gestión de la información en los sistemas de producción animal, una mirada al caso de la ovino-caprino cultura. *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 58 (III), 176-193.
- Grajales Lombana, H. y Ramírez, F. (1993). *Edad y peso a la pubertad y comportamiento reproductivo en ovejas mestizas y criollas en trópico alto colombiano* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Grajales, H., Moreno, D. y Cárdenas, E. (2011). *Guía técnica de producción ovina y caprina: aspectos de manejo y control nutricional y alimenticio*. Bogotá: Corpoica.
- Henao de Brigard, A. (1988). *Efecto del destete precoz sobre el comportamiento reproductivo en ovinos* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Herrera, L. V. y Jara, O. O. (2009). *Comparación de dos suplementos para maduración de ovocitos ovinos in vitro* (Tesis de grado). Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.
- Jiménez, C. (2003). *Fisiología del ciclo estral y técnicas de sincronización e inducción del celo en ovinos y caprinos*. I Seminario

- Internacional en Reproducción y Biotecnologías Reproductivas en Pequeños Rumiantes, Bogotá, Colombia.
- López, C. A. (1991). *Sistemas de producción pecuaria en Colombia*. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Subgerencia de Transferencia de Tecnología Agropecuaria.
- Mayor, G. y Portilla, C. (2005). *Evaluación de los protocolos de control sanitario establecidos por la i.e.t.s en transferencia de embriones ovinos infectados con Mycobacterium avium paratuberculosis* (Tesis de grado). Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Observatorio de Agro cadenas Colombianas. (2006). *Diagnóstico de la cadena de ovinos y caprinos en Colombia*. Bogotá: Autor.
- Montaño C. (2004). *Ciclo estral y control reproductivo en pequeños rumiantes* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Narváez, W. V. y Uribe, L. F. (2005). Respuestas endocrinas en ovejas durante la fase luteal del ciclo estral utilizando diferentes protocolos de sincronización. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 18 (4).
- Nieto, C. (2011). *Evaluación de la influencia del periodo estral de oviductos ovinos usados en el cultivo in vivo, en la calidad de los embriones bovinos* (Tesis de grado). Universidad de La Salle, Bogotá.
- Osorio, M. y López, A. M. (1993). *Evaluación de parámetros productivos y reproductivos en los cruces de cuatro razas ovinas* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Pastrana, R. (2000). *Perspectivas del mercado caprino y ovino en Colombia*. Bogotá: Villegas.
- Peña Joya, L. y Góngora Orjuela, A. (2014). *Evaluación de tres diluyentes para la criopreservación de semen de ovinos criollos*. Proyecto de investigación Grupo de Biotecnología y Genética, Universidad de los Llanos, Colombia.
- Ramírez, E. y Ramírez, D. (2011). Pregnancy and outcome of uterine allotransplantation and assisted reproduction in sheep. *Journal of Minimally Invasive Gynecology*, 18 (2), 238-245.
- Rodríguez, O. (2004). *Evaluación de dos metodologías de inseminación artificial utilizando semen congelado con un tratamiento para la sincronización de celo en ovinos de la raza Criolla Colombiana* (Tesis de grado). Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.
- Rodríguez Márquez, J. M. (1996). *Mortalidad embrionaria y morfofisiología de la implantación en la oveja en condiciones de competencia intrauterina* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Sociedad Internacional de Transferencia de Embriones. (1992). Conclusiones de la Sociedad Internacional de Transferencia de Embriones (IETS) (comités de importación/exportación subcomisión de investigaciones). *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties*, 11 (3), 941-942.

- Souza, M. I. L. (2008). Secreção de esteróides ovarianos, em ovelhas mestiças de raças exploradas para corte, em distintos momentos reprodutivos, no estado de São Paulo. *Ciência Animal Brasileira*, 9 (4), 1107-1113.
- Souza, M. I. L., Uribe-Velásquez, L. F., De Amorin, A., Oba, E. (2006). Níveis plasmáticos de colesterol total, lipoproteínas de alta densidad (HDL) e cortisol, e sua biorrimicidades em carneiros Ideal-Polwarth. *Ciência Animal Brasileira*, 7 (4), 433-438.
- Suárez Rodríguez, R. (1993). *Edad y peso a la pubertad y comportamiento reproductivo en ovejas mestizas y criollas* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Tique, V., Daza, E., Álvarez, J. y Mattar, S. (2010) Seroprevalencia de *Brucella abortus* y ocurrencia de *Brucella melitensis* en caprinos y ovinas de Cesar y Sucre. *Revista U. D. C. A. Actualidad & Divulgación Científica*, 13 (2), 133-139.
- Uribe-Velásquez, L. F., Correa-Orozco, A. y Osorio, J. H. (2011). Características del crecimiento folicular ovárico durante el ciclo estral en ovejas. *Revista de Medicina Veterinaria*, 22.
- Uribe-Velásquez, L. F., Oba, E., Lenz Souza, M. I. (2007). Respuesta endocrina y ovárica a la sincronización del estro y de la ovulación utilizando CIDR y eCG en ovejas. *Revista de Veterinaria y Zootecnia*, 1 (1), 9-17.
- Uribe-Velásquez, L. F., Oba, E. y Souza, M. I. L. (2008). Efeitos da progesterona exógena sobre o desenvolvimento folicular em ovelhas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 60 (1), 58-65.
- Uribe-Velásquez, L. F., Restrepo-Cadavid, R. y Osorio, J. H. (2010). Cambios en la secreción de los esteroides ováricos y de la hormona luteinizante durante el ciclo estral en la oveja: una revisión. *Biosalud*, 9 (1).
- Uribe-Velásquez, L. F., Oba, E., Lenz Souza, M. I., Vélez, M. y Correa Orozco, A. (2010). Desarrollo folicular en ovejas durante el ciclo estral natural e inducido con prostaglandias. *Revista Científica, FCV-LUZ*, XX (4), 417-421.
- Uribe-Velásquez, L. F., Oba, E., Lara-Herrera, L. C., Lenz Souza, M. I., Villa-Velásquez, H. et al. (2002). Respostas endócrinas e ovarianas associadas com o folículo dominante da primeira onda folicular em ovelhas sincronizadas com CIDR ou PGF2a. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31 (2), 944-953.
- Vejarano, O. A. (1993). *Cuantificación de líneas celulares de defensa en sangre y endometrio y su relación con niveles séricos de progesterona durante el ciclo estral en ovejas* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

