

DETERMINACIÓN DE LA PUBERTAD EN CORDEROS DEL TRÓPICO ALTO COLOMBIANO POR CARACTERÍSTICAS CORPORALES, CALIDAD DEL EYACULADO Y VALORACIÓN DE TESTOSTERONA

Avellaneda Y¹; Rodríguez F¹; Grajales H²; Martínez R³ y Vásquez R³

**Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia.
Departamento de Ciencias para la Producción Animal.**

RESUMEN

Treinta y dos corderos de 4 razas (8/raza), entre los 5 y 14 meses de edad fueron usados para caracterizar la pubertad. La primera aparición de espermatozoides en el eyaculado ocurrió a las 26.5, 26.0, 27.5 y 25.0 semanas de edad cuando los corderos alcanzaron un peso corporal de 28.3, 27.2, 24.7 y 27.2 kg, y una circunferencia escrotal de 22.4, 22.8, 19.4 y 22.9 cm para las razas Mora Colombiana, Romney Marsh, Criolla y Hampshire, respectivamente. La pubertad fue definida a las 36 semanas de edad, cuando el eyaculado alcanzó una concentración espermática $>1500 \times 10^6$ Spzs/ml, y $>60\%$ en las demás características del eyaculado. No se encontraron diferencias significativas en la edad a la pubertad entre razas, pero sí hubo diferencias significativas en el peso corporal y la circunferencia escrotal ($P < 0.05$). La segunda elevación de los niveles de testosterona, a la semana 32 de edad (0.78ng/ml), coincide con la pubertad.

Palabras claves: circunferencia escrotal, características de eyaculado, ovinos, peso corporal, pubertad.

PUBERTY DETERMINATION OF COLOMBIAN HIGH TROPIC RAMS BY BODY CHARACTERISTICS, EJACULATE QUALITY AND TESTOSTERONE VALORATION

Avellaneda Y¹; Rodríguez F¹; Grajales H²; Martínez R³ y Vásquez R³

**Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia.
Departamento de Ciencias para la Producción Animal.**

¹ Zootecnistas. Universidad Nacional de Colombia.

² Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá Colombia. hagrajales@unal.edu.co

³ Investigadores Programa Recursos Genéticos. Corpoica.

ABSTRACT

Thirty-two lambs (8/breed) were used for puberty determination in 4 breeds, between 5 to 14 months old. The first appearance of spermatozoa in the ejaculate occurred at weeks 26.5, 26.0, 27.5, and 25 of age when the lambs had attained a body weight of 28.3, 27.2, 24.7 and 27.2 Kg, and a scrotal circumference of 22.4, 22.8, 19.4 and 22.9 cm for Mora Colombian, Romney Marsh, Criolla and Hampshire breeds, respectively. Puberty was defined at 36 weeks, when ejaculate reached: sperm concentration $>1500 \times 10^6$ Spzs/ml, and $>60\%$ for sperm traits remaining. There were no significant differences in the age at puberty between breeds, but there were significant differences in body weight and scrotal circumference ($P<0.05$). The second elevation of testosterone levels at 32 weeks of age (0.78 ng/ml), coincides with the attainment of puberty.

Key Words: Scrotal circumference, ejaculate traits, ovines, body weight, puberty

INTRODUCCIÓN

Las características seminales en corderos jóvenes han sido estudiadas y se reportan diferencias significativas entre razas (Louda y col., 1981 y Chemirau, 1989; Alexopoulos y col., 1991; Daza, 1997), entre corderos sometidos a diferentes regímenes alimenticios (Bielli y col., 2000), entre animales criados bajo diferentes esquemas de manejo: presentación de hembras en celo, mantenimiento en grupos mixtos, reunión con machos adultos que recientemente han montado hembras y tamaño del grupo de crianza (Zenchak y Anderson, 1980; Casteilla y col 1987; Price y col., 1991; Daza, 1997), entre corderos jóvenes seleccionados por la tasa diaria de ganancia de peso y entre animales evaluados en diferentes épocas del año (Howles y col., 1980; Lindsay, 1984; Pijoan y col., 1987; Mac Donald y Pineda, 1991). Sin embargo, este último criterio no se considera

relevante en el trópico, pues la variación lumínica es mínima (ausencia de estaciones) a través del año.

En el cordero se observa, de los 5 a los 12 meses de edad un aumento en el diámetro testicular, en el volumen del semen, en la concentración de espermatozoides por eyaculado y una reducción de las anormalidades espermáticas primarias y secundarias (Louda y col., 1981; Yarney y col., 1990; Ley y col., 1990; Alexopoulos y col., 1991; Daza, 1997).

Generalmente, los machos de la mayoría de las especies adquieren características del comportamiento reproductivo (monta y erección) antes de adquirir la habilidad para producir y eyacular espermatozoides. Esta característica es fácil de determinar al observar la monta y erección del pene (Senzer, 1999).

Como el proceso de eyaculación es complejo y requiere un desarrollo coordinado de nervios, músculos específicos y expulsión de fluidos seminales de las glándulas accesorias, cuando el desarrollo de todos estos componentes ocurre la eyaculación puede tomar lugar. Generalmente la habilidad para obtener un eyaculado óptimo precede a la habilidad para producir suficientes espermatozoides que aseguren una preñez (Senzer, 1999).

En general, ellos reflejan las características mínimas seminales requeridas para asegurar la preñez siguiente a la copula. Desde el punto de vista práctico este es el criterio más válido de pubertad donde se define ésta por la habilidad del macho para proveer una alta cantidad y calidad de espermatozoides para llevar a cabo una fertilización exitosa (Senzer, 1990 y Gallego y col., 1994).

Varios estudios han indicado que un aumento en el tamaño testicular también genera un incremento en el número de espermatozoides, mejorando la calidad del semen. Por lo cual la evaluación de la circunferencia escrotal es un criterio importante para la valoración reproductiva de un macho ovino (Celis, 1987; Madani y col., 1989; Ley y col., 1990; Ruttle y Southward, 1997) al igual que en machos cabríos (Pérez y Mateos, 1993) y en toros (Smith y Brinks, 1989; Martínez, 1993; Vargas y col., 1998).

El crecimiento de los testículos (animal en crecimiento), está altamente ligado al

desarrollo corporal del animal y se ve afectado por este mismo en la medida en que otros factores afecten la ganancia o pérdida de peso (Smith y Brink, 1989; Ley y col., 1990a; Yarney y col., 1990; Pérez y Mateos, 1993).

La producción de testosterona por el testículo está ligada por la evolución que éste sufre desde el nacimiento. Durante el desarrollo testicular el inicio de secreción de testosterona precede al comienzo de la espermatogénesis. En los machos cabríos se observan dos picos de testosterona posnatal, uno a los 2-3 meses de edad y otro a los 6 meses de edad; la segunda elevación de los niveles de testosterona coincide con la pubertad. Estos resultados han conducido a algunos autores a usar los niveles de secreción de testosterona como un índice para determinar el desarrollo puberal (Ozsar y col., 1990).

Aunque no es un parámetro constante se ha observado que la pubertad se manifiesta en los machos ovinos cuando alcanzan del 40 al 60 % del peso adulto (Dunn 1955 citado por Pijoan y col., 1987 y Servicio de Extensión de la Universidad del Estado de Dakota del Norte, 1996). Generalmente, la pubertad aparece en el cordero cuando consigue el 35 al 40% del peso adulto (Daza., 1997).

El objetivo fundamental del presente trabajo fue seguir la evolución de características corporales (peso vivo y alzada), testiculares (circunferencia escrotal), del eyaculado (volumen, morfología, motilidad, viabilidad y concentración espermática) y hormonales (testosterona) en corderos de las razas Mora Colombiana, Romney Marsh, Criolla y Hampshire de los 5 a los 14 meses de edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigación San Jorge, ubicado en el municipio de Soacha (Cundinamarca - Colombia), entre 2800 y 3100 m.s.n.m., con temperatura promedio de 13°C y precipitación anual de 769 mm.

Animales

Se evaluó el comportamiento de las 4 razas ovinas, Criolla, Hampshire, Mora Colombiana y Romney Marsh de las cuales se seleccionaron 8 corderos al azar de cada raza, para un total de 32 individuos experimentales. Los corderos fueron mantenidos bajo condiciones de pastoreo rotacional en praderas compuestas principalmente de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) con proporciones variables de Falsa poa (*Holcus lanatus*), Oloroso (*Anthoxantum odoratum*) y Trébol blanco (*Trifolium repens*), y con disponibilidad de sal mineralizada y agua *ad libitum*. Los animales fueron destetados a los tres meses de edad y se mantuvieron en un grupo mixto hasta los seis meses de edad, momento en el cual son separados de las hembras y mantenidos en un grupo contemporáneo hasta los ocho meses de edad cuando fueron llevados junto con el grupo de machos adultos para permanecer allí en forma continua.

Periodo muestral

La toma de muestras se llevó a cabo entre los meses de Julio (2000) y Abril (2001), coincidiendo con la época de postdestete, nueva temporada de partos, y temporada de apareamientos (septiembre), que se maneja en la explotación en estudio. Los animales que se evaluaron en el experimento provienen de los nacimientos presentados entre los meses de Febrero y Marzo del 2000.

Medida corporal y testicular

Los corderos fueron pesados mensualmente (báscula con capacidad de 500 Kg.) y medida su alzada (cinta métrica de la cruz a la parte craneal del casco en las extremidades anteriores). Se midió la circunferencia escrotal colocando los testículos en el fondo del escroto, de tal forma que con una cinta métrica (metálica) localizada en la media testicular se pudo llevar a cabo la lectura de la medida.

Recolección y evaluación de las muestras

El semen fue recolectado por estimulación eléctrica, usando un electroeyaculador para pequeños rumiantes con un electrodo bipolar de 0 a 15 voltios.

El **volumen** de eyaculado se determinó directamente, luego de la toma, en el tubo recolector aforado en mililitros (ml). La **concentración** espermática (millones de spz/ml) se estableció mediante conteo en la cámara de Newbauer (hemocitómetro). La **motilidad** espermática (% células vivas en movimiento progresivo) se estimó visualmente bajo varios campos del microscopio óptico y en un rango de 0-100%. La **morfología** espermática (% espermatozoides normales) se lleva a cabo por microscopía óptica con ayuda de la tinción de Eosina-Nigrosina; las anomalías encontradas se clasificaron según la ubicación de la misma en anomalías de cabeza, parte media y cola. La **viabilidad** espermática (% células vivas) se realizó con microscopía óptica y al igual que la morfología se utilizó la tinción de Eosina-Nigrosina. (Asociación Americana Ovina, 1997).

La variable concentración de testosterona se evaluó en el intervalo de 5 a 12 meses, de acuerdo a lo establecido en el proyecto inicial, en tanto que las variables morfométricas y del eyaculado se valoraron hasta los 14 meses por disponibilidad de tiempo y materiales.

La muestra de sangre se obtuvo de cada cordero en los periodos muestrales a través de punción en la vena yugular, recolectándose de la misma aproximadamente 7-8 ml; posteriormente por decantación se recolectó el suero, que fue congelado en tubos sellados esperando la colección de todas las muestras para correr la prueba por medio de radioinmunoanálisis.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico de carácter descriptivo (promedios, desviaciones estándar, coeficientes de variación) para las variables en cada raza. Se realizaron análisis de varianza para las medidas de cada raza en las diferentes características agrupando los datos bajo el esquema de medidas repetidas en el tiempo donde los efectos fijos eran representados por la raza y los respectivos muestreos y el efecto aleatorio por el animal.

Los datos se procesaron por medio del programa SAS (Sistema de Análisis Estadístico), tanto para la estadística descriptiva, como para los análisis de varianza.

RESULTADOS

Peso Vivo: El peso promedio inicial de los corderos (20 semanas de edad) fue de 23.31+/-3.77kg., presentándose un incremento significativo ($P<0.05$) de las 20-24 semanas de edad, seguido de un periodo (24-40 semanas de edad) donde las diferencias significativas se observaron cada dos meses, terminando con un último periodo de crecimiento corporal significativo ($P<0.05$) de la semana 40-48 de edad con 39.4+/-4.72 kg.

La curva de peso corporal fue igual para las diferentes razas, excepto para la raza criolla que presentó valores menores de la semana 28 a 44 de edad lo que hace que existan diferencias significativas entre razas ($p<0.05$). (Fig. 1).

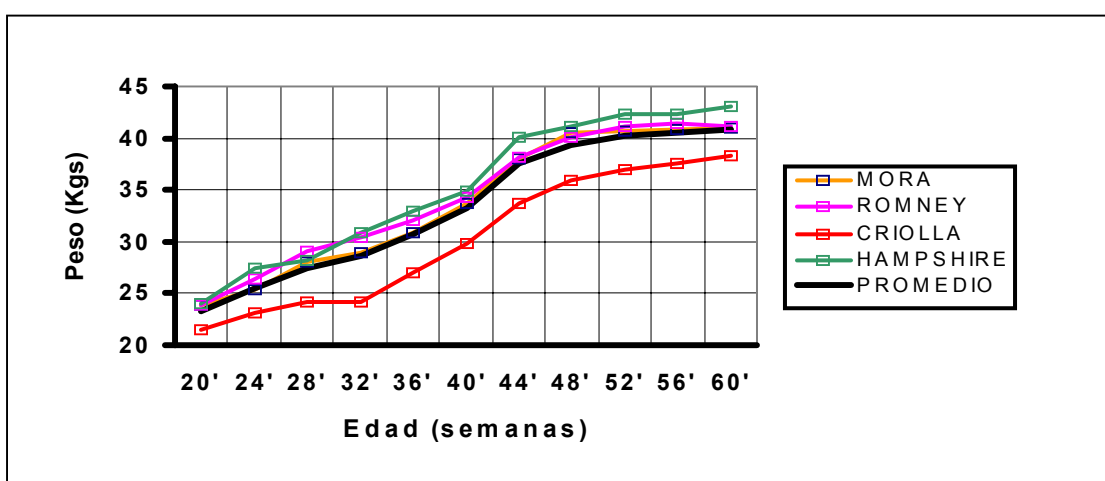


Figura 1. Variación del peso corporal en corderos machos de las razas Mora C., Romney Marsh, Criolla y Hampshire.

La correlación para toda la población de machos utilizados entre el peso vivo y la edad fue de 0.78 ($P<0.001$) y la ecuación de regresión encontrada para toda la población fue:

$$\text{Peso Vivo} = -5.491 + 0.211 (\text{Edad, semanas}) + 0.48 (\text{Alzada, cm}). R^2 = 69.66$$

Alzada: La alzada a nivel general evoluciona, se incrementó significativamente ($P < 0.05$) desde las 20 semanas de edad, donde el promedio fue de 49.5 ± 3.46 cm, hasta las 48 semanas de edad con un promedio de 69.25 ± 4.31 cm, sin variaciones significativas desde este momento. Las diferentes razas analizadas presentaron una tendencia similar a la curva promedio como se aprecia en la figura 2, pero la raza Hampshire presentó valores significativamente menores a partir de la semana 32 de edad.

El coeficiente de correlación para toda la población entre la alzada, la edad y el peso fue significativamente alto ($P < 0.001$), con la edad (0.84) y con el peso (0.81).

Circunferencia Escrotal: El promedio de la circunferencia escrotal para toda la población de ovinos a las 20 semanas de edad fue de 18.59 ± 3.68 cm, con un aumento significativo ($P < 0.05$) hasta la semana 24, luego de la semana 24 a 52 de edad se observaron diferencias significativas cada dos meses, obteniéndose un valor final de 26.4 ± 2.64 cm. Las curvas de evolución de la circunferencia escrotal para cada raza se presentan en la figura 3, donde se observa para las diferentes razas una tendencia similar al promedio general para todos los individuos evaluados durante el periodo, siendo las razas criolla (de la semana 28 a 60 de edad) y la raza Mora Colombiana (de la semana 52 a 60 de edad) las que presentan los menores valores promedio.

Los valores de correlación de la circunferencia escrotal con las demás características son significativamente altas: con edad 0.71, con peso 0.80 y con alzada 0.70, ($P < 0.001$).

La evolución de la circunferencia escrotal puede ser descrita por la siguiente ecuación:

$$\text{Circunferencia Escrotal} = 10.38 + 0.07 (\text{Edad, semanas}) + 0.32 (\text{Peso vivo, Kg.}).$$
$$R^2 = 67.24$$

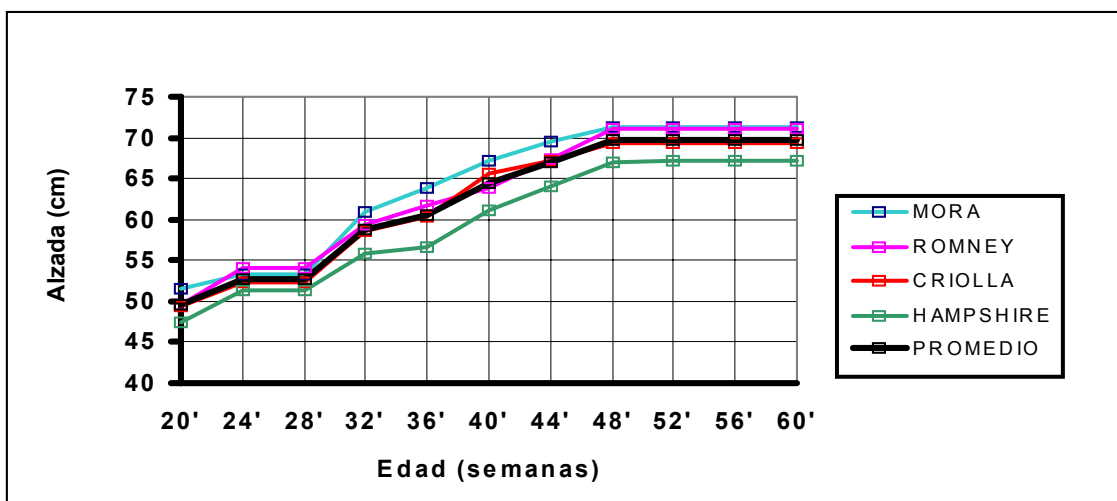


Figura 2. Variación de la Alzada en corderos machos de las razas Mora C., Romney Marsh, Criolla y Hampshire.

Para determinar si las diferencias entre razas para la circunferencia escrotal son originadas por el bajo peso de los animales, dada la alta correlación existente entre peso vivo y circunferencia escrotal, o porque efectivamente se presentan diferencias raciales en torno a esta característica, se realizó la división entre la circunferencia escrotal y el peso vivo del animal y se comparó este cociente entre las diferentes razas lo que arrojó los siguientes resultados (tabla 1).

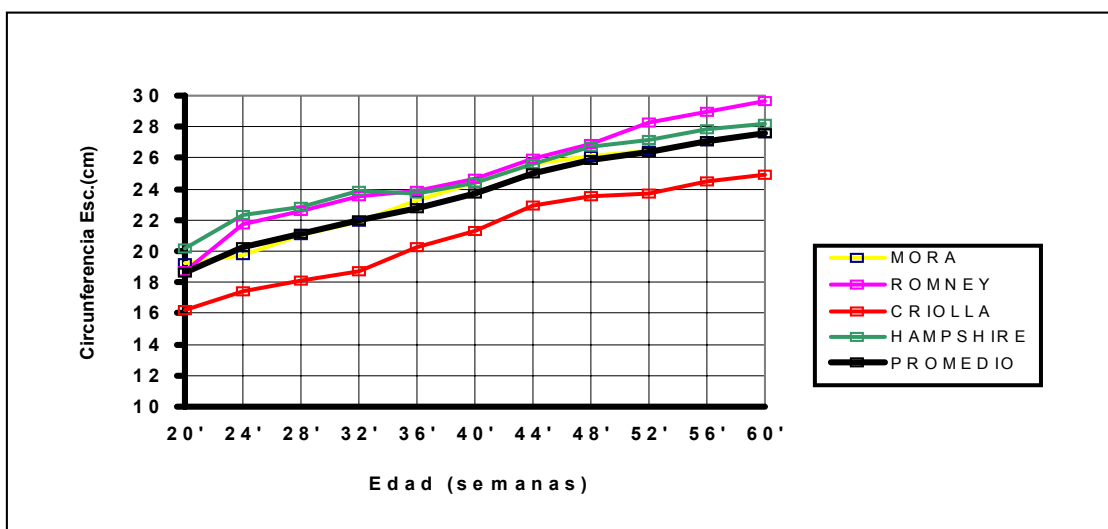


Figura 3. Variación de la circunferencia escrotal en corderos machos de las razas Mora C., Romney Marsh, Criolla y Hampshire.

Volumen de Eyaculado: A la edad de 20 semanas, el volumen seminal recolectado fue de 0.203 \pm 0.40 ml con una evolución lenta hasta las 32 semanas de edad y un aumento significativo ($P<0.05$) hasta las 44 semanas de edad, con un valor de 1.134 \pm 0.43 ml, el cual se mantiene hasta la semana 60 de edad. Figura 4.

Se presentó una alta correlación entre el volumen de eyaculado y las variables peso (0.72, $P<0.001$) y circunferencia escrotal (0.66, $P<0.001$). (Anexo 1)

La variable volumen seminal en función de la circunferencia escrotal puede ser predicha por la siguiente ecuación de regresión:

$$\text{Vol. Seminal} = -1.261 + 0.091(\text{Circunferencia Escrotal, cm}). R^2 = 51.87$$

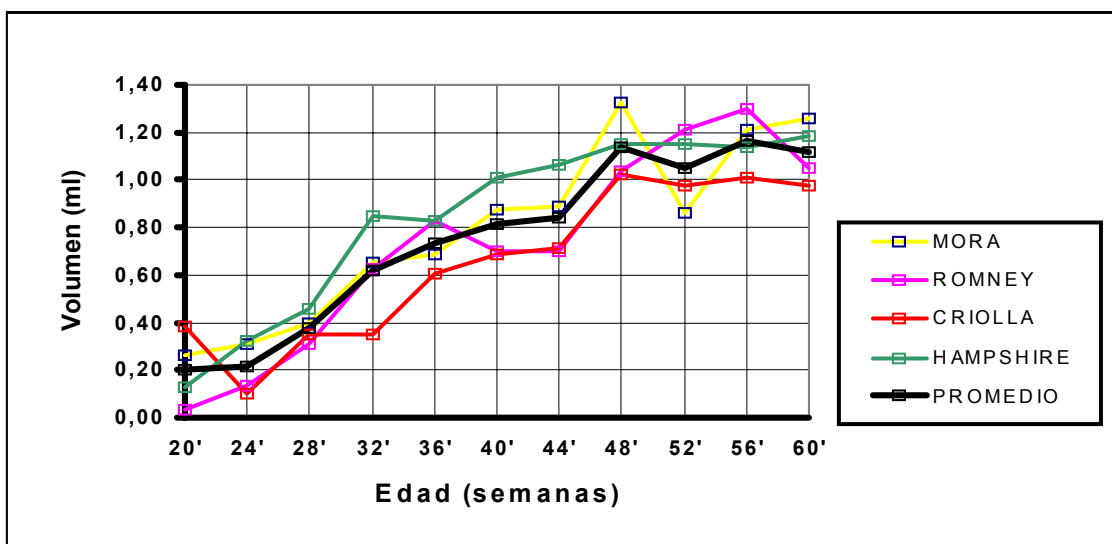


Figura 4. Variación del volumen seminal en corderos machos de las razas: Mora Colombiana, Romney Marsh, Criolla y Hampshire.

Morfología Espermática: La evolución de la morfología espermática para las diferentes razas a partir de los 5 meses de edad se observa en la figura 5, donde la curva de tendencia promedio es similar para las 4 razas, presentándose solamente en la semana 28 de edad diferencias significativas ($P<0.05$) entre razas. La raza Criolla a nivel general difiere significativamente ($p<0.05$) de las otras razas con un menor valor promedio de espermatozoides normales en el periodo de los 5 a los 14 meses de edad.

En el eyaculado obtenido a los 5 meses de edad se observó un bajo porcentaje

de espermatozoides normales (11.09 +/- 18.19%) con incremento significativo ($p < 0.05$) hasta las 44 semanas de edad de 82.46 +/- 13.78 %, valor que no difiere con el encontrado al final del trabajo.

Tabla 1. Diferencias entre razas para el cociente circunferencia escrotal / peso.

RAZA	COCIENTE
MORA	0.722 ab
ROMNEY M.	0.741 a
CRIOLLA	0.709 b
HAMPSHIRE	0.744 a

Valores con diferente letra indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

A nivel racial las características más correlacionadas con la morfología espermática son la circunferencia escrotal (0.83 raza Mora Colombiana y 0.85 raza Criolla) y la edad (0.85 raza Romney Marsh y 0.76 raza Hampshire), pero para toda la población es la variable peso la que tiene un mayor efecto sobre la morfología espermática (0.78, $p < 0.001$).

Se determinó una ecuación de predicción para la variable morfología, donde se muestra la participación de las variables morfométricas, así como los parámetros encontrados para toda la población en general:

$$\text{Morfología Espermática} = -89.43 + 0.63 (\text{edad, semanas}) + 0.83 (\text{peso vivo Kg.}) + 2.84 (\text{circunferencia escrotal, cm}) + 0.51 (\text{alzada, cm}). R^2 = 71.43$$

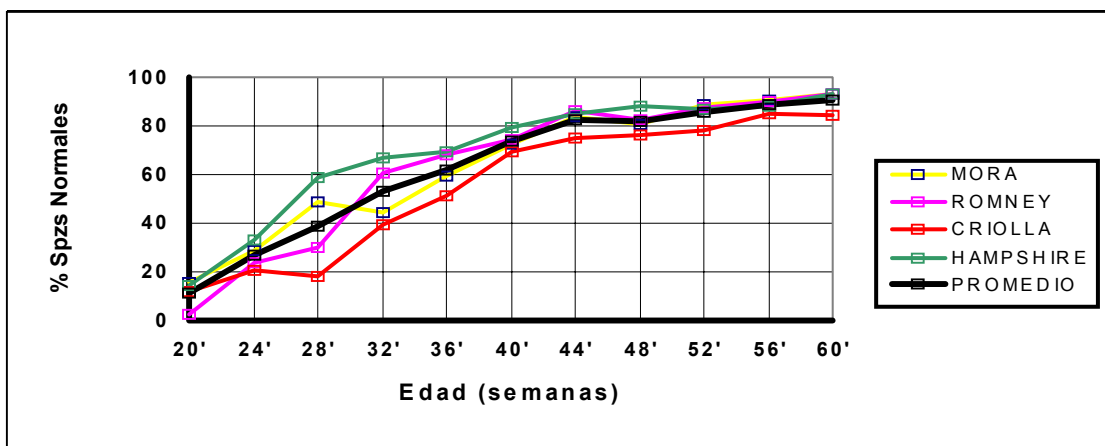


Figura 5. Variación de la morfología espermática en corderos machos de las razas: Mora C., Romney Marsh, Criolla y Hampshire.

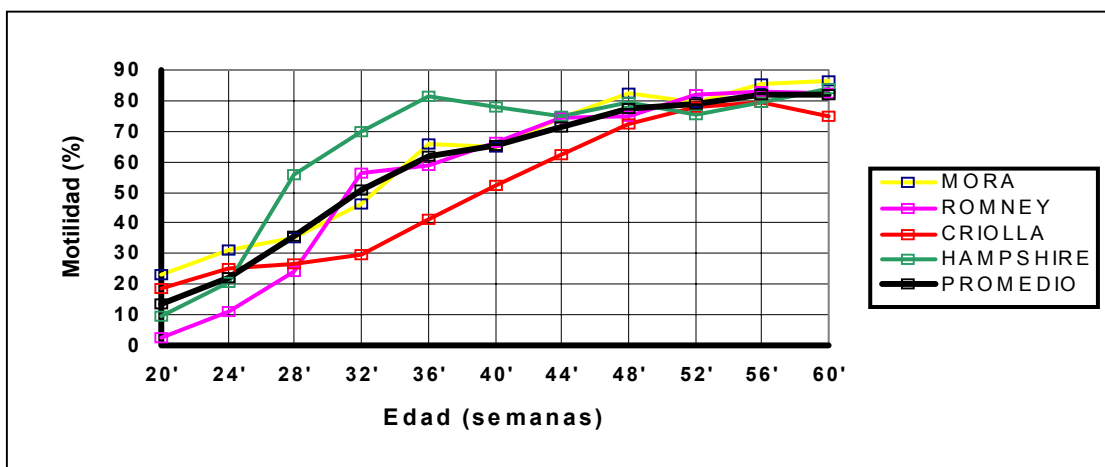


Figura 6. Variación de la Motilidad espermática en corderos machos de las razas: Mora C., Romney Marsh, Criolla y Hampshire.

Motilidad: En los primeros eyaculados obtenidos, el porcentaje de motilidad fue de $13.43 \pm 25.22\%$ en los corderos evaluados, valor que aumenta significativamente ($P < 0.05$) hasta la semana 36 de edad y luego en una proporción menor de la semana 36 a 44 de edad, en donde se alcanzó un valor de $71.56 \pm 15.83\%$, que no se diferencia significativamente del observado en la semana 60 de edad.

En la figura 6, se observa como la raza Hampshire alcanza valores superiores al 70% de motilidad en la semana 32 de edad, valor que no difiere al encontrado al

final del estudio. Para las otras razas entre la semana 36 y 40 de edad se alcanzan valores mayores al 50% de motilidad.

La raza Hampshire reporta a través de todo el estudio mayores valores de motilidad, seguida de la raza Mora y Romney Marsh, las que a su vez difieren significativamente ($P<0.05$) de la raza Criolla, especialmente en el intervalo de las 32 a las 40 semanas de edad.

A nivel general la motilidad espermática se encuentra más estrechamente correlacionada con la circunferencia escrotal (0.73, $P<0.001$) y con el peso vivo (0.74, $P<0.001$), que con la edad. La correlación entre la motilidad y la morfología espermática es de 0.91 ($P<0.001$).

La ecuación de regresión para la variable motilidad espermática a nivel de toda la población experimental se puede observar a continuación:

Motilidad Espermática = $-86.39 + 0.36$ (Edad, semanas) + 1.06 (Peso vivo) + 2.73 (Circunferencia Escrotal) + 0.47 (Alzada). $R^2 = 62.8$.

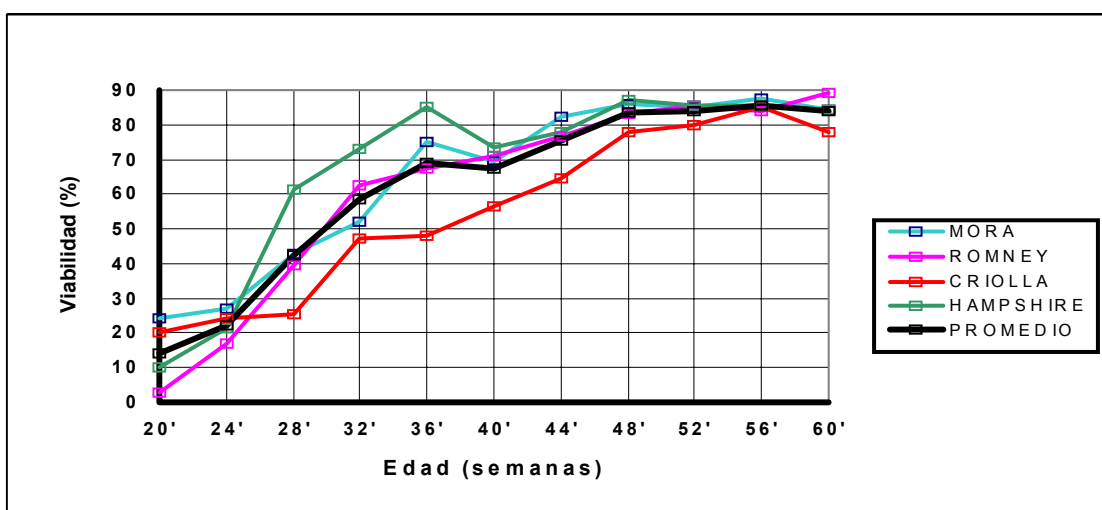


Figura 7. Variación de la Viabilidad espermática en corderos machos de las razas: Mora C., Romney Marsh, Criolla y Hampshire.

Viabilidad: La viabilidad seminal evolucionó significativamente de la semana 20 a la 32 de edad ($14.26 \pm 25.31\%$), para luego aumentar hasta la semana 44 de edad y mantenerse así hasta el final de la evaluación (semana 60 de edad) de

75.47+/-18.13%. La evolución de la viabilidad espermática para las diferentes razas de la semana 20 hasta la 60 de edad se puede observar en la figura 7.

La raza Hampshire alcanzó valores superiores al 70% de viabilidad en la semana 32 de edad, que no difiere al encontrado al final del estudio, por otro lado la raza Criolla a la semana 44 de edad alcanza valores cercanos al 60% de viabilidad por lo cual la curva descriptiva de su evolución es inferior a la de las otras razas, pero con igual tendencia. Las razas Mora Colombiana y Romney Marsh evolucionaron en forma similar, alcanzando valores cercanos al 70% de viabilidad en la semana 40 de edad y manteniéndose así hasta el final de los muestreos.

La raza Criolla a nivel general difiere significativamente ($P<0.05$) frente a las otras razas, en las que pese a que la raza Hampshire presenta los mayores valores promedio estos no son significativamente diferentes comparados con los observados en las otras razas.

La viabilidad muestra una alta correlación con la circunferencia escrotal (0.72, $P<0.001$), con la edad de los corderos (0.72, $P<0.001$) y con el peso corporal (0.71, $P<0.001$), y se relaciona estrechamente con la morfología espermática (coeficiente de correlación 0.89, $P<0.001$).

A continuación se puede observar la ecuación de regresión que permite predecir el comportamiento de la variable viabilidad espermática a nivel de toda la población en un intervalo determinado.

Viabilidad Espermática = $-216.3 + 0.15 (\text{edad, semanas}) - 0.05 (\text{edad, semanas})^2 + 6.35 (\text{peso vivo}) - 0.07 (\text{peso vivo})^2 + 1.86 (\text{circunferencia escrotal})$.

$R^2 = 71.6$

Concentración Espermática: El promedio de concentración espermática para toda la población muestral a las 20 semanas de edad fue de $277.8 \pm 650.8 \times 10^6$ Spz/ml, manteniéndose a partir de la semana 56 de edad una concentración promedio de $2408.75 \pm 561.9 \times 10^6$ spz/ml, (Figura 8).

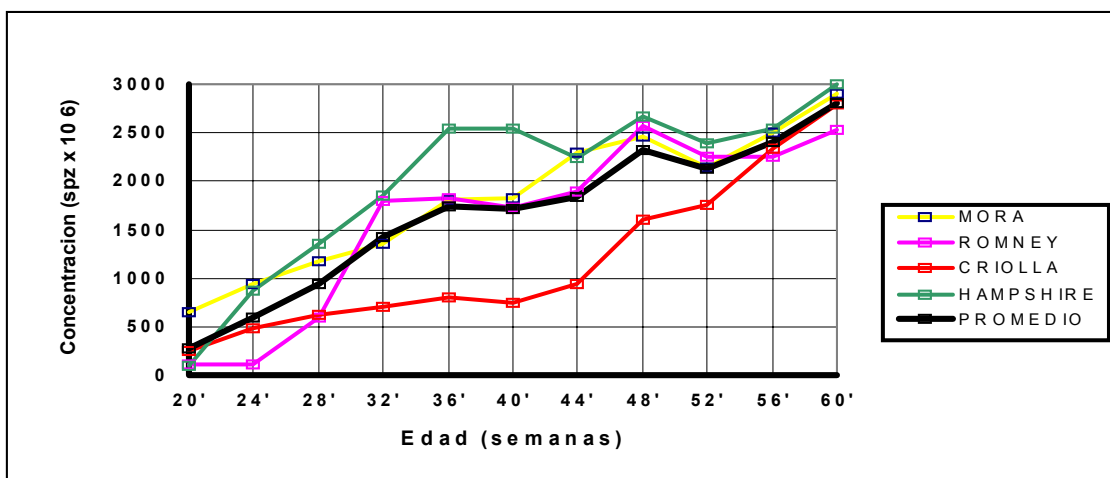


Figura 8. Variación de la Concentración espermática en corderos machos de las razas: Mora C., Romney Marsh, Criolla y Hampshire.

A nivel general la raza Hampshire presenta valores significativamente mayores de concentración espermática frente a la raza Mora colombiana y Romney Marsh y éstas a su vez presentan valores significativamente más altos ($P < 0.05$) que la raza Criolla.

La correlación de la concentración espermática en los corderos jóvenes muestran una mayor influencia en los valores de la circunferencia escrotal (0.66, $P < 0.001$) y la edad (0.60, $P < 0.001$), (Anexo 1).

La variable concentración espermática puede ser predicha por la ecuación de regresión en función de la edad, peso vivo, peso vivo² y circunferencia escrotal.

Concentración Espermática = $-460.6 + 1.26 (\text{edad, semanas}) + 0.13 (\text{peso vivo}) - 0.27 (\text{peso vivo})^2 + 24.42 (\text{circunferencia escrotal})$. $R^2 = 50.41$.

Testosterona A la semana 20 de edad, el conjunto de machos muestreados, presentó un valor promedio de concentración de testosterona de 0.448 ng/ml a partir del cual se observan dos incrementos en la semana 24 y 32 de edad respectivamente. Posteriormente en la semana 36 de edad se dio un ascenso progresivo que termina en la semana 44 en un valor de 1.824 ng/ml, que difiere

significativamente ($P < 0.05$) de los anteriores valores hallados; luego de este evento se presenta un descenso, para finalizar en el último muestreo (semana 52 de edad) en un valor máximo de 1.928 ng/ml.

De manera general, la raza Hampshire sigue la tendencia de la curva promedio para toda la población, con valores séricos superiores durante toda la evaluación.

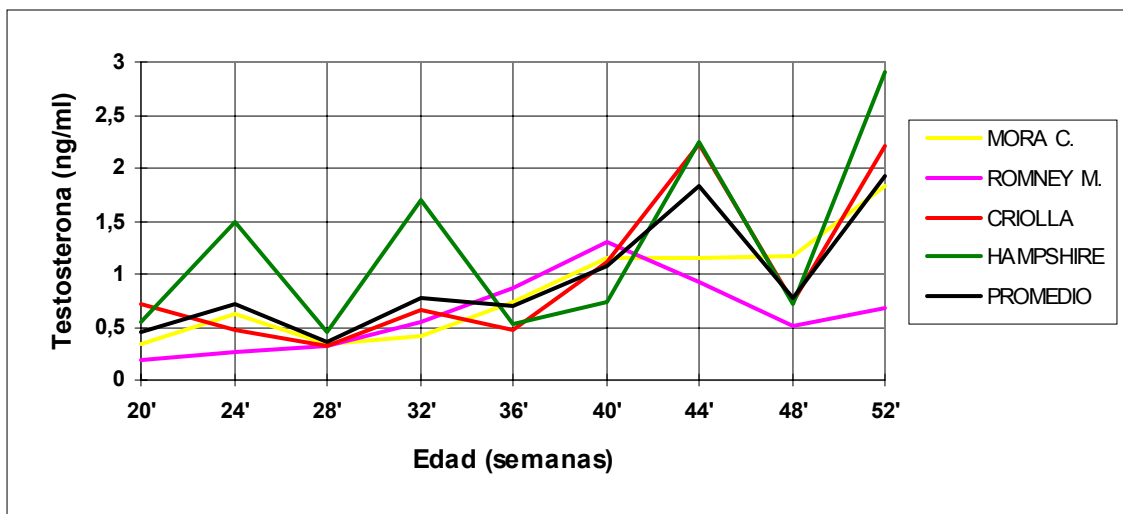


Figura 9. Evolución de la concentración de testosterona plasmática en corderos machos de las razas: Mora C., Romney Marsh, Criolla y Hampshire.

Por su parte las curvas de las otras razas presentan unas tendencias similares en su comportamiento, con incrementos de testosterona en las semanas 24 y 32 de edad, que al cabo de las semanas 40 a 44 alcanzan unas elevaciones superiores a las anteriores, seguidas por un descenso en la semana 48. Al final de la evaluación (52 semanas) se incrementan, como se observa más detalladamente en la figura 9.

DISCUSIÓN

Peso Vivo: Los pesos corporales durante toda la evaluación son bajos comparados con valores reportados en corderos para el mismo intervalo por

Madani y col. (1989); Belibasaqui y Kouimtzis (2000); Friggens y col. (1997); Oberbauert y col. (1994) y Yarney y col. (1990). Esto puede ser una consecuencia del manejo semi-intensivo que se dio a los animales y que probablemente conduce a dicho desarrollo corporal en los animales del rebaño estudiado.

En términos de desarrollo corporal las razas con aptitud cárnica presentan mayores pesos vivos frente a razas doble propósito o razas nativas como lo reporta Friggens y col. (1997), Ley y col. (1990) y Belibasaki y Kouimtzis (2000). En virtud de tal apreciación, en este estudio la raza Hampshire reportó, a lo largo de la evaluación, mayores pesos frente a las otras razas.

Circunferencia Escrotal: El valor de la circunferencia escrotal para los corderos muestreados como promedio para todas las razas y durante todo el seguimiento es bajo comparado con otros reportes en torno a la misma variable (Yarney y col., 1990; Ley y col., 1990; Belibasaki y Kouimtzis, 2000). El bajo valor de circunferencia escrotal en el transcurso del muestreo se debe en gran medida al bajo desarrollo corporal que presentan a dicha edad, dada su alta correlación (Pérez y Mateos, 1993; Ley y col., 1990a; Yarney y col., 1990; Smith y Brinks, 1989). El poco desarrollo de la circunferencia escrotal coincide con lo observado por Bielli y col. (2000) en donde corderos con planos nutricionales bajos y consiguientes pesos bajos, alcanzaron valores de circunferencia escrotal más tardíamente, frente a animales con dietas completas.

El cociente circunferencia escrotal/peso vivo encontrado a las 20 semanas de edad (0.798) es superior al extraído de Belibasaki y Kouimtzis, (2000) de 0.697 y Yarney y col. (1990) de 0.645. Los cocientes para los diferentes muestreos se pueden observar en la tabla 2.

Volumen: El volumen seminal al inicio de la vida reproductiva oscila entre 0.3 a 1.0 ml (Hafez, 1996) es similar al encontrado por Yue, (1996) de 0.54 ml; en este

estudio el promedio de volumen seminal avanzó progresivamente alcanzando valores superiores a 1 ml a la edad de 44-48 semanas, el cual no difiere con los valores reportados en machos adultos (Yue, 1996; González y col., 1998; Ibrahim, 1997 y Cerquera y Espinosa, 1999).

Morfología: El número de espermatozoides normales encontrado a las 20 y 44 semanas de edad (11.09 y 82.46%, respectivamente) es similar al encontrado por Alexopoulos y col. (1991), (20 y 85% respectivamente). La mayoría de las anormalidades están relacionadas con la inmadurez del epitelio seminífero y con los fenómenos celulares degenerativos que ocurren en los primeros ciclos espermáticos, lo que da como resultado una formación imperfecta del espermatozoide (Alexopoulos y col., 1991).

Motilidad: Los valores en motilidad espermática encontrados a las 20 semanas de edad (13.43%) son similares a los reportados por Yue (1996), quien reportó valores de 17% y Alexopoulos y col. (1991) de 15 %. El valor encontrado a las 44 semanas de edad de 71.56% de motilidad es superior al reportado por Alexopoulos y col. (1991) de 65%, y al encontrado por Louda y col. (1981) de 48.5%.

Viabilidad: El porcentaje de espermatozoides vivos promedio para toda la población, en la semana 20 (14.26%) y en la semana 44 (75.47%) no difiere al encontrado por Alexopoulos y col. (1991) de 18% y 75%, respectivamente.

Tabla 2. Evolución de la relación circunferencia escrotal y peso vivo en machos ovinos jóvenes.

EDAD (semanas)	COCIENTE
20	0.798 a
24	0.796 a
28	0.787 a
32	0.776 a
36	0.752 ab
40	0.717 bc
44	0.687 cd
48	0.681 d
52	0.677 d
56	0.665 cd
60	0.664 cd

Valores con diferente letra indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

Concentración: La concentración espermática en los primeros eyaculados fue similar a lo reportado por Yue, (1996) de 293×10^6 spz/ml y por Alexopoulos y col. (1991). El promedio de concentración espermática al momento de estabilizarse su evolución fue bajo comparado con el valor promedio registrado por Alexopoulos y col. (1991) con 3100×10^6 spz/ml; y Louda y col. (1981) con 3998×10^6 spz/ml.

La baja concentración de espermatozoides en el eyaculado de los corderos jóvenes puede deberse principalmente a que en cada túbulo seminífero solo un pequeño número de espermatogonias son activadas y por otra parte, al hecho de que la espermatogénesis no comienza simultáneamente en todos los túbulos seminíferos del mismo testículo. El número de espermatozoides producido por testículo se incrementa marcadamente con el tiempo (Alexopoulos y col., 1991).

De manera general, se observa un mayor efecto de la edad, que de la raza sobre la presentación de las diferentes características de los animales; sin embargo en esta última fuente de variación se observan diferencias, tanto para unos muestreos específicos como para la valoración final de todos los datos recolectados; lo que complementa lo reportado por la literatura en animales jóvenes por Alexopoulos y col. (1991); Ley y col. (1990); Louda y col. (1981); Cloete y col. (2000); y Belibasaqui y Kouimtzis (2000).

La evolución de las características del eyaculado, para toda la población, es lenta ya que solo hasta los 9 meses de edad (36 semanas) se alcanzan características del eyaculado con 60% de motilidad, morfología y viabilidad y una concentración mayor a 1500×10^6 spz/ml; similar a los reportes hechos por Yue (1996) y Alexopoulos y col. (1991).

Se observó de que manera las características del eyaculado están altamente correlacionadas y se pueden predecir en función de la circunferencia escrotal dado que un aumento de la circunferencia escrotal (crecimiento del tejido gonadal) genera mayor número de espermatozoides morfológicamente normales que mejoran la motilidad y viabilidad del semen, patrón que se hace constante a través del tiempo lo que indica la madurez del tracto reproductivo (Yarney y col., 1990; Ley y col., 1990 y Cerquera y Espinosa, 1999). A su vez, la medida de la circunferencia escrotal esta en función del desarrollo corporal (Madani y col., 1989; Ley y col., 1990; Pérez y Mateos, 1993; Martínez, 1993).

Testosterona

En los valores promedio de concentración de testosterona obtenido durante todo el periodo muestral, se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$), de las razas Hampshire y Criolla frente a la Romney Marsh; sin embargo, las anteriores (Hampshire y Criolla), pese a presentar mayores valores frente a la raza Mora C.

no difieren significativamente, sucediendo lo mismo entre las razas Mora y Romney Marsh.

El nivel de testosterona a los cinco meses de edad (0.448 ng/ml) es bajo comparado con el reportado por Yarney (1990) de 1.5 ng/ml en corderos Suffolk; por Howles y col., (1980) de 1.3 ng/ml en corderos Suffolk x Border y por Yue, (1996) de 3.70 ng/ml en corderos de razas chinas. Así misma la tendencia de la curva es similar a la reportada por Howles y col., (1980) en corderos Suffolk x Border y a la reportada por Pérez y Mateos, (1994) en machos cabríos de las razas Verata y Malagueña.

El valor encontrado al final de los muestreos (52 semanas de edad) es similar al reportado por Yarney y Sanford (1990) de 1.75 ng/ml en corderos Suffolk y por Howles y col. (1980) de 1.56 ng/ml en corderos Suffolk x Border de iguales edades y así mismo es similar a los niveles basales (2 ng/ml) encontrados por Dufour y col., (1984) en machos adultos Suffolk y Dorset y Pelletier y col. (1982) en machos ovinos adultos de las razas Preelpe du sud elle de France.

Una evaluación de las diferentes correlaciones a manera de resumen general para todas las variables se puede observar en el anexo 1.

ANEXO 1 **Correlaciones entre diferentes variables**

	Edad	Peso	Alzada	Circ. Escrotal	Vol. seminal	Morfología	Motilidad	Viabilidad	Concentración	Testosterona
Edad		0.78	0.84	0.71	0.56	0.76	0.66	0.72	0.60	0.36
Peso			0.81	0.80	0.72	0.78	0.74	0.71	0.52	0.40
Alzada				0.70	0.50	0.69	0.68	0.65	0.54	0.34
Circ. Escrotal					0.66	0.77	0.76	0.72	0.66	0.27
Volumen Seminal						0.74	0.75	0.68	0.70	0.24
Morfología							0.91	0.89	0.75	0.34

Motilidad								0.88	0.77	0.26
Viabilidad									0.70	0.31
Concentración										0.18
Testosterona										

Correlaciones entre variables morfométricas y del eyaculado (n = 352; P< 0.0001) y con la variable testosterona (n = 288; P< 0.01).

BIBLIOGRAFÍA

1. Lexopoulos K, Karagiannidis A, Tsakalof, P. Development of Macroscopic and Microscopic Characteristics of Ejaculates from Chios, Serres and Karagouniki Breed Lambs, Theriogenology 36:4:667-677, 1991.
2. Belibasaki S. and Kouimtzis S. Sexual activity and body and testis growth in prepuberal ram Lambs of Friesland, Chios, Karagouniki and Serres dairy Sheep in Greece. Small Ruminant Research. 37: 109 – 113, 2000.
3. Bielli A, Pedrana G, Gastel Mt, Castrillejo A., Moraña A., Lundeheim N., Forsberg M., And Rodriguez-Martinez H. Influence of grazing management on the seasonal change in testicular morphology in corriedale rams. Animal Reproduction Science 56: 93 - 105, 1999.
4. Casteillas L., Orgeur P. And Signoret J. P. Effects of rearing conditions on sexual performance in the ram. Applied Animal Behavior Science. 19: 111 – 118, 1987.
5. Celis JP, Rodriguez O L Y Quintal J. Correlaciones entre circunferencia escrotal y algunas medidas zoometricas con el peso testicular en borregos Pelibuey. Técnica Pecuaria en México. 25: 85 – 93, 1987.
6. Cerquera R, Espinosa M. determinación de la calidad del semen por técnicas de reacción acrosómica *in vitro* con heparina para criopreservación en machos de las razas ovinas Criolla, Merino, Rambouillet, Mora, Blackface, Corridale, Romney Marsh. Trabajo de grado Universidad de

- Cundinamarca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Fusagasuga. 155-161, 1999.
7. Daza AA. Reproducción y sistemas de explotación del ganado ovino. Ediciones Mundi- Prensa. Barcelona España : 111 – 121, 1997.
 8. Friggens NC, Shanks M, Kyriazakis J, Oidham JD and McClelland H. The growth and development of nine European Sheep breeds . 1. British breeds: Scottish Blackface. Welsh Mountain and Shetland. Animal Science. 65: 409 – 426, 1997.
 9. Hafez E. Reproducción e inseminación artificial en animales. Sexta edición. McGraw-Hill, México. 379-395, 1996.
 10. Howles CM, Webster GM and Haynes NB. The effect of rearing under a long or short photoperiod on testis growth, plasma testosterone and prolactin concentrations, and the development of sexual behaviour in rams. Journal Reproduction Fertility. 60: 437 – 447, 1980.
 11. Ibrahim S.A. Seasonal variations in semen quality of local and crossbred rams raised in the United Arab Emirates. Animal Reproduction Science 49: 161-167, 1997.
 12. Ley WB, Sprecher DJ, Thatcher CD, Pelzer KD and Umberger S. H Use of the point – score system for breeding soundness examination in yearling Dorset, Hampshire and Suffolk rams. Theriogenology. 34: 721 – 731, 1990.
 13. Lindsay DR, Pelletier JM, Pisselet C and Courot M. Changes in photoperiod and nutrition and their effect on testicular growth of rams. Journal Reproduction Fertility. 71: 351 – 356, 1984.
 14. Louda F, Doney JM, Stolc L, Krizek J and Sherha J. The development of sexual activity and semen production in ram lambs of prolific breeds: Romanov and Finnish Landrace. Animal Production. 33:143– 148, 1981.
 15. MacDonald LE and Pineda M.H. Endocrinología veterinaria y reproducción. Cuarta edición, editorial MacGraw-Hill. Pp. 350-403, 1993.

16. Madani MK, Rahal MS, Zawia MT and Eluwhaishi BA. Puberty and early sexual development in libyan fat-tailed ram lambs. British Veterinary Journal. 145: 3: 276-287, 1989.
17. Martinez RD. La circunferencia escrotal como un indicador potencial de la fertilidad en el toro y de su progenie. Técnica Pecuaria en México. 31: 2: 84 – 96, 1993.
18. Oberbauert AM, Arnold AM, Thaonney ML. Genetically size-sealed growth and composition of Dorset and Suffolk rams. Animal Production. 59: 223 – 234, 1994.
19. Pérez B y Mateos E. Evolución del tamaño testicular en machos cabríos de las razas Verata y Malagueña. Investigación Agraria. 8: 3: 257 – 268, 1993.
20. Pijoan PJ, García A y Tron J. Determinación de la pubertad en corderos y corderas Suffolk nacidos en dos épocas, bajo las condiciones del altiplano Mexicano. Técnica Pecuaria en México. 25: 3: 302 – 307, 1987.
21. Price EO, Estep DQ, Wallach SJR and Dally MR. Sexual performance of rams as determined by maturation and sexual experience. Journal of Animal Science. 69: 1047 – 1052, 1991.
22. Ruttle JL and Southward GM. Influence of age scrotal circumference on breeding soundness examination of range rams. Theriogenology. 29: 4: 945 – 950, 1988.
23. SAS. SAS/STAT Guide for Personal Computer. Versión 6.12 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 1996.
24. Senzer PL. Pathways to pregnancy and parturition.. INC. Moscú Rusia. Pp. 102 – 186, 1999.
25. Smith B. A. And Brinks J. S. Relationships of sire scrotal circumference to offspring reproduction and growth. Journal of Animal Science. 67: 2881 – 2885, 1989.

26. Vargas CA, Elzo MA, Chase CC, Chenoweth PJ and Olson TA. Estimation of genetic parameters for scrotal circumference, age at puberty in heifers, and hip height in Brahman cattle. *Jour. Anim. Sci.* 76:2536–2541, 1998.
27. Yarney TA, Sanford LM, Palmer WM. Pubertal development of ram lambs: body weight and testicular size measurement as indices of postpubertal reproductive function. *Can. J. Anim. Sci.* 70: 139-147, 1990.
28. Yue GH. Reproductive characteristics of Chinese Hu sheep, *Animal Reproduction Science.* 44: 222-230, 1996.
29. Zenchak JL. and Anderson GC. Sexual performance levels of rams (*Ovis Aries*) as affected by social experiences during rearing. *Journal of Animal Science.* 50: 1: 167 – 174, 1980.