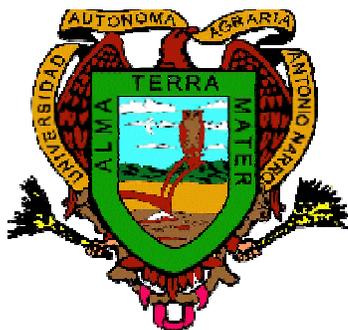


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**



**EFFECTO DEL MÉTODO DE COLECCIÓN DEL SEMEN Y TASA
DE CRECIMIENTO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL
SEMEN DE MACHOS CABRÍOS**

Por:

DORA NELY BLANCAS RIVERA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Abril de 2003

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”

TESIS

EFFECTO DEL MÉTODO DE COLECCIÓN DEL SEMEN Y TASA DE
CRECIMIENTO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS
DEL SEMEN DE MACHOS CABRÍOS

ELABORADA POR:

DORA NELY BLANCAS RIVERA

Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como
requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo
Zootecnista.

A P R O B A D A:

EL PRESIDENTE DEL JURADO

DR. MIGUEL MELLADO BOSQUE

MC. J. EDUARDO GARCÍA MARTÍNEZ
SINODAL

MC. LAURA E. PADILLA GLZ.
SINODAL

Coordinador de la División de Ciencia Animal

ING. RODOLFO PEÑA ORANDAY

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Abril de 2003

INDICE GENERAL

Dedicatorias	III
Agradecimientos.....	IV
Indice de contenido.....	V
Indice de cuadros.....	VI
Indice de figuras.....	VII
I.- Introducción.....	1
Justificación	2
Objetivos	3
Hipótesis	
II.- Revisión de literatura	4
III.- Materiales y Métodos.....	18
Ubicación del área de estudio.....	18
Animales y su manejo	19
IV.- Resultados y Discusión.....	23
V.- Conclusiones.....	32
VI.- Resumen.....	33
VII.- Literatura citada.....	35

INDICE DE CUADROS

- 3.1 Composición de las dietas (%) ofrecidas a los machos cabríos Nubios y Granadinos mantenidos en estabulación en base al 100¹ y 125² % de sus requerimientos nutricionales..... 20
- 4.1 Características del semen de machos cabríos jóvenes cuyos eyaculados fueron colectados con electroeyaculador o con un condón insertado en la vagina de cabras en anestro..... 23

INDICE DE FIGURAS

4.1	Asociación entre la ganancia diaria de peso de machos cabríos y el porcentaje de células espermáticas anormales.....	26
4.2	Asociación entre la ganancia diaria de peso de machos cabríos estabulados y la concentración (1×10^6) de espermatozoides por unidad de volumen.....	27
4.3	Asociación entre la ganancia diaria de peso de machos cabrío estabulados y la motilidad de los espermatozoides.....	28
4.4	Asociación entre la ganancia diaria de peso de machos cabríos en estabulación y el porcentaje de células espermáticas vivas del eyaculado.....	29
4.5	Relación entre la tasa de ganancia diaria de peso de machos cabríos estabulados y el volumen del eyaculado.....	30

INTRODUCCIÓN

La explotación caprina en México se realiza principalmente en zonas áridas y semiáridas, utilizándose básicamente los agostaderos para la alimentación de estos animales. Las cabras tienen la habilidad de pastorear y ramonear en terrenos de escasa vegetación, lo que las hace más capaces que los ovinos y bovinos en el aprovechamiento de la vegetación de los agostaderos. De esta forma y considerando la gran capacidad de adaptación a las zonas áridas que tienen los caprinos, y a la escasa o nula inversión en su alimentación por parte de los caprinocultores, la explotación de esta especie es una buena alternativa para mejorar los ingresos de las familias de bajos recursos económicos en el área rural. Sin embargo, por las condiciones en que se lleva a cabo la explotación de estos animales, donde la alimentación solamente se basa de los recursos forrajeros de los agostaderos, sin existir la suplementación alimenticia, la productividad de las cabras es subóptima, y la capacidad reproductiva se ve afectada tanto en las hembras como en los machos por la escasa ingestión de nutrientes durante la mayor parte del año.

Con base en lo anterior, existe la necesidad de mejorar el ritmo de crecimiento, la condición corporal, las características corporales y, sobre

todo, la fertilidad de estos animales. Una manera de mejorar la eficiencia reproductiva de los caprinos es la utilización de machos cabríos competentes para la fecundación de las cabras. La forma de saber la competencia reproductiva de los machos cabríos es a través del análisis del semen de éstos. La obtención del eyaculado requiere de equipo costoso, además de ser un proceso laborioso. Una alternativa para la colección del semen de los machos cabríos sería el uso del condón para humanos insertado en la vagina de las cabras. Por lo anterior, en el presente estudio se buscó explorar una nueva metodología simple y barata para la obtención del semen de los machos cabríos.

Justificación

La evaluación de los dos métodos de extracción de semen y la influencia de la alimentación en las características del mismo, es de suma importancia, para así saber si el semental que estamos utilizando es lo suficientemente fértil, para lograr altos porcentajes de preñez.

Objetivos

- Evaluar dos métodos de extracción de semen: el electroeyaculador y el condón insertado en la vagina de cabras en anestro, comparando estos métodos considerando las características del semen obtenido con estos procedimientos.
- Determinar el efecto del ritmo de crecimiento de los machos cabríos sobre las características del semen.

Hipótesis

H₁: Las características del semen obtenido con el condón se apegan más a los valores de un eyaculado natural, en comparación con el semen obtenido con electroeyaculador.

H₂: Al mejorar la alimentación de los machos cabríos (mayores aumentos de peso) se mejoran las características del semen.

REVISIÓN DE LITERATURA

Sinha *et al.* (1981) obtuvieron 358 eyaculaciones durante un año, de 10 y 7 machos cabríos Jamunapari de menos de 2 y 2-3 años, respectivamente. El volumen de eyaculado promedió 0.35 ± 0.05 ml, la motilidad masal (escala de 0-5) fue de 4.02 ± 0.14 , el periodo de reacción fue de 29.22 ± 3.17 segundos, y la concentración de espermatozoides (10^6 /ml) 3600.15 ± 318.15 . La época tubo un efecto significativo sobre el volumen del eyaculado y concentración de células espermáticas. La edad tuvo un efecto significativo sobre la concentración de los espermatozoides (10^6), la cual varió de 2986.95 ± 333.33 en la temporada de precipitación pluvial, a 3837 ± 435.99 en invierno, en machos jóvenes; y de 2951.89 ± 267.04 en la época lluviosa a 4063.3 ± 385.8 en verano, en las machos de más edad.

En un estudio de Vinha (1979a) se colectó el semen de 24 machos cabríos Nubios, Marota y Moxoto, con una edad de 1 a 6 años. Para los machos de las 3 razas el volumen del semen promedió 1.48, 0.88 y 0.88 ml, respectivamente. La concentración de espermatozoides fue de $1,559 \pm 154$,

1,107 ± 222 y 803 ± 448 × 10⁶ espermatozoides/ mm³. La motilidad progresiva fue de 76.22, 68.33 y 62.75 %, y el porcentaje de espermatozoides anormales fue de 11.05, 11.21 y 16.36. Las diferencias entre los machos cabríos Moxoto y las otras razas fueron estadísticamente significativas.

En otro estudio de Vinha (1979b), el examen de eyaculados de 3 machos cabríos Nubios reveló que el volumen del semen fue mayor en otoño (1.68 ml) y menor en verano. (1.30 ml). La concentración de espermatozoides fue mayor en verano (1,752 ± 380 espermatozoides / mm³) y menor en otoño (1,348 ± 636). La motilidad progresiva varió de 67.76 % en verano a 86.87% en primavera; y el porcentaje de espermatozoide anormales fue de 9.61 en invierno y 13.72 en primavera. Todas las variables del semen fueron diferentes entre estaciones, excepto el volumen del semen y la concentración de espermatozoides.

En un estudio de Singh (1985), doce eyaculados fueron colectados de 2 machos cabríos Black Bengal (BB), 2 Jamnapari y 2 Jamnapari × BB, de 18 meses de edad. En los tres grupos, el volumen del eyaculado fue en

promedio de 0.46, 0.55 y 0.60 ml, respectivamente. La motilidad masal registró un promedio de 4.75, 4.58 y 4.25 (escala de 0-5). La concentración de espermatozoides (10^6 / ml) fue de 2,619.58, 2,910.33 y 2,851.67. El porcentaje de espermatozoides vivos fue de 91.07, 90.33 y 86.37, y el porcentaje de espermatozoide anormales fue de 2.12, 2.00 y 2.11, respectivamente.

Ali y Mustafa (1986) observaron que el semen de machos cabríos Nubios de Sudán era blanco o blanco cremoso. El promedio del volumen del eyaculado fue de 1.5 ml y la concentración de espermatozoides de 1.77×10^9 por eyaculado. El total de espermatozoides por eyaculado fue de 2.7×10^9 células espermáticas, de las cuales el 86 % eran células activas. El 6.7 % de los espermatozoides presentó anormalidades primarias, y el 15.3 % anormalidades secundarias. La concentración de fructosa y ácido cítrico en el semen fue de 3.13 y 68 mg / 100 ml, respectivamente, y la actividad de fosfatasa alcalina de 218 IU/100 ml. La concentración de testosterona en el plasma sanguíneo fue en promedio de 1.3 mg/ ml. El promedio de la longitud lateral del escroto fue de 16.1 cm y la circunferencia del escroto fue de 20.6 cm.

En un estudio de Roca *et al.* (1992), durante un periodo de 12 meses, el semen de 9 machos cabríos Murciano-Granadino fue colectado dos veces semanalmente, usando una vagina artificial. Al comienzo del estudio los machos cabríos eran de 13 meses de edad. El promedio del volumen del semen fue de 1.05 ± 0.1 ml; la concentración de espermatozoides (1×10^9) fue de 3.49 ± 0.04 por ml, el porcentaje del espermatozoide de morfología anormal fue de 7.91 ± 0.21 , y el porcentaje de espermatozoides con daño acrosomal fue de 60.91 ± 0.15 . Todas las características del semen fueron significativamente afectadas por la época de colección.

Por otro lado Singh *et al.* (1982), en 10 eyaculaciones que fueron colectadas dos veces semanalmente de 5 machos cabríos Jamnapari y 6 eyaculaciones de 3 machos cabríos Barbari. El promedio del volumen del eyaculado fue de 0.86 ± 0.09 y 1.01 ± 0.04 ml, respectivamente. El porcentaje de espermatozoides vivos fue de 80.90 ± 2.32 y 83.80 ± 0.26 para cada raza, y la concentración de espermatozoides (1×10^6 /ml) fue de 2293 ± 3056 y 2503 ± 1071 para las dos razas, respectivamente.

Así mismo Sinha y Singh (1982), con 33 eyaculaciones que fueron colectadas semanalmente de 2 machos cabríos Black Bengal y 2 Saneen. La reacción de los machos a la presencia de las hembras fue en promedio de 60.53 y 64.46 segundos, respectivamente. El volumen del eyaculado fue de 0.45 y 0.72 ml, el índice de movilidad masal (escala de 0 a 5) fue de 4.44 y 4.51 para cada raza. La concentración de espermatozoides ($1 \times 10^6/\text{ml}$) fue de 2440.15 y 2780.30, el porcentaje de espermatozoides anormales fue de 7.0 y 6.2, mientras que el pH del semen fue de 6.79 y 6.72 para cada una de las razas,

Mitall y Grosh (1985) colectaron datos durante 1979-1983 en un rebaño de cabras Parbastsar. Estos datos mostraron que en machos cabríos, la edad a la madurez sexual fue en promedio de 11.13 ± 0.52 meses. El número de eyaculaciones en 30 minutos fue en promedio de 3.6 ± 0.21 , y no varió significativamente entre estaciones. El volumen de eyaculado fue de 0.85 ± 0.13 ml, la motilidad de los espermatozoides fue de 78.04 ± 0.95 %, la concentración de espermatozoides ($1 \times 10^6/\text{ml}$) fue de 2087 ± 0.76 , el porcentaje de espermatozoides vivos fue de 80.25 ± 0.73 , y el porcentaje

de espermatozoide anormales fue de 6.24 ± 0.42 . Estos valores no fueron afectados significativamente por la época del año.

En un estudio de Pandey *et al.* (1985) el semen de tres machos cabríos Saneen y 4 Barbari fue colectado dos veces semanalmente. Se obtuvieron 49 y 51 eyaculaciones de las dos razas, respectivamente. El volumen del semen fue de 0.96 y 0.79 ml, la motilidad masal fue de 89.66 y 78.85 %, y el porcentaje de espermatozoides vivos fue de 82.23 y 71.44 para cada una de las razas. Todas las variables medidas presentaron diferencias significativas. El porcentaje de preñez de las hembras inseminadas con el semen de las razas antes indicadas fue de 66.6 y 59.0 %, respectivamente.

En un estudio de Mohan *et al.* (1980), estudiaron 16 eyaculaciones semanalmente los cuales fueron colectadas de cada uno de 5 machos cabríos Pashmina con edades de 2 a 3 años. El volumen de eyaculado fue en promedio de 0.62 ± 0.02 ml, el pH fue de 6.84 ± 0.02 , el índice de motilidad (escala 1-5) fue de 4.19 ± 0.04 , la motilidad inicial fue de 60.62 ± 0.04 %, la concentración de espermatozoides (1×10^8 /ml) fue de 35.21 ± 10 , la

concentración total de espermatozoides (1×10^8) por eyaculación fue de 21.51 ± 0.92 , y la proporción de espermatozoide vivos fue de $80.63 \pm 0.29\%$. Hubo diferencias significativas entre machos para todas las características del semen, y entre colecciones, para el volumen del eyaculado, la motilidad masal e individual y la concentración de espermatozoides.

Ibrahim y Yousri (1992) estudiaron el efecto del zinc, época del año y raza sobre calidad de semen y peso corporal en machos cabríos. Se utilizaron 12 machos cabríos Zaraibi y 8 Zaraibi x Anglo - Nubia (ZA) los cuales estuvieron tomando agua conteniendo o no (testigos) 50 mg de zinc por animal por día. Para el grupo suplementado y el testigo de Zaraibis el volumen del semen fue en promedio de 0.95 y 1.04 ml, respectivamente. La concentración de espermatozoides fue de 3.41×10^6 y 3.82×10^6 espermatozoides por ml; el pH fue de 6.69 y 6.75 y la motilidad del semen fue de 65.0 y 72.4 %, respectivamente. Los valores correspondientes para animales ZA fue de 0.89 y 1.07 ml, 3.43×10^6 y 3.87×10^6 espermatozoides por ml, 6.69 y 6.73 y 68.3 y 74.2 %. El volumen más alto del semen fue obtenido en primavera y verano, y el porcentaje más alto de movilidad de espermatozoides fue en invierno (74). Los animales suplementados con zinc

tuvieron una mayor ganancia de peso corporal en comparación con el grupo testigo.

Okere et al. (1986) realizaron tres experimentos en Holanda, con machos cabríos West African Dwarf (WAD) en un medio ambiente controlado. El semen fue colectado con una vagina artificial. En el primero de tres experimentos, el semen fue colectado de cuatro machos WAD dos veces por semana (martes y jueves), por 5 meses. En el segundo experimento el semen fue colectado de 5 machos WAD utilizando un diseño cuadrado latino, 1-5 veces una semana por 5 semanas. En el tercer experimento el semen fue colectado 3 veces en un día a intervalos de 5.5 h durante 21 días de machos WAD. El volumen del semen varió significativamente entre machos (0.4-0.9 ml). Las características del semen por machos o por periodo de colección o por número de colecciones por semana no mostró diferencias en las variables medidas. Las características del semen al comparar los eyaculados de las semanas 1, 2 y 3 demostró que el color y consistencia en la semana 2 difirió uno de otro. Esta tendencia también fue mostrada por otras variables, excepto por espermatozoide anormal y daño en el borde apical del acrosoma, donde no existió ninguna diferencia.

La aplicabilidad de las lecturas testiculares con tonómetro y las mediciones escrotales para predecir la calidad del semen entre machos cabríos adultos fue estudiada por Borgohain et al. (1983). Las lecturas del tonómetro variaron entre 12 y 14 mm con un promedio de 12.85 ± 0.09 mm. Todas las características del semen, excepto la concentración de espermatozoides, no mostraron correlaciones significativas con las lecturas del tonómetro. La circunferencia escrotal varió de 14.4 a 22.6 cm, con un promedio de 20.7 ± 0.12 cm. La circunferencia escrotal se correlacionó significativamente con el volumen del eyaculado, la concentración de espermatozoides y las anomalías de los espermatozoides.

En un estudio de Alli y Mustafa (1986) se observaron las características del semen en machos cabríos de la raza Nubia en el Sudan. Se observó que el semen de estos animales era de color blanco a blanco cremoso, con un volumen promedio de 1.5 ml, y una concentración de 1.77×10^9 espermatozoides / ml. Los espermatozoides totales por eyaculado fueron 2.7×10^9 y el 86 % de los espermatozoides mostraban actividad, el 6.7% de las células espermáticas presentó anomalías primarias y el 15.3% anomalías secundarias. La concentración de fructosa en el semen

fue de 213 mg/100 ml, la concentración del ácido cítrico fue de 68 mg/ 100 ml, y la actividad de la fosfatasa alcalina fue de 218 /100 ml. La concentración de testosterona en el plasma sanguíneo fue de 1.3 mg/ml. En promedio las dimensiones del escroto fueron de 16.1 cm (longitud lateral) y de 20.6 cm de circunferencia.

Mittal (1986) observó que los machos cabríos Maewari y Jamunapari no difirieron en ninguna prueba de libido. Las características del semen de estas razas además de machos cabríos Alpino x Jamunapari y Saanen x Jamunapari fueron estudiadas bajo las condiciones áridas de la India. Los machos cabríos híbridos presentaron eyaculaciones a más temprana edad que los machos puros, pero éstos presentaron un menor número de eyaculaciones en 30 minutos. Los valores para motilidad y espermatozoides vivos fue menor en los machos cabríos híbridos. Ningún efecto tubo la época de colección del semen en algunas de estas pruebas en machos nativos. Se registró un menor libido y una disminución en algunas de las características seminales durante la época de verano en ambos animales cruzados. Los resultados de este estudio indicaron que los machos Jamunapari pueden ser utilizados con éxito para el mejoramiento de cabras del desierto y hay poco

campo para la introducción de algún macho cabrío no adaptado a las zonas áridas.

Igboeli (1974) llevó a cabo un estudio en el que, de un grupo de machos cabríos maduros Boer y otros nativos de Zambia, ocho animales de cada raza fueron seleccionados, y el semen fue obtenido por medio de un electroeyaculador. Dos eyaculaciones fueron obtenidas cada semana a intervalos de 24 hrs, durante un total de 6 semanas. El color del semen fue altamente variable entre ambas razas de machos y entre las eyaculaciones de los mismos machos en colecciones en diferentes días. El color del semen varió de blanco cremoso a blanco amarillo intenso. El volumen del eyaculado de los machos cabríos Boer fue dos veces más alto que los machos nativos, aunque la movilidad de los espermatozoides no fue diferente entre razas, semanas o eyaculaciones. Aproximadamente el 65% de todos los espermatozoides en las eyaculaciones de ambas razas presentó morfología normal, y el 87% eran espermatozoides vivos. La concentración de las células espermáticas fue mayor en las eyaculaciones de machos Boer, cuando se comparó con los machos cabríos nativos.

Delgadillo *et al.* (1999) llevaron a cabo un estudio con el objeto de determinar si hay un patrón estacional de actividad sexual, dependiendo de la disponibilidad de alimenticia en caprinos criollos machos en el norte de México. El estudio fue realizado en Torreón, Coahuila, México (26° N). Los machos cabríos criollos (n=8) fueron mantenidos en un corral por separado, alimentados con alfalfa *ad libitum* y con 200 g de concentrado diariamente durante el estudio. El peso vivo y peso testicular fueron determinados cada dos semanas. El comportamiento sexual y la producción de espermatozoides fueron determinados mensualmente. Las muestras de sangre fueron obtenidas semanalmente para determinar las concentraciones de testosterona en el plasma sanguíneo. Todas las variables mostraron importantes variaciones estacionales, en particular el peso testicular y las concentraciones de testosterona. El punto más bajo del peso vivo ocurrió en noviembre y el máximo en mayo. El menor peso testicular (90 g) y las concentraciones de testosterona en el plasma sanguíneo (0.1 mg/ ml) fueron observados en enero y febrero, respectivamente; mientras que los valores más altos para estas variables fueron observados en julio y agosto (145 g y 10 mg/ ml, respectivamente). La respuesta de los machos cabríos a la presencia de hembras también varió durante el estudio, siendo menor entre

mayo y noviembre (96 segundos), alcanzando su mayor valor en abril (183 segundos). El mínimo número de espermatozoides por eyaculación ocurrió entre febrero y abril (1.4×10^9 células/eyaculado) mientras que el máximo número fue observadas entre mayo y septiembre (2.8×10^9 espermatozoides /eyaculado). La motilidad progresiva de los espermatozoides fue menos entre enero y abril (3.04 de promedio) y la alta entre mayo y noviembre (alrededor de 3.55 de promedio). El porcentaje de espermatozoides vivos disminuyó entre enero y abril (68% en abril) y aumentó a 80% entre mayo y noviembre. Se concluyó que los machos cabríos criollos en el norte de México presentan una intensa actividad sexual entre mayo y diciembre.

En un estudio de Summermatter y Fuschini (1995) se evaluó la cantidad de espermatozoides con relación a la edad, época y la diferencia de la primera y segunda eyaculación. Un total de 43 machos fueron analizados durante un periodo de 10 años. Hubo una diferencia significativa en la cantidad de producción de espermatozoides entre machos jóvenes y viejos (0.71 ml vs 0.96 ml). Lo mismo ocurrió entre la raza Saanen por un lado y la Alpina y Toggenburg por el otro. Fue posible producir un 55% mas de

eyaculaciones de septiembre a febrero que de marzo a agosto. En todas las razas examinadas, la concentración de espermatozoides pareció ser mayor fuera de la época de actividad sexual que durante la época de plena actividad reproductiva. El promedio estimado de motilidad de los espermatozoides se correlacionó entre la primera y la segunda eyaculación. Después de repetir la colección de semen a los 10-15 minutos, el volumen del segundo eyaculado fue 15% menor que el primero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en la Unidad Metabólica de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", localizada a 7 km al sur de Saltillo, Coah. La ubicación corresponde a las coordenadas 25° 23' latitud norte y 101° 00' longitud oeste, a una altura de 1743 msnm. La zona presenta una temperatura media anual de 19.8 °C, con una precipitación media anual de 350 mm. El clima de la región se clasifica como BShwx (é) correspondiendo a un clima muy seco, estepario, con lluvias escasas todo el año y temperaturas extremosas (Mendoza, 1983).

Animales y su manejo

Para este estudio se utilizaron 28 machos cabríos, (nueve Nubios y 19 Granadinos), los cuales, al inicio del estudio contaban con un promedio de edad de dos meses, y un peso promedio de 15 kg. Los animales se mantuvieron en corraletas techadas y piso de cemento y tierra, con un área de 9 m².

Dichos animales se asignaron aleatoriamente (n= 14 por grupo) a los siguientes tratamientos:

- Dieta con el 100 por ciento de los requerimientos nutricionales.
- Dieta con el 125 por ciento de los requerimientos nutricionales.

Los requerimientos nutricionales se calcularon de acuerdo al NRC (1981). La composición de las dietas ofrecidas a libre acceso en este estudio se presentan en el Cuadro 3.1.

Antes de iniciar el experimento todos los animales fueron desparasitados internamente, utilizándose ivermectina (0.2 mg/ kg de peso) en forma intramuscular.

Cuadro 3. 1. Composición de las dietas (%) ofrecidas a los machos cabríos Nubios y Granadinos mantenidos en estabulación en base al 100¹ y 125² % de sus requerimientos nutricionales.

Ingrediente	100 %	125 %
Heno de sorgo	52.0	36.0
Sorgo en grano	16.0	24.0
Harinolina	15.0	-----
Salvadillo	-----	2.0
Harina de soya	10.0	32.0
Melaza	5.0	-----
Grasa animal	-----	5.0
Carbonato de calcio	0.95	0.45
Fosfato dibásico	0.5	-----
Minerales traza	0.05	0.05
Sal	0.5	0.5
Total	100.0	100.0
Análisis químico		
PC(%)	15.0	18.75
EM (Mcal)	2.36	2.95

^{1,2} NRC (1981) para PC y EM

El período experimental tuvo una duración de 99 días. Primeramente se adaptaron los animales a las condiciones de las instalaciones y a las dietas

(10 días), iniciándose luego el pesaje y mediciones corporales de los animales.

Cada 14 días se registró el peso vivo (báscula con capacidad de 100 kg) y la altura a la cruz. Así mismo se midió el desarrollo testicular de los machos (circunferencia escrotal). Para esta última medición se utilizó una cinta métrica flexible, la cual era colocada en la parte más ancha de los testículos.

Al finalizar el estudio se llevó a cabo la colección y análisis del semen de los machos cabríos. Para esta prueba a los machos cabríos se les colectó el semen de dos maneras: con electroeyaculador y con un condón insertado en la vagina de las cabras. Para la colección del semen se utilizaron cabras que no estaban en celo, a las cuales se les insertó en la vagina un condón para humanos, sujetado éste a los labios vulvares con cinta adhesiva. Los machos eran entonces puestos en contacto con estas hembras, y después de la monta, el condón era retirado de la vagina, y el semen se vertía en un tubo graduado, previamente calentado a 37 °C.

El semen de todos los animales fue analizado registrándose la motilidad de los espermatozoides, su concentración, así como los porcentajes de vivos y muertos y las anormalidades de las células espermáticas.

Análisis Estadístico

Para el análisis de los resultados se realizó una prueba de "T" con el fin de establecer comparaciones entre los dos métodos de colección del semen, y se emplearon regresiones lineales y no lineales para determinar la asociación entre los incrementos de peso y las características del semen.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 4. 1 se presentan las características del semen de los machos cabríos cuyos eyaculados fueron colectados con electroeyaculador o con condón.

Cuadro 4. 1. Características del semen de machos cabríos jóvenes cuyos eyaculados fueron colectados con electroeyaculador o con un condón insertado en la vagina de cabras en anestro.

Características del semen	n	Condón	Electroeyaculador
Volumen (ml)	28	0.53 ± 0.05**	0.81 ± 0.06
Concentración (X10 ⁶)/ml	28	2135 ± 192+	1790 ± 110
Motilidad	28		61.7 ± 4.3
Vivos	28		74.8 ± 4.5
Anormales (%)	28	6.7 ± 1.0**	3.4 ± 0.8
Concentración total (X10 ⁶)	28	1146 ± 165+	1516 ± 175

**($P < 0.01$); +($P < 0.12$)

El análisis estadístico demostró que con el condón se obtuvo un menor volumen ($P < 0.01$) comparado con el electroeyaculador. Lo anterior es consistente con otros estudios (Greyling y Grobbelaar, 1983) donde el volumen del eyaculado es inferior cuando se colecta con vagina artificial, comparado con la estimulación eléctrica. Esto es de esperarse ya que con el

electroeyaculador se estimulan las glándulas sexuales accesorias, con lo cual se provoca una mayor producción de fluidos de estas glándulas. En cuanto a la concentración de espermatozoides, hubo una tendencia a una mayor cantidad de células espermáticas por unidad de volumen en eyaculados colectados con el condón, en comparación con el electroeyaculador. Los valores de concentración de espermatozoides son consistentes con diversos datos de la literatura (Mittal y Ghosh, 1985; Ali y Mustafa, 1986; Mittal, 1986).

En cuanto a la motilidad y porcentaje de células espermáticas vivas, con el condón no se pudieron evaluar estas variables, ya que los espermatozoides obtenidos presentaban una mínima actividad. Lo anterior indica que, a pesar de usar condones sin espermaticidas, éstos contenían algún fármaco tóxico para los espermatozoides.

Referente al porcentaje de espermatozoides anormales, éste fue significativamente mayor ($P < 0.01$) cuando se usó el condón, comparado con el electroeyaculador. Esta diferencia pudiera deberse a que con el uso del condón, un mayor número de espermatozoides es expulsado de las reservas

epididimales, con lo que se incrementan las células espermáticas viejas, y en consecuencia las anormalidades secundarias.

Los eyaculados obtenidos con electroeyaculador tendieron a presentar una mayor concentración total en comparación con los eyaculados obtenidos con condón. Esta respuesta posiblemente se deba a que, con el electroeyaculador, se fuerza una mayor extracción de eyaculado.

En la figura 4. 1 se muestra la asociación entre la ganancia diaria de peso de los machos cabríos y el porcentaje de espermatozoides anormales. El porcentaje de espermatozoides anormales tendió a ser menor en los animales con mayores aumentos de peso, sin embargo, sólo un 6% del la variación en anormalidades pueden ser explicada por la variación en la ganancia diaria de peso. Los resultados anteriores pueden explicarse porque los machos cabríos jóvenes presentan una mayor proporción de espermatozoides anormales que los adultos (Corteel, 1994). Por lo anterior, se esperaba que los animales con menor desarrollo presentaran una mayor cantidad de células espermáticas defectuosas, ya que su epitelio germinal no ha alcanzado un grado de madurez adecuado.

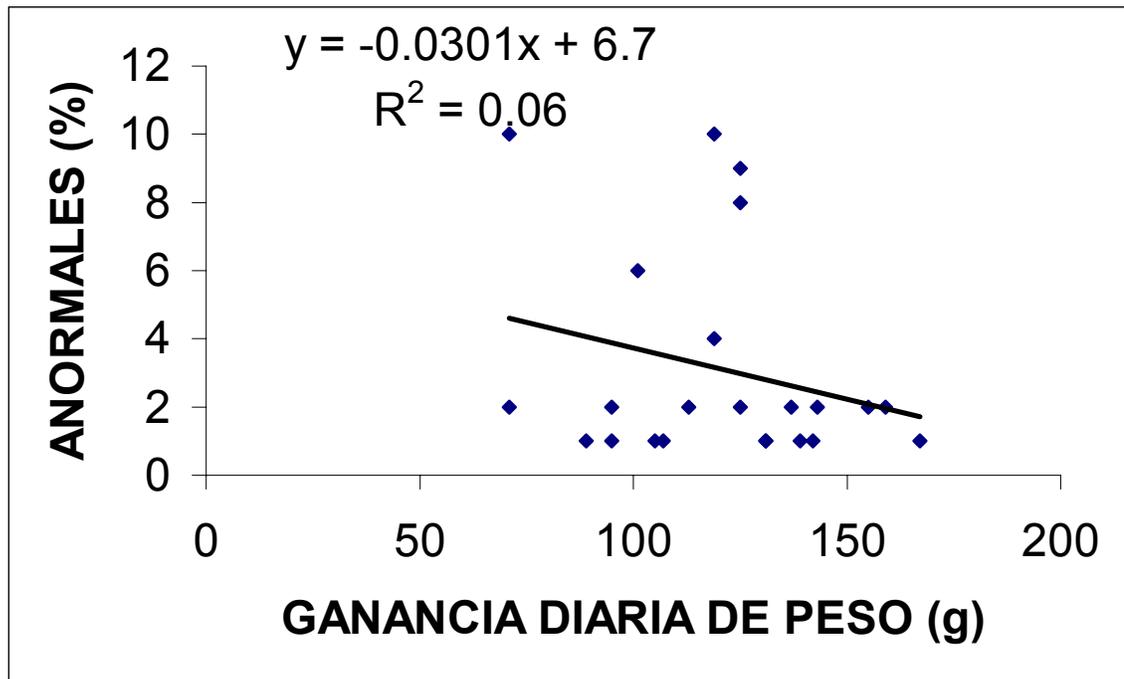


Figura 4. 1. Asociación entre la ganancia diaria de peso de machos cabríos y el porcentaje de células espermáticas anormales.

La concentración de los espermatozoides tendió a ser mayor cuando los animales presentaron mayores aumentos diarios de peso (Figura 4. 2); sin embargo, sólo un 13% de la variación en este rasgo pudo ser explicada por la variación en el peso de los machos cabrios. El efecto de la ganancia de peso sobre la concentración de espermatozoides parece explicarse por la asociación positiva que existe entre el desarrollo corporal y el desarrollo testicular. Así, los machos cabríos más desarrollados presentaron los

testículos más grandes, y está demostrado que la cantidad de espermatozoides producidos por los testículos está altamente correlacionado con las dimensiones de estos órganos.

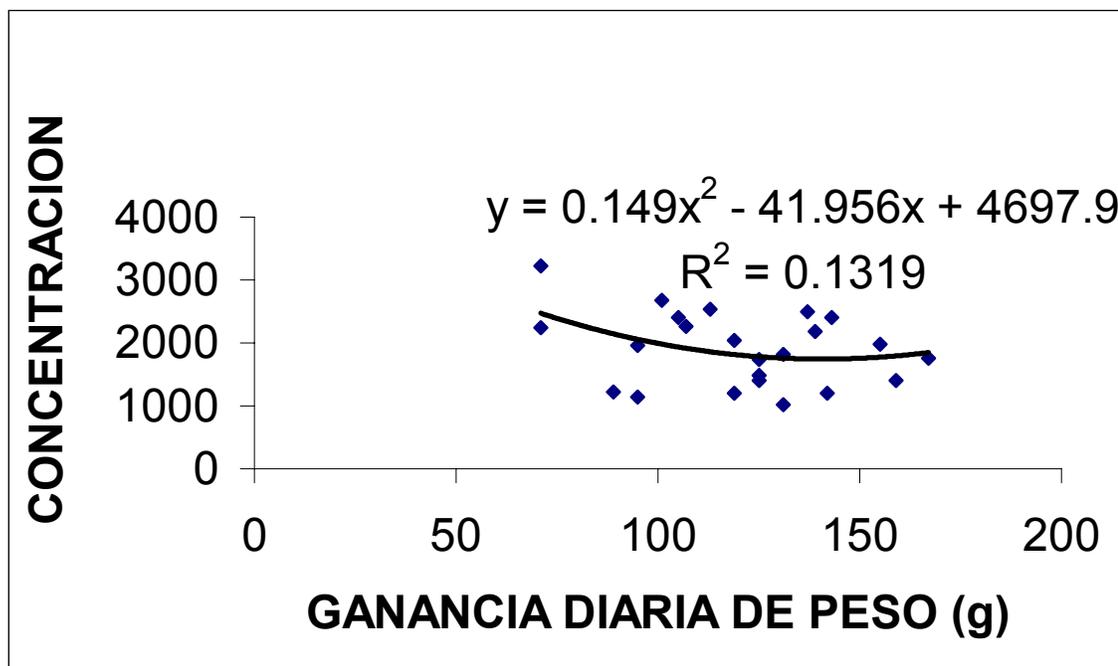


Figura 4. 2. Asociación entre la ganancia diaria de peso de machos cabríos estabulados y la concentración (1×10^6) de espermatozoides por unidad de volumen.

En la figura 4. 3 se presenta la asociación entre la ganancia diaria de peso y la motilidad de los espermatozoides. A mayores aumentos de peso de los machos cabrios, existió un mayor porcentaje de motilidad de los

espermatozoides. Un 25% de la variación en el porcentaje de la motilidad pueden ser explicados por la variación en el aumento de peso de los animales.

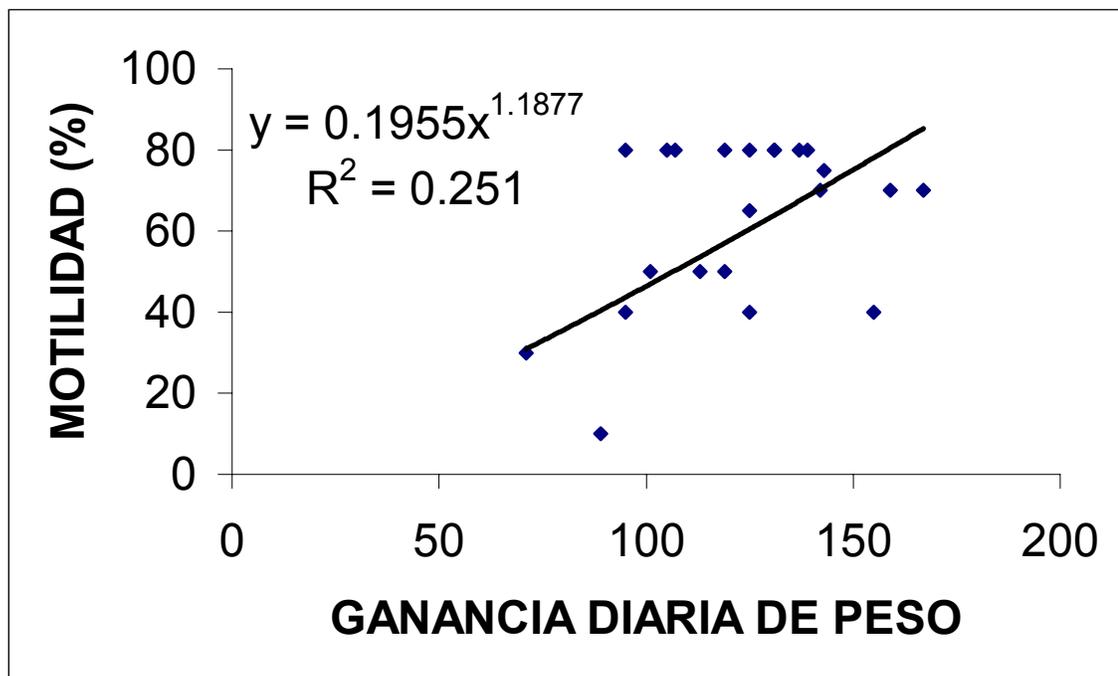


Figura 4. 3. Asociación entre la ganancia diaria de peso de machos cabríos estabulados y la motilidad de los espermatozoides.

En la figura 4.4 se presenta la asociación entre la ganancia diaria de peso de los machos cabríos y el porcentaje de células espermáticas vivas. El porcentaje de espermatozoides vivos tendió a ser mayor cuando los animales presentaron mayores ganancias de peso diario. De todas las variables estudiadas del semen, ésta fue la más afectada por el ritmo de crecimiento de los animales, ya que un 43% de la variación en el por ciento de

espermatozoides vivos pueden ser explicados por la variación en la tasa de crecimiento de los animales.

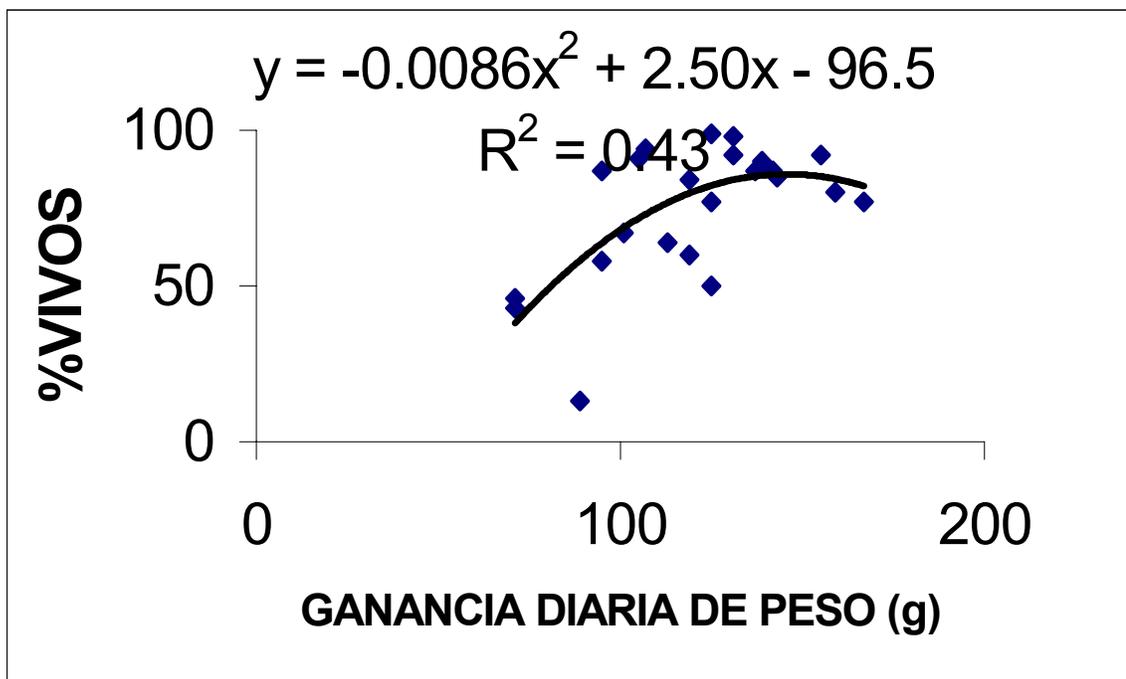


Figura 4. 4. Asociación entre la ganancia diaria de peso de machos cabríos en estabulación y el porcentaje de células espermáticas vivas del eyaculado.

La asociación entre la tasa de ganancia diaria de peso de los machos cabríos y el volumen del eyaculado mostró una relación cuadrática (Figura 4.5), indicando que el volumen de espermatozoides tendió a ser mayor cuando los animales presentaron mayores aumentos de peso, aunque con

aumentos muy altos de peso el volumen tendió a disminuir. Un 13.37% de la variación en el volumen puede ser explicada por la variación en el peso de los animales. Cabe señalar que los valores de volumen utilizados corresponden a los eyaculados obtenidos con los condones.

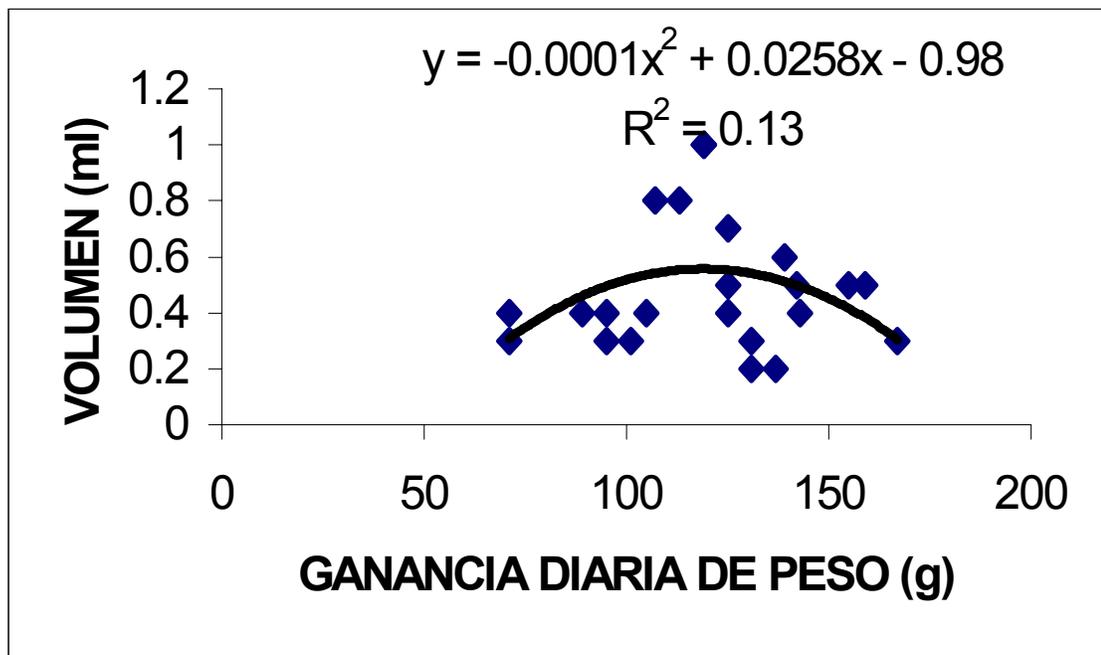


Figura 4. 5. Relación entre la tasa de ganancia diaria de peso de machos cabríos estabulados y el volumen del eyaculado.

Este estudio muestra que los condones insertados en la vagina de cabras en anestro constituye un método práctico, rápido y poco costoso para la obtención del semen de los machos cabríos. Sin embargo, los condones imposibilitan la determinación de la motilidad y porcentaje de

espermatozoides vivos, ya que éstos se ven afectados por sustancias tóxicas contenidas en el látex de los condones.

Por lo anterior, se requieren investigaciones futuras para desarrollar un método para eliminar los productos tóxicos de los condones, y así poder utilizar esta técnica para la colección del semen de machos cabríos tanto para la evaluación reproductiva de los sementales, como para el procesamiento del semen para la inseminación artificial.

CONCLUSIONES

- Con el uso del electroeyaculador se obtuvo mayor volumen de eyaculado y consecuentemente una mayor cantidad de células espermáticas por eyaculado comparado con el condón.

- La motilidad de los espermatozoides y el porcentaje de células espermáticas vivas no se pueden evaluar con el condón, ya que el látex contiene sustancias que inmovilizan a los espermatozoides.

- Se observó una tendencia a tener mejores características del semen con el incremento en las tasas diarias de ganancia de peso.

RESUMEN

Con el fin de evaluar dos métodos de extracción de semen: 1) el electroeyaculador y 2) el condón insertado en la vagina de cabras en anestro; considerando las características del semen obtenido con estos procedimientos, y determinar el efecto del ritmo de crecimiento de los machos cabríos sobre las características del semen, se utilizaron 28 machos cabríos, nueve Nubios y 19 Granadinos, los cuales, al inicio del estudio contaban con un promedio de dos meses de edad , y 15 kg de peso vivo.

Dichos animales se asignaron aleatoriamente (n= 14 por grupo) a los siguientes tratamientos de acuerdo a los requerimientos nutricionales recomendados por el NRC (1981).

- Dieta con el 100 por ciento de los requerimientos nutricionales.
- Dieta con el 125 por ciento de los requerimientos nutricionales.

Cada 14 días se registró el peso vivo y la altura a la cruz. Así mismo se midió el desarrollo testicular de los machos (circunferencia escrotal) Al finalizar el estudio se llevó a cabo la colección y análisis del semen de los machos

cabríos. El semen de todos los animales fue analizado registrándose la motilidad de los espermatozoides, su concentración, así como los porcentajes de vivos y muertos y las anomalías de las células espermáticas.

El análisis estadístico de los resultados consistió en una prueba de "T" con el fin de establecer comparaciones entre los dos métodos de colección del semen, además del empleo de regresiones lineales y no lineales para determinar la asociación entre los incrementos de peso y las características del semen.

Se concluyó que con el uso del electroeyaculador se obtiene mayor volumen de eyaculado y consecuentemente una mayor cantidad de células espermáticas por eyaculado comparado con el condón.

La motilidad de los espermatozoides y el porcentaje de células espermáticas vivas no se pudieron ser evaluados con el condón, ya que el látex contiene sustancias que inmovilizan a los espermatozoides.

Además, se observó una tendencia a tener mejores características del semen con el incremento en las tasas diarias de ganancia de peso.

LITERATURA CITADA

- Ali, B.H., and A.I. Mustafa. 1986. Semen characteristics in Nubian goats in the Sudan. *Animal Reprod. Sci.* 12:63- 68.
- Borgoin, B.N., B.R . Benjamin, B. Baruah, and B.C Joshi. 1983. Testicular consistency and scrotal circumference in relation to the seminal characteristics among goats. *Indian J. Anim. Sci.* 53:1233-1235.
- Corteel, J.M. 1994. La reproduction du male de l'espece caprine. IX Reunión Nacional de Caprinocultura. La paz, Baja California Sur. 27-30 sept. 1994. pp. 1-51
- Delgadillo, J.A., G.A. Canedo, P. Chemineau, D. Guillaume, and B. Malpoux. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male cróele goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology* 52:727-737.
- Greyling, J.P.C. and J.A.N. Grobbelaar. 1983. Seasonal variation in semen quality of Boer and Angora goat rams using different collection techniques. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 13:250-252.
- Igboeli, G. 1974. A comparative study of the semen and seminal characteristics of two breeds of goats. *East Afr. Agric. Forest. J.* 40:132-137.
- Ibrahim, S.A. and R.M. Yousri. 1992. The effect of dietary zinc, season, and breed on semen quality and body weight in goats. *Int. J. Anim. Sci.* 7:5-12.
- Mitall, J. P., and P.K. Grosh. 1985. Characteristics of Parbatar breed of goat from Rajasthan desert. *Indian J. Anim. Sci.* 55: 673- 678.

- Mittal, J.P. 1986. Reproductive characteristics of indigenous and crossbred bucks maintained under desert conditions. *Indian J. Anim. Sci.* 56:688-692.
- Mohan, G; N.K. Mazumder, K.K. Goswani. 1985. Note on semen characteristics of Pashmina goats. *Indian J. Anim. Sci.* 50:898-900.
- NRC. 1981. National Research Council. Nutrient Requirement of goats. Natl. Acad. Sci., Washington, D.C.
- Okere, C., O. Chiboka and G. Montsma. 1986. Effect of frequent ejaculation of West African Dwarf goat on semen characteristics. *Anim. Repr. Sci.* 11:249-258.
- Pandey, R.P., S.N. Sinha, B. Singh, M.H. Akhtar. 1985. Characters of semen and fertility rate in Saanen and Barbari bucks. *Indian J. Anim. Sci.* 55:773-774.
- Roca, J., E. Martínez, J.M. Vázquez, and P. Coy. 1992. Characteristics and seasonal variations in the semen of Murciano-Granadina goats in the Mediterranean area. *Anim. Repr. Sci.* 29:255-262.
- Singh, D.K., Sinha., M.P. Singh, R.A., Singh, C.S.P., Singh, K.K. 1985. Comparative studies on seminal quality of pure and crossbred bucks. *Indian Vet. Med. J.* 9:56- 58.
- Singh, M.P., S.N. Sinha and B. Singh. 1985. Semen characteristics of Jamnapari and Barbari bucks. *Indian Vet. Med. J.* 6:41-43.
- Sinha, M.P. and B.K. Singh. 1982. Studies on the semen characteristics of Black Bengal and Saanen bucks. *Indian Vet. Med. J.* 6:253-257.
- Sinha, N.K, Wani, G,M, Sahni, K.L. 1981. El efecto de épocas y edad sobre atribuciones seminales de machos Jamunapar. *Indian, Vet. J.* 58: 963-965.

Summermatter, P. and E. Fuschini. 1995. Semen productivity of different Swiss goat breeds. *Repr. Dom. Anim.* 30:129-132.

Vinha. N.A. 1979a. Aspectos físicos y morfológicos del semen de machos cabríos. *Memorias de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal*. Panamá, 23-29 septiembre 1979. 14:103-104.

Vinha. N.A. 1979b. Variación estacional en la producción y calidad del semen de *Capra hircus*. *Memorias de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal*. Panamá, 23-29 septiembre 1979. 14:104.