

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

**LA SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA NO MEJORA LA RESPUESTA DE LA  
ACTIVIDAD SEXUAL DE LOS MACHOS CABRÍOS TRATADOS CON DÍAS  
LARGOS EXPLOTADOS EXTENSIVAMENTE**

**Tesis**

Por :

**Ulises Cruz Castrejón**

Elaborada bajo la supervisión del comité de asesoría y aprobada como requisito parcial, para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS AGRARIAS**

Comité Particular

Asesor principal:

\_\_\_\_\_  
Dr. Gerardo Duarte Moreno

Asesor:

\_\_\_\_\_  
Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez

Asesor:

\_\_\_\_\_  
Dr. José Alfredo Flores Cabrera

\_\_\_\_\_  
M. C. Gerardo Arellano Rodríguez  
Jefe del departamento de Postgrado

\_\_\_\_\_  
Dr. Jerónimo Landeros Flores  
Subdirector de Postgrado

Torreón, Coahuila, México

Mayo 2006

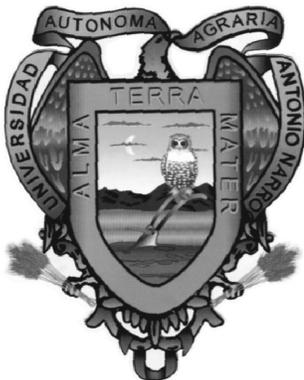
**La suplementación alimenticia no mejora la respuesta  
de la actividad sexual de los machos cabríos tratados  
con días largos explotados extensivamente**

Ulises Cruz Castrejón

**Tesis**

Presentada como requisito parcial para  
obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS AGRARIAS**



Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro  
Unidad Laguna

Subdirección de Postgrado

Torreón, Coahuila, México  
Mayo 2006

## Agradecimientos

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por su apoyo para la realización de éste postgrado.

Al CONACYT por su apoyo económico para finalizar este trabajo.

Al grupo de asesores, quien día a día me enseñó el camino de la investigación y aprendí de sus experiencias.

Al Dr. Gerardo Duarte por el aguante y la paciencia que tuvo para asesorarme en la realización de este escrito, además de su valiosa amistad.

Al Dr. J. Alberto Delgadillo por su gran apoyo, sus valiosos consejos, de su gran amistad y que no quitó el dedo del renglón para que en la investigación fuéramos personas de lo mejor en este postgrado para bien nuestro.

Al Dr. J. Alfredo Flores Cabrera por sus consejos en este trabajo y con quien compartí de sus gratas experiencias, buena amistad y relación.

Al Dr. F. Gerardo Véliz Deras por su gran apoyo en la realización de este trabajo quien colaboró en gran manera, además de la confianza y amistad que cultivé en él.

Al Dr. Horacio Hernández Hernández por su desinteresado apoyo y asesoría en esta tesis, además por esa amistad y confianza que me brindó durante este periodo.

Al M. C. Jesús Vielma Sifuentes por su asesoría y apoyo que siempre me proporcionó durante estos estudios, por ese ánimo que brinda el maestro.

A mis profesores, compañeros y amigos del postgrado y del CIRCA, Dra. Ilda, Raymundo, Evaristo, Juan, Ángeles, Gonzalo, Iván, Mauricio, Carlos, Francisco, Soledad, por mencionar algunos, agradezco su amistad y apoyo.

A las autoridades de este postgrado por la facilitación de los trámites relacionados a éste, al M. C. Gerardo Arellano, a Esther Peña, y desde luego a la Lic. Dolores López, gracias por su cooperación en este trabajo.

A los señores productores Paulo Cervera y Abel Villegas que facilitaron sus hatos caprinos para la realización de este estudio.

A todos los que omití y que colaboraron en el trabajo de este estudio.

## Dedicatorias

A Dios, Jehová por darme la vida, fuerza y capacidad para lograr ésta meta.

A mis padres por darme su amor, apoyo incondicional, ánimo y por la educación que cada uno de nosotros, sus hijos, ha recibido en el transcurso de esta vida.

A mis hermanos y sus esposas, Roberto y Evelyn, Miguel y Daysi, por el ánimo y por ese gran apoyo en la realización de una de mis metas, por aguantarme y ser pacientes para que cumpliera este objetivo, en especial a Esteban, así también a J. Cesar. Gracias....

A mi tío Jorge I. Castrejón (*f*), quien siempre se interesó en vernos triunfar, lo quisimos mucho, Dios lo tenga en su memoria.

A toda mi familia y amistades que me apoyaron de una u otra forma, mil gracias.



## CONTENIDO

<b>COMPENDIO</b>	1
<b>ABSTRACT</b>	3
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	5
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	7
2.1 Actividad reproductiva de los ovinos y caprinos en diferentes latitudes	7
2.1.1 Latitudes templadas	7
2.1.2 Latitudes tropicales	8
2.1.3 Latitudes subtropicales	9
2.2 Respuesta de los machos cabríos y ovinos al fotoperiodo	10
2.2.1 Tratamientos fotoperiódicos	10
2.3 Efectos de la nutrición sobre el desempeño reproductivo	14
2.3.1 Influencia de la nutrición sobre la talla testicular, túbulos seminíferos y producción espermática de carneros y machos cabríos	16
2.3.2 Influencia de la nutrición en la respuesta endocrina y el comportamiento sexual en carneros y machos cabríos	17
<b>III. OBJETIVO E HIPÓTESIS</b>	22
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	23
4.1 Localización	23
4.2 Animales y sistema de explotación	23
4.3 Tratamiento fotoperiódico	25
4.4 Tratamiento de suplementación alimenticia	25
4.5 Variables determinadas	26
4.5.1 Peso corporal	26

4.5.2 Condición corporal	26
4.5.3 Peso testicular	27
4.5.4 Olor sexual	27
4.5.5 Diámetro de los túbulos seminíferos	28
4.6 Análisis estadísticos	28
<b>V. RESULTADOS</b>	29
5.1 Peso corporal	29
5.2 Condición corporal	30
5.3 Peso testicular	31
5.4 Olor sexual	32
5.5 Diámetro de los túbulos seminíferos	33
<b>VI.-DISCUSIÓN</b>	34
<b>VII.-CONCLUSIÓN</b>	37
<b>VIII.-LITERATURA CITADA</b>	38

## Índice de figuras

- Figura 1.-** Promedios mensuales ( $\pm$  e.e.m) de la masa testicular (a), de las concentraciones plasmáticas de testosterona (b) y de la intensidad del olor (c) de machos cabríos cashmere que recibieron una dieta de baja calidad ( $\circ$ ) o alta calidad ( $\bullet$ ) proporcionada *ad libitum* y bajo el fotoperiodo natural ( $29^\circ$  S) con rangos de 10.3-14.0 h luz (Walkden-Brown *et al.*, 1994). 19
- Figura 2.-** Concentraciones de testosterona plasmática ( $\pm$  e.e.m) semanales en machos cabríos Criollos sujetos a 2.5 meses de tratamiento fotoperiódico de días largos artificiales seguidos de días cortos naturales ( $\bullet$ ), y machos con solamente el fotoperiodo natural de la región a  $26^\circ$  N ( $\circ$ );\*  $P < 0.05$  y \*\*  $P < 0.001$ ; de Delgadillo *et al.*, 2002). 20
- Figura 3.-** Evolución del peso corporal de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera ( $26^\circ$  N) tratados con 2.5 meses de días largos y explotados en pastoreo extensivo. Machos control ( $\circ$ ) y suplementados ( $\bullet$ ). \*  $P < 0.05$  29
- Figura 4.-** Evolución de la condición corporal de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera ( $26^\circ$  N) tratados con 2.5 meses de días largos y explotados en pastoreo extensivo. Machos control ( $\circ$ ) y suplementados ( $\bullet$ ). \*  $P < 0.05$ . 30
- Figura 5.-** Evolución del peso testicular de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera ( $26^\circ$  N) tratados con 2.5 meses de días largos y explotados en pastoreo extensivo. Machos control ( $\circ$ ) y suplementados ( $\bullet$ ). 31
- Figura 6.-** Evolución de la intensidad del olor de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera ( $26^\circ$  N) tratados con 2.5 meses de días largos y explotados en pastoreo extensivo. Machos control ( $\circ$ ) y suplementados ( $\bullet$ ). 32

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.-</b> Peso vivo, condición corporal y peso testicular (promedio $\pm$ e.e.m.) de los machos cabríos experimentales de ambos grupos al inicio del estudio.	24
<b>Tabla 2.-</b> Diámetro promedio ( $\pm$ e.e.m) de los túbulos seminíferos y de la luz tubular de los machos cabríos control y suplementados tratados con 2.5 meses de días largos en condiciones extensivas.	33

## **COMPENDIO**

# **LA SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA NO MEJORA LA RESPUESTA DE LA ACTIVIDAD SEXUAL DE LOS MACHOS CABRÍOS TRATADOS CON DÍAS LARGOS EXPLOTADOS EXTENSIVAMENTE**

**POR**

**ULISES CRUZ CASTREJÓN**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO, MAYO 2006**

El objetivo de este estudio fue determinar si una suplementación alimenticia mejora la respuesta sexual al tratamiento fotoperiódico de días largos en machos cabríos mantenidos en condiciones extensivas. Dos grupos de machos ( $n=5$  c/u) fueron integrados separadamente en dos rebaños de cabras pastoreadas extensivamente donde consumían la flora nativa. Por la noche, los machos fueron mantenidos en corrales separados de las hembras y recibieron 2.5 meses de días largos artificiales (16 h luz/8 h oscuridad) a partir del 1 de noviembre. Un grupo de machos fue suplementado diariamente con 1 kg de heno de alfalfa y 300 g de concentrado comercial por animal. El otro grupo no recibió ninguna suplementación. En ambos grupos, el peso corporal

exhibió variaciones a través del tiempo de estudio ( $P < 0.001$ ). El ANOVA reveló una interacción tratamiento \* tiempo. La comparación quincenal demostró que el grupo suplementado fue superior que el grupo control en la última quincena del estudio ( $P < 0.05$ ). La condición corporal exhibió variaciones a través del tiempo de estudio en ambos grupos ( $P < 0.001$ ). El ANOVA reveló una interacción tratamiento \* tiempo del estudio en la evolución de la condición corporal ( $P < 0.05$ ). Las diferencias existentes fueron en noviembre 22, enero 24, febrero 29 y marzo 31. El peso testicular se incrementó significativamente a través del estudio en ambos grupos (control: de  $76 \pm 7$  g a  $124 \pm 4$  g; suplementado: de  $70 \pm 6$  g a  $116 \pm 9$  g). Sin embargo, no hubo diferencias entre los dos grupos ( $P > 0.05$ ). La intensidad del olor también varió, incrementándose en marzo de  $0.2 \pm 0.2$  en ambos grupos a  $1.4 \pm 0.2$  y  $1.8 \pm 0.2$  en el grupo control y suplementado respectivamente ( $P < 0.05$ ). El diámetro promedio de los túbulos seminíferos fue similar en el grupo suplementado ( $204.00 \pm 10.4$   $\mu\text{m}$ ) y en el grupo control ( $183.75 \pm 8.5$   $\mu\text{m}$ ;  $P > 0.05$ ). Se concluye que la suplementación alimenticia no mejoró la respuesta sexual de los machos cabríos sometidos a 2.5 meses de días largos en condiciones extensivas.

**PALABRAS CLAVE: machos cabríos, nutrición, fotoperiodo, peso testicular, olor sexual**

## **ABSTRACT**

### **FEED SUPPLEMENTATION DOES NOT IMPROVE THE SEXUAL RESPONSE IN MALE GOATS TREATED WITH LONG DAYS AND MANAGED IN EXTENSIVE CONDITIONS**

**BY**

**ULISES CRUZ CASTREJON**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO, MAY 2006**

The objective of this study was to determine if a feed supplementation improves the sexual response to 2.5 months of long days in male goats raised under extensive conditions. Two groups of bucks (n=5 each) were integrated in two flocks of female goats grazed under extensive system, fed on native vegetation. At night, bucks were kept in pens separated from females and they received 2.5 months of artificial long days (16 h light: 8 h darkness) starting on November 1. The supplemented group received daily for each buck, 1 kg of alfalfa hay and 300 g of commercial concentrate. In both groups, male's body weight had variations throughout time of study ( $P < 0.001$ ). ANOVA reveals a treatment \* time interaction, and the comparison two a two showed that the

supplemented group was superior than the control group in the last fifteen days of the study. The male's body condition in the two groups exhibit variations through the time of the study ( $P < 0.001$ ). Also, ANOVA reveals a significant interaction between treatment and time of study ( $P < 0.05$ ), these differences were observed on November 22, January 24, February 29 and March 31. The testicular weight increased significantly throughout the time of study in both groups ( $P < 0.001$ ; control: from  $76 \pm 7$  g to  $124 \pm 4$  g; supplemented: from  $70 \pm 6$  g to  $116 \pm 9$  g). However, an effect of the treatment and treatment \* time interaction was not different in this variable ( $P > 0.05$ ). The odor intensity was similar in both groups, increasing in March from  $0.2 \pm 0.2$  to  $1.4 \pm 0.2$  and  $1.8 \pm 0.2$  for control and supplemented group, respectively ( $P > 0.05$ ). Mean diameter of seminiferous tubules was similar ( $204.00 \pm 10.4$   $\mu\text{m}$ ) in the supplemented group and the control group ( $183.75 \pm 8.5$   $\mu\text{m}$ ;  $P > 0.05$ ). The present result concluded that feed supplementation did not improve the sexual response of bucks treated with 2.5 months of long days and grazed under extensive conditions.

**KEY WORDS:** goat buck, nutrition, photoperiod, testicular weight, sexual odor

## I. INTRODUCCION

La cabra es una de las especies domésticas importantes y posee gran adaptabilidad a diferentes ecosistemas (Agraz, 1984). La caprinocultura es importante porque permite el sustento de un gran número de familias rurales de escasos recursos económicos (Hernández y Tovar, 1998; Mellado, 2005).

En las zonas áridas y semiáridas de nuestro país se encuentran alrededor del 75 % del total de la ganadería caprina (Arbiza, 1986; Hernández y Tovar, 1998). Una de esas regiones, en el norte del país es la Comarca Lagunera, la cual está situada en la región sureste del estado de Coahuila y al noroeste del estado de Durango (26° N, 103° O). En esta región se estima un inventario de 462, 730 cabezas de caprinos, de los cuales, la mayoría son de raza Criolla o encastada (SAGARPA, 2005). La mayor parte de la ganadería caprina es explotada bajo condiciones extensivas o semi-extensivas. Aunque el aporte alimenticio es principalmente por pastoreo y algunas ocasiones residuos de cosechas en terrenos de cultivo, generalmente no se proporciona una suplementación alimenticia en el corral (Salinas *et al.*, 1989). La disponibilidad de forraje y la calidad nutritiva a nivel regional, sobre todo durante la época de estiaje en los meses de noviembre a mayo son muy bajas (Sáenz-Escárcega *et al.*, 1991). La restricción en su alimentación a la que son sometidos esos animales durante el periodo de sequía, conlleva a una pérdida de peso, cambios en su condición corporal, lo cual se traduce en un rendimiento reproductivo bajo, tales como retraso en la pubertad, disminución de la producción espermática, del comportamiento sexual, así como de los índices

reproductivos (Walkden-Brown y Bocquier, 2000). Debido a esta problemática, la suplementación alimenticia es una opción para mejorar el comportamiento reproductivo de éstos animales (Bohnert *et al.*, 2002).

En condiciones intensivas, 2.5 meses de días largos artificiales a partir del 1º de noviembre seguidos de días naturales induce la actividad sexual durante el periodo de reposo sexual (Delgadillo *et al.*, 2004a). El objetivo de este estudio fue determinar la respuesta de los machos cabríos sometidos a 2.5 meses de días largos en condiciones extensivas. Un grupo, recibió una suplementación alimenticia y el otro solo consumió la vegetación natural de los agostaderos. En este estudio se determinó la influencia de la suplementación alimenticia en los machos cabríos Criollos locales con el mismo tratamiento fotoperiódico pero bajo condiciones de pastoreo extensivo sedentario y sujetos a las variaciones en calidad y disponibilidad de alimentación.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Actividad reproductiva de los ovinos y caprinos en diferentes latitudes

#### 2.1.1 Latitudes templadas

En los pequeños rumiantes originarios de regiones templadas, la actividad reproductiva se lleva a cabo durante los días cortos del otoño y el invierno y el reposo sexual ocurre durante los días largos de la primavera y el verano (Lincoln y Short, 1980; Delgadillo *et al.*, 1993). Esta actividad reproductiva estacional es controlada principalmente por el fotoperíodo (Malpoux *et al.*, 1997). En los machos de estas dos especies, la actividad reproductiva varía profundamente a lo largo del año. En los carneros Ile-de-France y en los machos cabríos Alpinos y Saanen, por ejemplo, la libido, la talla testicular y la producción espermática, son más elevadas durante el período de actividad (otoño-invierno) que durante el período de reposo sexual (primavera-verano; Delgadillo *et al.*, 1991; 1992; Chemineau *et al.*, 1995). En los machos Alpinos y Saanen, la disminución de la actividad espermatogénica registrada durante el período de reposo sexual, provoca una disminución del peso testicular de 150 g en invierno a 117 g en primavera (Delgadillo *et al.*, 1995). También en los machos ovinos de la raza Ile-de-France, el peso testicular disminuye de 350 g en julio a 200 g en febrero y marzo (Chemineau *et al.*, 1995) y el número de espermatozoides producidos por gramo de parénquima

testicular varía de  $12.2 \times 10^6$  en otoño a  $9.3 \times 10^6$  en primavera (Ortavant, *et al.*, 1985). El diámetro promedio de los túbulos seminíferos es mayor en la estación de reproducción que en la de reposo sexual de los ovinos Soay (Mortimer y Lincoln, 1982). En cambio, ninguna diferencia fue encontrada en los machos cabríos entre la estación de reposo y la de actividad sexual (Delgadillo *et al.*, 1993).

### 2.1.2 Latitudes tropicales

En contraste a las razas antes mencionadas, las cabras originarias del trópico presentan una actividad sexual permanente a lo largo de todo el año, sin variación o con mínimas variaciones en la actividad sexual (Restall, 1992; Chemineau, 1993). Por ejemplo, los machos cabríos criollos de la Isla de Guadalupe en el Caribe no presentan variaciones de la libido, peso testicular ni producción espermática (Chemineau, 1986). La disponibilidad alimenticia es un factor importante en el desarrollo anual de la actividad sexual (Carmenate *et al.*, 1982; Chemineau, 1993). En efecto, existe una relación entre el inicio y el cese de la estación reproductiva y el patrón estacional de las lluvias, con la consiguiente producción de pastos dando lugar a una mejora nutricional (Chemineau *et al.*, 1992b; Restall, 1992, Galina *et al.*, 1995).

### 2.1.3 Latitudes subtropicales

En las latitudes subtropicales, algunas razas de caprinos y ovinos originarios o adaptados a esas regiones, muestran variaciones estacionales de la actividad reproductiva, responsables de los cambios en tasas de concepción a través del año (Delgadillo *et al.*, 2004b). El macho cabrío de estas latitudes muestra cambios estacionales del tamaño testicular, la libido, el desarrollo de las glándulas accesorias, las características del semen y diámetro de los túbulos seminíferos (Restall, 1992; Gastel *et al.*, 1995). En carneros Corridale de Uruguay el diámetro promedio de los túbulos seminíferos varían entre estaciones, mostrando máximos valores durante el otoño y mínimos valores en invierno con una diferencia del 34 % entre los valores de ambas estaciones (Gastel *et al.*, 1995). En el norte de México (26° N), los machos cabríos locales explotados en condiciones extensivas y sometidos a variaciones en la disposición alimenticia, manifiestan variaciones estacionales de su actividad sexual (Delgadillo *et al.*, 1997). Este fenómeno también se observa en los machos estabulados y alimentados adecuadamente, en los que durante el período de reposo sexual que ocurre de enero a abril-mayo, se produce una disminución del peso testicular, de la producción espermática, de los niveles de testosterona y de la libido (Delgadillo *et al.*, 1999b). En los machos cabríos locales del norte de México, el fotoperiodo controla el ciclo anual de su actividad reproductiva (Delgadillo *et al.*, 2004b). Los días cortos estimulan la secreción de testosterona y los días largos la inhiben. Lo mismo se ha reportado en los machos cabríos de la raza cashmere en el subtrópico australiano (29° S), en los

que el peso testicular y los niveles plasmáticos de testosterona, LH y producción espermática presentan variaciones estacionales de gran amplitud (Walkden-Brown *et al.*, 1994; Delgadillo *et al.*, 2003). Sin embargo, en estos animales, la alimentación es un factor importante que interviene en el desarrollo del ciclo anual de su reproducción (Walkden-Brown *et al.*, 1994). En efecto, en los machos cabríos bien alimentados, la actividad sexual inicia antes que en los machos subalimentados.

## **2.2 Respuesta de los machos cabríos y ovinos al fotoperiodo**

En los machos originarios de zonas templadas o subtropicales susceptibles al fotoperiodo, el ciclo anual de reproducción observado en condiciones naturales puede ser alterado al modificar solamente el fotoperiodo (Delgadillo *et al.*, 2004b). Estos tratamientos permiten inducir la actividad sexual durante el periodo de reposo sexual o abolir la estacionalidad reproductiva (Pelletier y Almeida, 1987; Delgadillo *et al.*, 1992; Delgadillo *et al.*, 2004b).

### **2.2.1 Tratamientos fotoperiódicos**

#### **2.2.1.1 Alternancia de días largos y días cortos**

Los días largos son los responsables de sensibilizar a los animales a los días cortos, mientras que los días cortos se encargan de mantener el período de actividad sexual. Por lo tanto, los días largos son necesarios para poder

proyectar la estimulación de los días cortos naturales, artificiales o melatonina. En efecto, en machos cabríos Alpinos y Saanen, la alternancia de días cortos (8h de Luz: L/16h de Oscuridad: O) y de días largos (16h L/8h O) cada dos meses, provoca un incremento en la secreción de testosterona que inicia al final de los días cortos y alcanza su máximo nivel durante los días largos (Delgadillo *et al.*, 1992). El peso testicular de éstos machos es superior ( $181 \pm 44$  g) al de los machos control durante la estación de reposo sexual ( $117 \pm 5$  g;  $P < 0.05$ ). Sin embargo no existe diferencia en el diámetro de los túbulos seminíferos entre los machos tratados ( $230 \pm 19$   $\mu$ m) y control ( $211 \pm 11$   $\mu$ m; Delgadillo *et al.*, 1995).

#### 2.2.1.2 Días largos y melatonina

Los días largos se pueden proporcionar con luz artificial en cámaras fotoperiódicas o combinando la luz artificial con luz natural en instalaciones abiertas (Chemineau *et al.*, 1988). También los días cortos pueden proporcionarse artificialmente en cámaras o habitaciones fotoperiódicas, o imitarlos con la administración de melatonina, hormona que da una señal de días cortos. La melatonina puede ser administrada por vía oral, intramuscular o implantes subcutáneos (Staples *et al.*, 1991; Chemineau *et al.*, 1995). De este modo, el tratamiento fotoperiódico de 2.5 meses de días largos seguidos de 2 ó 3 implantes subcutáneos de melatonina (18 mg) permite inducir la actividad sexual de los machos ovinos y caprinos durante el período de reposo sexual (Chemineau *et al.*, 1992a). Los machos tratados así, presentan un

comportamiento sexual intenso después de un mes de la aplicación de la melatonina, presentando un mínimo de latencia a la eyaculación, un incremento en la talla testicular, en el volumen y la concentración espermática del eyaculado fuera de la estación reproductiva natural (Chemineau *et al.*, 1995; Delgadillo *et al.*, 2001). En los machos cabríos locales de la Comarca Lagunera (26° N) tratados de esta manera, los niveles plasmáticos de testosterona, comportamiento sexual determinado por las montas, intento de montas, aproximaciones y olfateos anogenitales, fueron superiores a los machos sin tratamiento fotoperiódico e implante de melatonina (Delgadillo *et al.*, 2001).

#### 2.2.1.3 Días largos sin melatonina

La utilización de 2.5 meses de días largos (16 h L/día), seguidos de las variaciones naturales del fotoperíodo, también permiten inducir una intensa actividad sexual durante el periodo de reposo sexual natural. En los machos cabríos Criollos del subtrópico mexicano sometidos a este tratamiento fotoperiódico a partir del 1 de noviembre, se incrementan los niveles plasmáticos de testosterona y su comportamiento sexual durante el periodo de reposo sexual (Delgadillo *et al.*, 2002; Delgadillo *et al.*, 2003).

#### 2.2.1.4 Abolición total de las variaciones estacionales

La alternancia cada mes de días largos (16h L/8 h O) y días cortos (8h L/16h O) constantes induce una abolición total de las variaciones estacionales

de la actividad sexual (Delgadillo *et al.*, 1991). Esta alternancia rápida impide el establecimiento de un estado refractario de los días largos así como a los días cortos, por lo que los machos que reciben este tratamiento fotoperiódico mantienen una actividad sexual elevada y constante durante todo el año. En los machos cabríos de las razas Alpina y Saanen que recibieron este tratamiento, el comportamiento sexual, el volumen del eyaculado, la concentración espermática del eyaculado, el número de espermatozoides por eyaculado y la aptitud del semen a soportar la congelación fueron del mismo nivel y en ocasiones superiores en lo observado en la estación sexual natural de los machos cabríos testigo (Delgadillo *et al.*, 1992). El número de dosis producidas para la inseminación artificial fue superior en los machos tratados. La fertilidad del semen después de la descongelación no fue diferente entre los machos tratados y los control durante la estación sexual (Delgadillo *et al.*, 1991; Delgadillo *et al.*, 1992). Este tratamiento también permite a los carneros mantener una constante actividad sexual durante todo el año (Pelletier y Almeida, 1987).

### **2.3 Efectos de la nutrición sobre el desempeño reproductivo**

La nutrición es un factor importante que puede influir la actividad reproductiva de los ovinos y caprinos. Este efecto puede ser a corto o largo plazo. El efecto a corto plazo que suele ocurrir en menos de diez días, es el llamado efecto inmediato de los nutrientes, el cual conduce a cambios en las concentraciones sanguíneas de glucosa, insulina, leptina y algunos aminoácidos, sin modificar el peso corporal de los animales. El efecto inmediato actúa sobre el sistema neuroendocrino incrementando la pulsatilidad del GnRH y por ende la de LH y FSH (Martin *et al.*, 1994a; Tjondronegoro *et al.*, 1996; Blache *et al.*, 2002). En ovejas y carneros, esta respuesta es expresada con un incremento de dos a tres veces en la frecuencia pulsátil de la LH. Sin embargo, esa respuesta declina y llega a ser indetectable después de 3-4 semanas. Además en las hembras actúa a nivel ovárico incrementando la tasa ovulatoria (Boukhliq y Martin, 1997; Pérez-Clariget *et al.*, 1998b; Blache *et al.*, 2000; Viñoles, 2003).

La nutrición tiene también efectos a mediano plazo, y se le llama efecto estático. Este efecto influye también el sistema neuroendocrino como el efecto inmediato, sin embargo esa respuesta es más bien observada en las hembras, y se refiere a las reservas de grasas corporales y en consecuencia al peso y condición corporales, La tasa ovulatoria, por ejemplo, es más elevada en

hembras pesadas que en las hembras ligeras (Walkden-Brown y Bocquier, 2000; Diskin *et al.*, 2003).

El efecto dinámico (más de tres semanas) que es mediado por aumento en la condición corporal y ganancia de peso vivo, se refiere al balance de nutrientes existente en términos de energía y aminoácidos, entre otros. Además de que la FSH se incrementa y es detectable de una semana a diez días después del inicio de la suplementación se mantiene por varias semanas. En machos, la respuesta se refleja en un incremento en la talla testicular en dos a cinco semanas y un incremento en la producción espermática (Oldham *et al.*, 1978; Blache *et al.*, 2000). Por ejemplo, en los carneros Corriedale después de 4 semanas de buena alimentación el crecimiento testicular, así como el peso vivo se mantiene por varios meses (Pérez-Clariget *et al.*, 1998a). En las hembras se traducen un incremento en la tasa ovulatoria debido al aumento de peso vivo y la condición corporal (3 semanas) antes de la monta (Smith y Stewart, 1990; Boukhliq y Martin, 1997; Landau y Molle, 1997). Por ejemplo, las borregas Rommey bien alimentadas durante todo el año tienen promedios más altos de tasa ovulatoria y prolificidad que las ovejas sometidas a una baja alimentación (Knight *et al.*, 1983).

### 2.3.1 Influencia de la nutrición sobre la talla testicular, túbulos seminíferos y producción espermática de carneros y machos cabríos

En el subtrópico australiano, los machos cabríos cashmere silvestres y en carneros Merino mantenidos en condiciones de pastoreo, el ciclo anual de la talla testicular está relacionado a los cambios estacionales en la disponibilidad de alimento más que al fotoperiodo (Walkden-Brown *et al.*, 1994, Martin y Walkden-Brown 1995; Walkden-Brown y Bocquier, 2000; Martin *et al.*, 2002). Cambios similares se observan en los carneros Corriedale criados en sistema de pastoreo extensivo de la región subtropical Americana, donde hay variaciones en la disponibilidad y calidad de pasturas (Pérez-Clariget *et al.*, 1998a).

Los cambios en el crecimiento testicular modulados por la nutrición, no solo alteran la cantidad total de tejido testicular, sino también la eficiencia en la que los gametos son producidos por ese tejido. Por ejemplo, una dieta de 750 g diarios de lupino (*Lupinus angustifolius*) durante 11 semanas, incrementa rápidamente la talla testicular de los carneros de la raza Merino debido al aumento en la proporción total de los túbulos seminíferos y tejido de los testículos. Esto es debido a un incremento en el grosor del epitelio de los túbulos seminíferos incluyendo las células germinales y las células de Sertoli, así como en el diámetro de los túbulos seminíferos (Martin y Walkden-Brown,

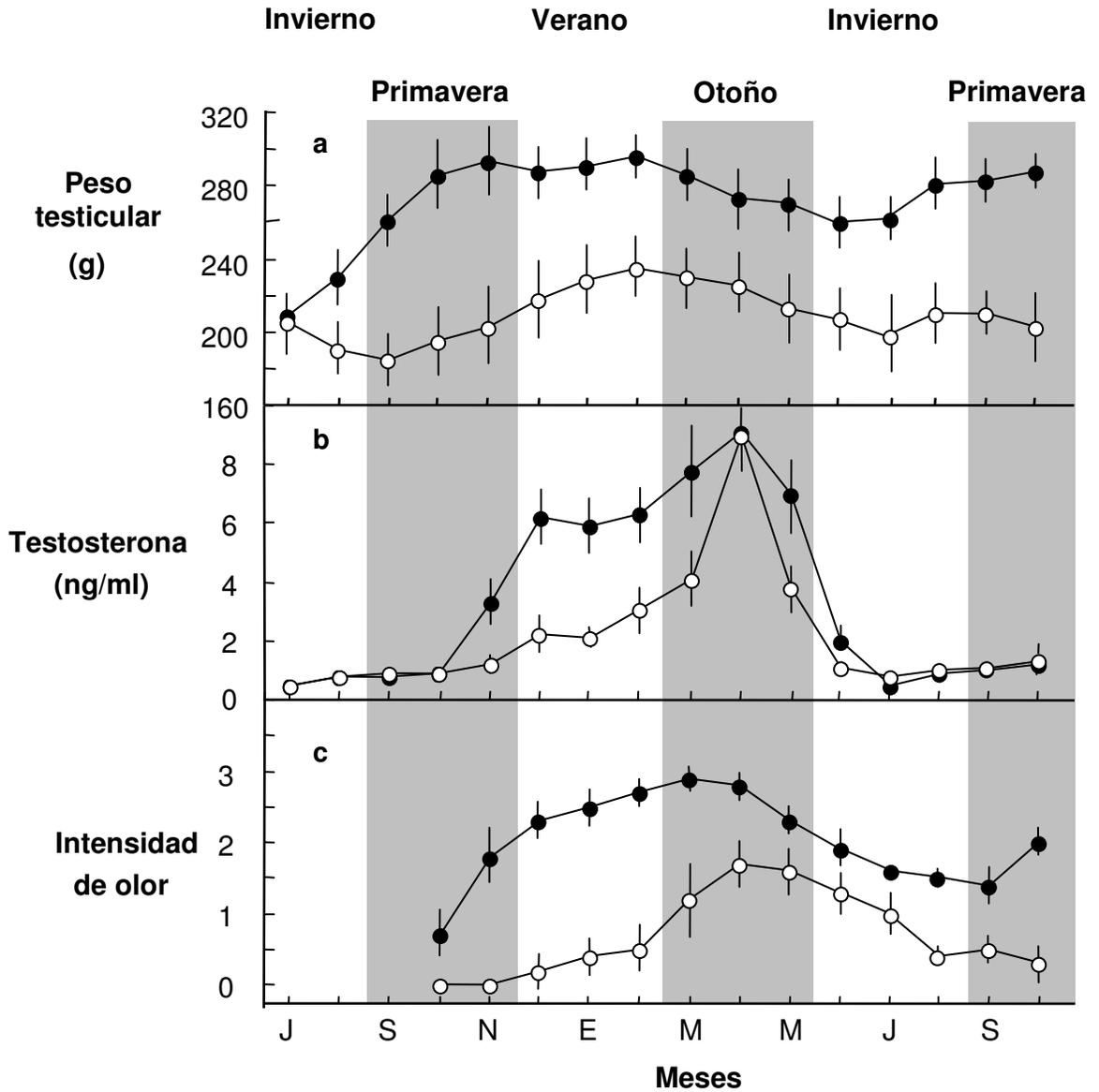
1995; Hötzel *et al.*, 1998; Pérez-Clariget *et al.*, 1998a). En machos cabríos cashmere silvestres y jóvenes, una dieta de baja y alta calidad durante 11 meses, resulta en una circunferencia escrotal de 22.4 y 28.1 cm y un promedio de volumen de eyaculado de 0.63 y 0.95 ml, respectivamente (Burhannudin *et al.*, 1986; Walkden-Brown y Bocquier, 2000).

En los machos cabríos Criollos del norte de México estabulados y alimentados adecuadamente, el número total de espermatozoides por eyaculado obtenido durante la estación sexual fue superior que en los machos mantenidos en condiciones extensivas (Sánchez *et al.*, 2001). Esto sugiere que en condiciones de pastoreo, la subalimentación disminuye, probablemente el rendimiento de la espermatogénesis, incrementando la degeneración de las células germinales (Martin y Walkden-Brown, 1995).

### 2.3.2 Influencia de la nutrición en la respuesta endocrina y el comportamiento sexual en carneros y machos cabríos

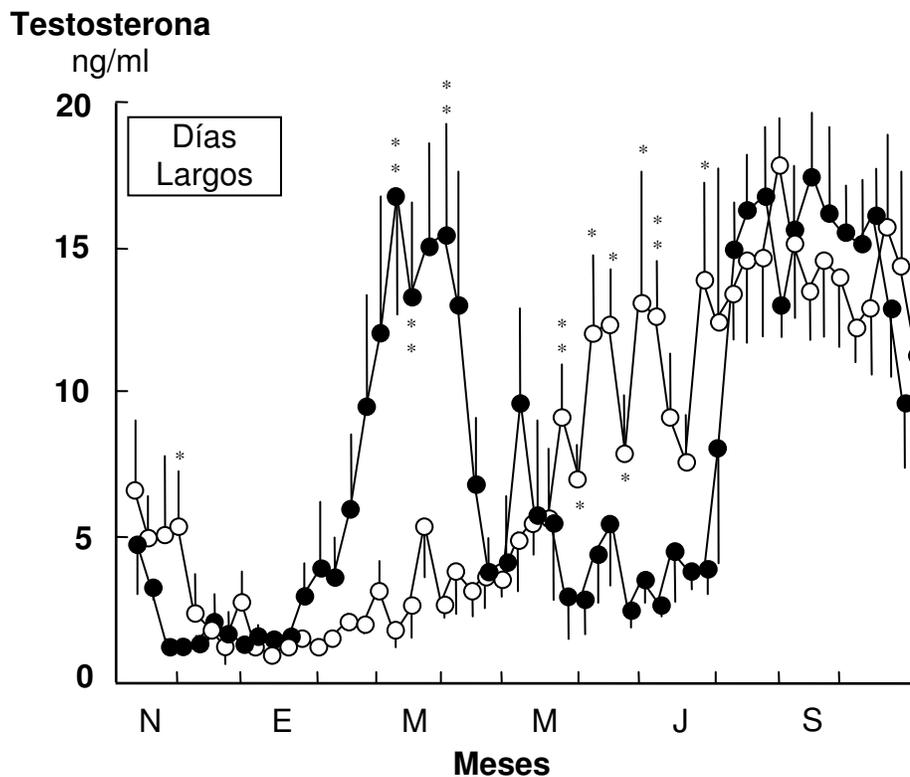
Durante los periodos de sequía, una suplementación alimenticia tiene buen impacto en el desempeño reproductivo de los machos cabríos jóvenes Red Sokoto del trópico nigeriano. En efecto, en esos machos suplementados, la concentración de testosterona plasmática es significativamente superior a la de los subalimentados (Malau-Aduli *et al.*, 2003). Una buena nutrición puede inducir una rápida respuesta endocrina, por lo que una sobrealimentación de seis semanas mejora esa respuesta y adelanta el inicio de la estación sexual

anual en los machos Cashmere australianos (Walkden-Brown *et al.*, 1994; Martin y Walkden-Brown, 1995). En efecto, en estos machos bien alimentados, los niveles plasmáticos de LH y testosterona son elevados desde la primavera y verano, mientras que en los machos subalimentados las concentraciones elevadas de esas hormonas se observan hasta el otoño (Walkden-Brown *et al.*, 1994, Figura 1b). Asimismo, en los machos alimentados adecuadamente el olor se incrementa a mediados de la primavera (octubre), mientras que en los machos subalimentados el olor sexual se incrementa hasta finales del verano (febrero; Walkden-Brown *et al.*, 1994, Figura 1c). Por otro lado cuando los machos Cashmere salvajes fueron alimentados durante 67 semanas *ad libitum* con una dieta de alta calidad la intensidad del olor fue mayor ( $2.0 \pm 0.13$ ) que en aquellos que fueron alimentados del mismo modo pero con una dieta de baja calidad ( $0.3 \pm 0.16$ ; Walkden-Brown *et al.*, 1993). Cuando los machos son alimentados con una dieta de alta calidad durante 16 meses, el comportamiento sexual es superior que en los machos a los que se les proporcionó una dieta de baja calidad durante ese mismo período (Walkden-Brown *et al.*, 1993). Además, los machos Cashmere australianos que recibieron la dieta de alta calidad exhibieron durante un periodo de 20 minutos mas montas ( $10.8 \pm 76$  vs  $5.1 \pm 0.55$ ) y eyaculaciones ( $2.42 \pm 0.08$  vs  $1.5 \pm 0.09$ ) que aquellos que recibieron la dieta de baja calidad (Walkden-Brown y Bocquier, 2000).



**Figura 1.-** Promedios mensuales ( $\pm$  e.e.m) de la masa testicular (a), de las concentraciones plasmáticas de testosterona (b) y de la intensidad del olor (c) de machos cabríos cashmere que recibieron una dieta de baja calidad ( $\circ$ ) o alta calidad ( $\bullet$ ) proporcionada *ad libitum* y bajo el fotoperiodo natural ( $29^\circ$  S) con rangos de 10.3-14.0 h luz (Walkden-Brown *et al.*, 1994).

En la Comarca Lagunera de Coahuila, México (26° N), los machos cabríos Criollos estabulados y bien alimentados que son sometidos a un tratamiento fotoperiódico de 2.5 meses de días largos a partir del 1 de noviembre, la actividad sexual determinada por los niveles de testosterona plasmática, es estimulada de febrero a abril periodo correspondiente al reposo sexual natural (Figura 2; Delgadillo *et al.*, 2002), meses en los cuales existe un periodo de subalimentación de los caprinos mantenidos en sistema de pastoreo extensivo.



**Figura 2.-** Concentraciones de testosterona plasmática ( $\pm$  e.e.m) semanales en machos cabríos Criollos sujetos a 2.5 meses de tratamiento fotoperiódico de días largos artificiales seguidos de días cortos naturales (●), y machos con solamente el fotoperiodo natural de la región a 26° N (○;\* P<0.05 y \*\* P<0.001; de Delgadillo *et al.*, 2002).

En esta región, la mayoría de los caprinos son explotados de manera extensiva y alimentados solamente con la flora natural de los agostaderos. El periodo de sequía se extiende desde el final de otoño hasta el final de la primavera, lo que ocasiona una disminución de la disponibilidad y calidad de la flora del área en donde pastorean los animales (Sáenz-Escárcega *et al.*, 1991). Por tanto, en este periodo, el nivel de consumo de proteína y energía metabolizable es inadecuado para completar los requerimientos nutricionales de los caprinos (Juárez *et al.*, 2004). Sin embargo, no se conoce la respuesta sexual al tratamiento fotoperiódico de 2.5 meses de días largos artificiales de los machos explotados en esas condiciones de pastoreo y que reciben una suplementación alimenticia.

### **III. OBJETIVO**

El objetivo del presente estudio fue determinar si en los machos explotados extensivamente, la suplementación alimenticia mejora la respuesta sexual al tratamiento de 2.5 meses de días largos.

### **HIPÓTESIS**

En los machos cabríos Criollos explotados extensivamente, una suplementación alimenticia mejora su respuesta sexual a un tratamiento fotoperiódico de 2.5 meses de días largos.

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 Localización**

Este experimento se realizó del 1 de noviembre de 2003 al 31 de marzo de 2004, en los ejidos San Luis y Santa Fe, ambos del municipio de Torreón los cuales están ubicados en la Comarca Lagunera de Coahuila (26° N). Esta Comarca se encuentra aproximadamente a 1100 msnm; el clima es semidesértico, con temperaturas promedio a la sombra de 24.6° C con rangos de -1° C en invierno y 44° C en verano. La precipitación pluvial promedio es de 250 mm, mientras que la acumulada durante los meses en que se efectuó el presente estudio (noviembre a marzo) fue de 15.7 mm. Las variaciones fotoperiódicas naturales son de 13:41 h de luz durante el solsticio de verano y de 10:19 h durante el solsticio de invierno.

### **4.2 Animales y sistema de explotación**

Se utilizaron 10 machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera de 2-4 años de edad. Antes del inicio del estudio fueron desparasitados, descornados y despezuzñados. Se distribuyeron en dos grupos homogéneos (n=5 c/u) de acuerdo a su peso vivo, condición corporal y peso testicular (Tabla 1). El 1 de noviembre de 2003, ambos grupos por separado fueron integrados a dos rebaños de cabras de 107 y 91 hembras las cuales eran explotadas en sistema de pastoreo extensivo sedentario. Durante todo el estudio, los machos salieron

a pastoreo junto con las hembras de las 10:00h a las 18:00h. Los animales pastoreaban en las orillas de carreteras, canales de riego y ocasionalmente en esquilmos de campos agrícolas. La alimentación consistía en la vegetación nativa de la región, consistente en zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris*), Bermuda o zacate chino (*Cynodon dactylon*), Navajita (*Bouteloua ssp*), zacate Jonson (*Sorghum halepense*) arbustivas como el Mezquite (*Acacia farnesiana*) y el Huizache (*Prosopis granulosa*) y otras herbáceas de la región. En ocasiones aprovechaban esquilmos de cultivos agrícolas tales como sorgo, algodón, maíz, cártamo, entre otras.

**Tabla 1.-** Peso vivo, condición corporal y peso testicular (promedio  $\pm$  e.e.m.) de los machos cabríos experimentales de ambos grupos al inicio del estudio.

Grupo	Machos cabríos (n)	Peso vivo (kg)	Condición corporal (1-4)	Peso testicular (g)
<b>Control</b>	5	43 $\pm$ 2.0 a	2.4 $\pm$ 2.2 a	91 $\pm$ 2.2 a
<b>Suplementado</b>	5	45 $\pm$ 2.2 a	2.2 $\pm$ 2.2 a	88 $\pm$ 2.2 a

Literales iguales en columnas indican que no hay diferencia significativa ( $P > 0.05$ )

### **4.3 Tratamiento fotoperiódico**

Los dos grupos de machos fueron sometidos a 2.5 meses de días largos (16h/día) a partir del 1 de noviembre. El 15 de enero, el tratamiento fotoperiódico fue suspendido y los machos percibieron sólo las variaciones naturales del fotoperíodo (Delgadillo *et al.*, 2002). El tratamiento de días largos se dió combinando la luz natural con la luz artificial, la cual se proporcionó en un corral contiguo donde descansaban las hembras después de regresar del pastoreo. Los dos grupos de machos eran introducidos en sus respectivos corrales de 4 x 5 m que tenían lámparas de luz fluorescente que se encendían a las 6:00 h y se apagaban a las 9:00 h y por la tarde se encendían a las 18:00 h y se apagaban a las 22:00h, para lo cual se utilizó un sistema de encendido y apagado de cuatro tiempos (Digital Timer 24 h 4 on/off, Radio Shack). La intensidad de la luz de las lámparas se verificó en estos corrales utilizando un luxómetro (Digital Light Meter, range 0-50,000 lux), siendo ésta de 300 a 350 lux a la altura de los ojos de los animales.

### **4.4 Tratamiento de suplementación alimenticia**

Un grupo de machos fue suplementado (GS) al retorno del pastoreo por la tarde con 300 g de concentrado comercial (14% de proteína cruda) y 1 kg de heno de alfalfa por día y por animal. El otro grupo control no fue suplementado (GC). El agua y sales minerales se administraron a libre acceso en sus corrales

a ambos grupos. Los machos de los dos grupos portaron constantemente un mandil o peto de lona plastificado desde el inicio del experimento para evitar la cópula.

## **4.5 Variables determinadas**

### **4.5.1 Peso corporal**

El peso vivo de los machos de ambos grupos se determinó cada quince días en la mañana antes de salir al pastoreo durante todo el experimento, utilizando para eso una báscula con una capacidad de 300 kg con una precisión de 200 g.

### **4.5.2 Condición corporal**

La condición corporal (CC) se determinó cada 15 días durante todo el estudio mediante la técnica descrita por Walkden-Brown *et al.* (1997), que consiste en medir manualmente la masa muscular de la región lumbar del animal. El valor fue dado en escala de 1 a 4 niveles con puntos intermedios en el que:

Un animal muy descarnado permitiendo el paso de los dedos entre los espacios espinosos de las vértebras lumbares (1), descarnado con poco tejido

muscular que no permite el libre paso de los dedos entre las vértebras lumbares (2), cantidad de masa muscular adecuada (3), abundante masa muscular y grasa en la región lumbar dándole una forma redondeada (4).

#### 4.5.3 Peso testicular

El peso testicular se determinó cada quince días durante todo el estudio, mediante la técnica de palpación comparativa según Oldham *et al.* (1978). Esta técnica está basada en la utilización de un orquidómetro, compuesto de modelos ovoides de madera similares a los testículos, con pesos de 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 y 225 g, consiste en tomar un testículo con una mano y con la otra compararlo con el orquidómetro.

#### 4.5.4 Olor sexual

El olor sexual se evaluó por su intensidad y éste fue determinado cada 7 días, para lo cual se utilizó la técnica descrita por Walkden-Brown *et al.* (1997), que consiste en oler la parte posterior de la región de la base de los cuernos a una distancia de 15 cm, lugar donde se encuentran las glándulas sebáceas. Se utilizó la escala de 0 a 3, que corresponde a: Olor igual a hembras o macho castrado (0), Olor ligero (1), Olor moderado (2), Olor intenso (3). La percepción del olor se determinó durante todo el estudio por la misma persona.

#### 4.5.5 Diámetro de los túbulos seminíferos

Al final del experimento, 7 machos fueron castrados (4 control y 3 suplementados). De ambos testículos de cada macho se obtuvieron bloques de 1-2 cm<sup>3</sup> de la parte superior, media y baja, las cuales fueron inmersas en frascos adecuadamente identificados en una solución de Bouin durante 24 h en refrigeración a 4° C. Posteriormente fueron lavadas con solución salina y almacenadas en una solución de formol para su análisis morfológico (diámetro y luz de túbulos seminíferos) de acuerdo a Gastel *et al.* (1995).

#### 4.6 Análisis estadísticos

Los datos de peso corporal, condición corporal peso testicular y la intensidad del olor sexual de ambos grupos se analizaron a través de un análisis de varianza (ANOVA) a dos factores, grupo y tiempo del experimento con medidas repetidas. Cuando existió interacción grupo \* tiempo, los datos fueron comparados dos a dos con la prueba t de student. Los datos de la intensidad del olor fueron analizados con la prueba U de Mann-Whitney.

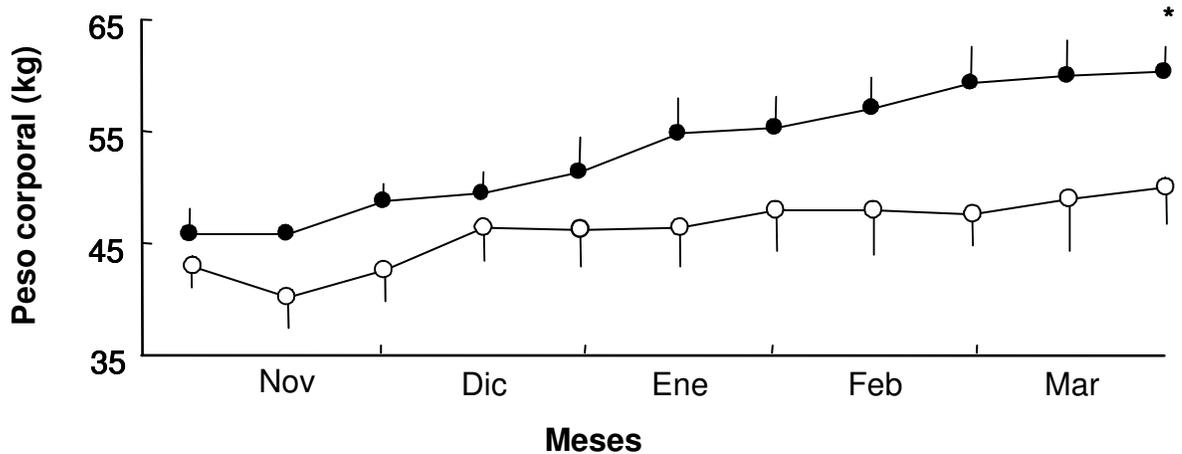
Los datos promedio del diámetro de la luz y del diámetro total del túbulo seminífero fueron analizados con la prueba t de student.

Todos los análisis estadísticos se efectuaron mediante el paquete estadístico SYSTAT 10, ILL, USA, 2000.

## V. RESULTADOS

### 5.1 Peso corporal

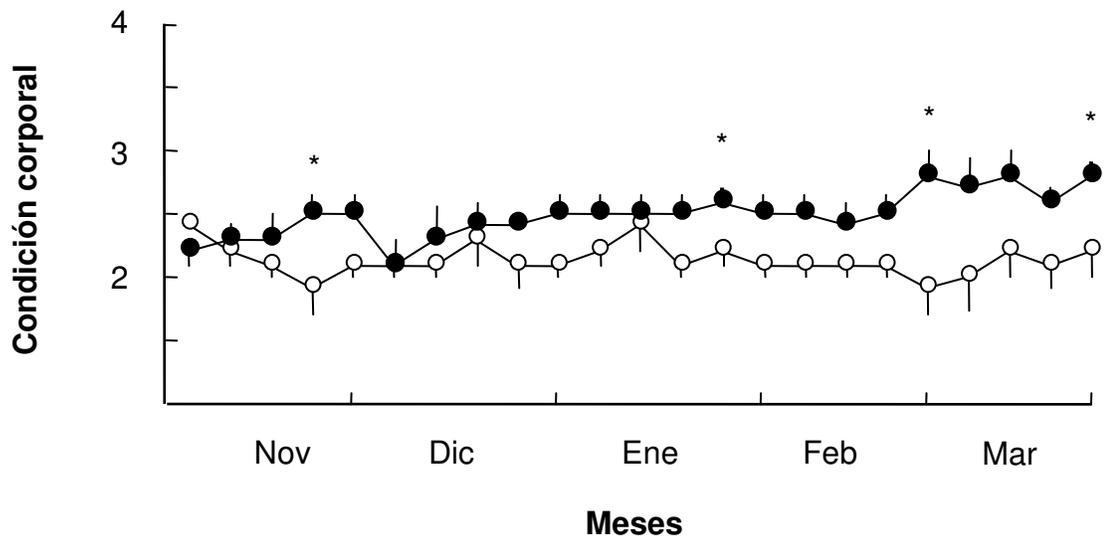
En la Figura 3 se muestra la evolución el peso corporal promedio de los dos grupos durante todo el estudio. El ANOVA indicó un efecto del tiempo sobre la evolución del peso corporal ( $P < 0.001$ ), así como una interacción grupo tiempo del estudio ( $P < 0.05$ ). Esto indica que la evolución del peso corporal de ambos grupos de machos a través del tiempo fue diferente. La diferencia observada se muestra en la Figura 3 ( $P < 0.05$ ).



**Figura 3.-** Evolución del peso corporal de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera (26° N) tratados con 2.5 meses de días largos y explotados en pastoreo extensivo. Machos control (○) y suplementados (●). \*  $P < 0.05$

## 5.2 Condición corporal

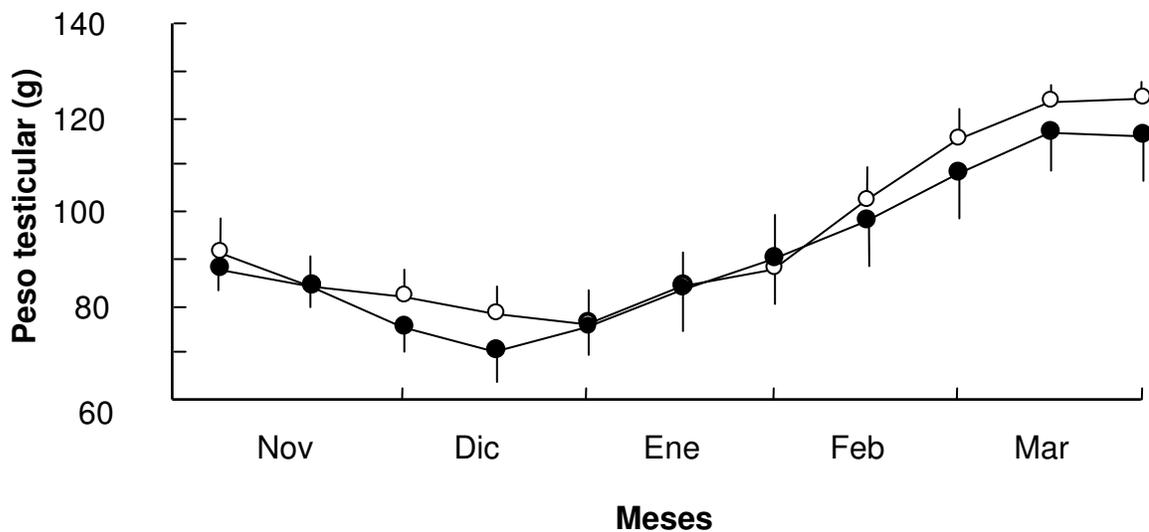
En la Figura 4 se muestra la evolución de la condición corporal promedio de ambos grupos durante todo el estudio. El ANOVA indicó un efecto del tiempo sobre la evolución de la condición corporal ( $P < 0.001$ ), así como una interacción grupo \* tiempo del estudio ( $P < 0.05$ ). Al comparar la condición corporal entre grupos sólo se encontraron diferencias ( $P < 0.05$ ) en noviembre 22, enero 24, febrero 29 y marzo 31.



**Figura 4.-** Evolución de la condición corporal de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera (26° N) tratados con 2.5 meses de días largos y explotados en pastoreo extensivo. Machos control (○) y suplementados (●). \*  $P < 0.05$ .

### 5.3 Peso testicular

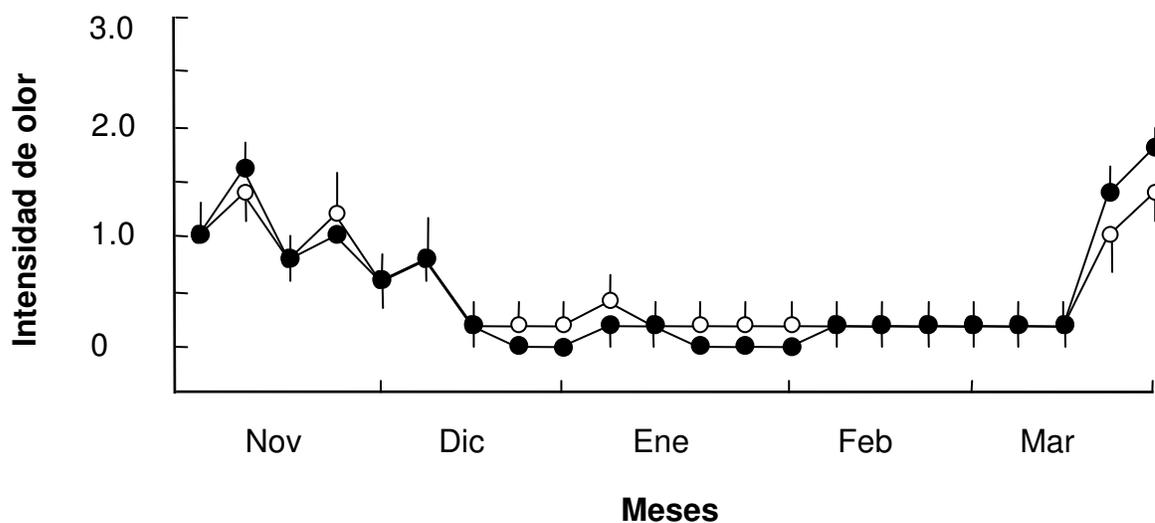
En la Figura 5 se muestra la evolución del peso testicular promedio de los dos grupos durante todo el estudio. El ANOVA indicó un efecto del tiempo sobre la evolución del peso testicular ( $P < 0.001$ ), no existiendo interacción grupo \* tiempo ( $P > 0.05$ ). Esto indica que la evolución del peso testicular de ambos grupos de machos a través del tiempo fue similar, disminuyendo desde el inicio del estudio hasta el 15 de diciembre a  $78 \pm 6$  g y  $70 \pm 7$  g en el grupo control y suplementado, respectivamente. Después, se incrementó a partir de enero alcanzando  $124 \pm 4$  g y  $116 \pm 9$  g al final del estudio para el grupo control y suplementado, respectivamente.



**Figura 5.-** Evolución del peso testicular de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera ( $26^\circ$  N) tratados con 2.5 meses de días largos y explotados en pastoreo extensivo. Machos control ( $\circ$ ) y suplementados ( $\bullet$ ).

## 5.4 Olor sexual

En la Figura 6 se muestra la evolución de la intensidad del olor sexual. Esta variable exhibió variaciones a través del tiempo del estudio ( $P < 0.001$ ). En ambos grupos, el olor comenzó a disminuir desde el inicio del tratamiento de días largos y permaneció a un mínimo nivel del 15 de diciembre al 15 de marzo. A partir de esa fecha, la intensidad del olor se incrementó al mismo tiempo en ambos grupos y no existió diferencia ( $P > 0.05$ ) entre ellos en ninguna fecha.



**Figura 6.-** Evolución de la intensidad del olor de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera (26° N) tratados con 2.5 meses de días largos y explotados en pastoreo extensivo. Machos control (○) y suplementados (●).

## 5.5 Diámetro de los túbulos seminíferos

En la tabla 2 se muestra el diámetro promedio de los túbulos seminíferos y de la luz tubular de los machos del grupo control y del suplementado. En ambos parámetros no se detectaron diferencias entre grupos ( $P > 0.05$ ).

**Tabla 2.-** Diámetro promedio ( $\pm$  e.e.m) de los túbulos seminíferos y de la luz tubular de los machos cabríos control y suplementados tratados con 2.5 meses de días largos en condiciones extensivas.

Grupo	Diámetro de túbulo seminífero ( $\mu\text{m}$ )	Diámetro de luz tubular ( $\mu\text{m}$ )
<b>Control</b>	183.8 $\pm$ 8.5 a	52.8 $\pm$ 6.6 a
<b>Suplementado</b>	204.0 $\pm$ 10.4 a	44.6 $\pm$ 2.8 a

Literales iguales en columnas en la comparación entre grupos significa que no hay diferencia estadística  $P > 0.05$

## VI.-DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran que en los machos cabríos explotados extensivamente, la suplementación alimenticia no mejoró la respuesta sexual al estimularlos con un tratamiento fotoperiódico de 2.5 meses de días largos. En efecto, en el grupo suplementado y el no suplementado no existieron diferencias en el peso testicular, en el olor sexual ni en el diámetro de la luz y de los túbulos seminíferos. Estos resultados no concuerdan con los reportados por otros autores quienes indican que la suplementación alimenticia puede mejorar la actividad reproductiva de los machos caprinos y ovinos (Oldham *et al.*, 1978; Walkden-Brown *et al.*, 1994; Malau-Aduli *et al.*, 2003). En efecto, en los machos cabríos cashmere australianos (32° S) bien alimentados, la circunferencia escrotal, la intensidad del olor y la testosterona se incrementan más rápidamente (tres meses antes) que en los subalimentados. De igual manera, Braden *et al.* (1974) demostraron en ovinos Merino que el nivel de ingesta de proteína tiene un efecto en el incremento del peso testicular y una marcada influencia positiva en la producción espermática. También en carneros Merino la masa testicular, la longitud y el diámetro de los túbulos seminíferos es mayor cuando son alimentados con una dieta alta (supra-mantenimiento) que con una dieta baja (sub-mantenimiento; Hötzel *et al.*, 1998).

Existen tres posibilidades que podrían explicar las razones por las cuales en este estudio no se observaron diferencias significativas en la respuesta

sexual al tratamiento fotoperiódico entre los machos suplementados y los machos no suplementados:

1) Durante el periodo de nuestro estudio la precipitación pluvial promedio registrada fue mayor (15.7 mm) que en el mismo periodo de años anteriores (1999-2000: 0.9; 2000-2001: 6.4; 2001-2002: 4.0, 2002-2003: 11.8) y probablemente ese incremento en la precipitación se reflejó en una mejor cantidad y calidad de la vegetación nativa que consumieron los animales (CONAGUA., 2005). Esa vegetación consumida durante el pastoreo por los machos no suplementados probablemente fue suficiente para mantener una regular condición corporal y esto influyó en la respuesta sexual de los machos al tratamiento fotoperiódico (inicio del incremento del peso testicular, intensidad del olor y del diámetro de la luz y del túbulo seminífero) la cual fue similar a la del grupo suplementado. Esto también se reflejó en la evolución del peso corporal, en que ambos grupos no mostraron diferencia significativa. Efectivamente, se ha reportado que en algunas ocasiones en condiciones de pastoreo con una vegetación más o menos adecuada en las zonas semidesérticas del norte de México, los caprinos consumen el suficiente forraje que permite satisfacer sus requerimientos de mantenimiento y pueden expresar su actividad reproductiva de manera normal (Mellado *et al.*, 1991).

2) Otra posibilidad que pudo haber influido en la respuesta del grupo suplementado fue que el aporte nutricional proporcionado por el suplemento alimenticio no fue lo suficiente como para permitir aumentar significativamente la condición corporal en este grupo en esas condiciones de pastoreo.

3) La otra posibilidad es que en estos machos locales, el fotoperiodo tenga una influencia mayor que la alimentación sobre la actividad sexual así como se propuso para las razas originarias de las zonas templadas (Malpaux, 1999; Hötzel *et al*, 2003) y para algunas razas de zonas subtropicales (Delgadillo *et al.*, 2004b). Efectivamente, se ha demostrado que en los carneros de la raza Ile-de-France tratados fotoperiódicamente y suplementados con un 50% por arriba y un 25% por debajo de sus requerimientos de proteína no afecta la respuesta en el peso corporal, ni el peso testicular (Lindsay *et al.*, 1984). De igual manera, Delgadillo *et al.* (2004b) recientemente demostraron que en los machos cabríos Criollos de la Región Lagunera, el fotoperiodo es el principal factor responsable de la regulación de la actividad sexual anual de los machos locales.

En el presente estudio se demostró que la suplementación alimenticia en los machos cabríos no influye en la respuesta sexual de los machos al tratamiento de 2.5 meses de días largos.

## **VII.-CONCLUSIÓN**

Los resultados del presente estudio permiten concluir que la suplementación alimenticia no mejora la respuesta sexual de los machos cabríos tratados con 2.5 meses de días largos y explotados extensivamente.

## VIII.-LITERATURA CITADA

- Agraz, G.A. 1984. Importancia de la explotación caprina. En Caprinotecnia I. Segunda Edición. Limusa, México DF. 139-141.
- Alkass, J.E., Bryant, M.J., Walton, J.S. 1982. Some effects of level of feeding and body condition upon sperm production and gonadotropin concentrations in the ram. *Anim Prod* 34: 265-277.
- Almeida, O.F.X., Lincoln, G.A. 1982. Photoperiodic regulation of reproductive activity in the ram: Evidence for the involvement of circadian rhythms in melatonin and prolactin secretion. *Biol Reprod* 27: 1062-1075.
- Arbiza, A.S.I. 1986. Los caprinos en México. En: Producción de caprinos. A.G.T. Ed. Primera Edición. México, DF. 47-75.
- Blache, D., Chagas, M.L., Blackberry, A.M., Vercoe, P.E., Martin, G.B. 2000. Metabolic factors affecting the reproductive axis in male sheep. *J Reprod Fertil* 120: 1-11
- Blache, D., Adam, C.L., Martin, G.B. 2002. The mature male sheep: a model to study the effects of nutrition on reproductive axis. *Reproduction Suppl* 59: 219-233.
- Boukhliq, R., Martin, G.B. 1997. Nutrition and reproduction in the ram in a Mediterranean environment. *Séminaires Méditerranéens; Seminar of the FAO-CIHEAM Network of Cooperative Research on Sheep and Goats, Subnetwork on Nutrition*. 34: 227-232.
- Bohnert, D.W., Schauer, C.S., Bauer, M.L., Del Curto, T. L. 2002. Influence of rumen protein degradability and supplementation frequency on steers consuming low-quality forage: I. Site of digestion and microbial efficiency. *J Anim Sci* 80: 2967-2977.
- Braden, A.W.H., Turnbull, K.E., Mattner, P.E., Moule, G.R. 1974. Effect of protein and energy content of the diet on the rate of sperm production in rams. *Austr J Biol Sci* 27: 67-73.
- Carmenate, C., Gamicik, P., Hernandez, J.J. 1982. Influencia de algunos factores climáticos sobre las características físicas y morfológicas del semen ovino. *Rev Cub Reprod Anim* 8: 24-27.
- Chemineau, P. 1986. Sexual behaviour and gonadal activity during the year in the tropical Creole meat goat. II. Male mating behaviour, testis diameter, ejaculate characteristics and fertility. *Reprod Nutr Dév* 26 (2 A): 453-460.

- Chemineau, P., Pelletier, J., Guérin, Y., Colas, G., Ravaul, J.P., Touré, G., Almeida, G., Thimonier, J., Ortavant, R. 1988. Photoperiodic and melatonin treatments for the control of seasonal reproduction in sheep and goats. *Reprod Nutr Dev* 28 (2 B): 409-422.
- Chemineau, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A., Guérin, Y., Ravault, J.P., Thimonier, J., Pelletier, J. 1992a. Control of sheep and goat reproduction: use of light and melatonin. *Anim Reprod Sci* 30: 157-184.
- Chemineau, P. 1992b. Medio Ambiente y Reproducción Animal. 6<sup>as</sup> Jornadas Internacionales de Reproducción Animal e Inseminación Artificial, Salamanca, España, 2-5 Julio. P. 1-15.
- Chemineau, P. 1993. Medio Ambiente y Reproducción Animal. *Revista Mundial de Zootecnia*. FAO. 77: 2-14.
- Chemineau, P., Malpoux, B., Thiéry, J.C., Viguié, C., Morello, H., Zarazaga, L., Pelletier, J. 1995. The control of seasonality: a challenge to small ruminant breeding. *XXX Simposio Internazionale di Zootecnia. Reproduction & Animal Breeding Advances and Strategy* 225-250.
- CONAGUA. Comisión Nacional del Agua, Subdelegación Región Lagunera. Registros de archivos de ésta dependencia, 2005.
- Delgadillo, J.A., Leboeuf, B., Chemineau, P. 1991. Decrease in the seasonality of sexual behaviour and sperm production in bucks by exposure to short photoperiodic cycles. *Theriogenology* 36: 755-770.
- Delgadillo, J.A., Chemineau, P. 1992. Abolition of the seasonal release of luteinizing hormone and testosterone in Alpine male goats by short photoperiodic cycles. *J Reprod Fert* 94: 45-55.
- Delgadillo, J.A., Leboeuf, B., Chemineau, P. 1993. Maintenance of sperm production in bucks during a third year of short photoperiodic cycles. *Reprod Nutr Dev* 33 (6): 609-617.
- Delgadillo, J.A., Hochereau-de-Reviers, M.T., Daveau, A., Chemineau, P. 1995. Effect of short photoperiodic cycles on male genital tract and testicular parameters in male goats (*Capra hircus*). *Reprod Nutr Dev* 35: 549-558.
- Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Espitia, O.H., Flores, M.J., Hernández, H., Flores, J.A. 1997. La estacionalidad del peso testicular de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera no es modificada por el sistema de explotación. *Memorias de 12<sup>th</sup> Reunión Nacional sobre Caprinocultura*. Nov. 4-6. Torreón, Coahuila, México. P. 153-157.

- Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpaux, B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male creole goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology* 52: 727-737.
- Delgadillo, J.A., Carrillo, E., Morán, J., Duarte, G., Chemineau, P., Malpaux, B., 2001. Induction of sexual activity of male Creole goats in subtropical northern Mexico using long days and melatonin. *J Anim Sci* 79: 2245-2252.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poidron, P., Chemineau, P., Malpaux, B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J Anim Sci* 80: 2780-2786.
- Delgadillo-Sánchez, J.A., Flores-Cabrera, J.A., Véliz-Deras, F.G., Duarte-Moreno, G., Vielma-Sifuentes, J., Poidron-Massot, P., Malpaux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico Mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. *Vet Méx* 34 (1): 69-79.
- Delgadillo, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Duarte, G., Véliz, F.G., Carrillo, E., Flores, J.A., Vielma, J., Hernández, H., Malpaux, B., 2004a. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reprod Fert Dev* 16: 471-478.
- Delgadillo, J.A., Cortez, M.A., Duarte, G., Chemineau, P., Malpaux, B. 2004b. Evidence that the photoperiod controls the annual changes in testosterone secretion, testicular and body weight in subtropical male goats. *Reprod Nutr Dev* 44: 183-193.
- Diskin, M.G., Mackey, D.R., Roche, J.F., Sreenan, J.M. 2003. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Anim Reprod Sci* 78: 345-370.
- Duarte, G. 2000. Estacionalidad reproductiva y efecto del fotoperíodo sobre la actividad ovulatoria de las hembras caprinas Criollas de la Comarca Lagunera. Tesis de Doctorado. México D. F., FMVZ, UNAM, p 77.
- Fourie, P.J., Schwalbach, L.M., Neser, F.W.C., Van der Westhuizen, C. 2004. Scrotal, testicular and semen characteristics of young Dorpers ram managed under intensive and extensive conditions. *Small Rum Res* 54: 53-59.
- Galina, M.A., Silva, E., Morales, R., Lopez, B. 1995. Reproductive performance of Mexican dairy goats under various management systems. *Small Rum Res* 18: 249-253.
- Gastel, T., Bielli, A., Perez, R., Lopez, A., Castrillejo, A., Tagle, R., Franco, J., Laborde, D., Fosberg, M., Rodríguez-Martínez, H. 1995. Seasonal variations in testicular morphology in Uruguayan Corriedale rams. *Anim Reprod Sci* 40: 59-75.

- Hernández, M., Tovar, I. 1998. Producción de leche, cambio de peso vivo, y condición corporal de cabras alimentadas con diferentes proporciones de nopal y ryegrass. Memorias del XIII Congreso Nacional sobre Caprinocultura. San Luís Potosí, San Luís Potosí, México. P. 248.
- Hochereau-de Reviers, M.T., Perreau, C., Pisselet, C., Peletier, J. 1992. Effect of a 2 month light cycle regimen on testicular parameters of adult Ile-de-France rams. *Microsc Res Tech* 20: 268-273.
- Hötzel, M.J., Markey, C.M., Walkden-Brown, S.W., Blackberry, M.A., Martin G.B. 1998. Morphometric and endocrine analyses of the effects of nutrition on the testis of mature Merino rams. *J Reprod Fert* 113: 217-30.
- Hötzel, M.J., Walkden-Brown, S.W., Fisher, J.S., Martin, G.B. 2003. Determinants of the annual pattern of reproduction in mature male Merino and Suffolk sheep: responses to a nutritional stimulus in the breeding and non-breeding seasons. *Reprod Fert Dev* 15: 1-9.
- Juárez, A.S., Montoya, R., Nevarez, G., Cerrillo, M.A. 2004. Seasonal variations in chemical composition and dry matter degradability of the forage consumed by goats in highly deteriorated rangeland of North Mexico. *South Afr J Anim Sci* 34(Suppl 1): 68-71.
- Knight, T.W., Hall, D.R., Wilson, L.D. 1983. Effects of teasing and nutrition on the duration of the breeding season in Rommey ewes. *Soc Anim Prod* 43: 17-19.
- Landau, S., Molle, G. 1997. Nutrition effects on fertility in small ruminants with an emphasis on Mediterranean sheep breeding systems. *Séminaires Méditerranéens; Seminar of the FAO-CIHEAM Network of Cooperative Research on Sheep and Goats, Subnetwork on Nutrition*. 34: 203-209.
- Lincoln, G.A., Short, R.V. 1980. Seasonal breeding: nature's contraceptive. *Recent Prog Horm Res* 36: 1-52.
- Lindsay, D.R., Pelletier, J., Pisselet, C., Courot, M. 1984. Changes in photoperiod and nutrition and their effect on testicular growth of rams. *J Reprod Fert* 71: 351-356.
- Malau-Aduli, B.S., Eduvie, L., Lakpini, Malau-Aduli, A.E.O. 2003. Scrotal circumference, bodyweight and serum testosterone concentration of Red Sokoto weaner bucks as influenced by dry season crop-residue supplementation. *J Anim Sci* 74: 195-203.
- Malpaux, B., Delgadillo, J.A., Chemineau, P. 1997. Neuroendocrinología del fotoperíodo en el control de la actividad reproductiva. Seminario Internacional: Tópicos Avanzados en Reproducción Animal. 12 Septiembre, Montecillo, México: 23-41.

- Malpaux, B., Thiér, J.C., Chemineau, P. 1999. Melatonin and the seasonal control of reproduction. *Nutr Reprod Dev* 39: 355-366.
- Martin, G.B. Sutherland, S.R.D., Lindsay, D.R. 1987. Effects of nutritional supplements on testicular size and the secretion of LH and testosterone in Merino and Booroola rams. *Anim Reprod Sci* 12: 267-281.
- Martin, G.B., Tjondronegoro, S. and Blackberry, M.A. 1994a. Effects of nutrition on testicular size and the concentrations of gonadotrophins, testosterone and inhibin in plasma of mature male sheep. *J Reprod Fert* 101: 121-128.
- Martin, G.B., Walkden-Brown, S.W., Boukhliq, R., Tjondronegoro, S., Miller, D.W., Fisher, J.S., Hötzel, M.J., Restall, B.J., Adams, N.R. 1994b. Non-photoperiodic inputs into seasonal breeding in male ruminants. *Perspectives in Comparative Endocrinology*. National Research Council of Canada, Ottawa Canada, 574-585.
- Martin, G.B., Walkden-Brown, S.W. 1995. Nutritional influences on reproduction in mature male sheep and goats. *J Reprod Fert* 49: 437-499.
- Martin, G.B., Hötzel, M.J., Blache, D., Walkden-Brown, S.W., Blackberry, M.A., Boukhliq, R., Fisher, J.S., Miller, D.W. 2002. Determinants of the annual pattern of reproduction in mature male Merino and Suffolk sheep: modification of responses to photoperiod by an annual cycle in food supply. *Reprod Fert Dev* 14: 165-175.
- Mellado, M., Foote, R.H., Rodriguez, A., Zarate, P. 1991. Botanical composition and nutrient content of diets selected by goats grazing on desert grassland in northern Mexico. *Small Rum Res* 6: 141-150.
- Mellado, M. 2005. Métodos para incrementar la eficiencia reproductiva de caprinos de agostadero. XX Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Oct. 3-7. Culiacán, Sinaloa, México. P. 99-130.
- Mortimer, D., Lincoln, G.A. 1982. Ultrastructural study of regressed and activated testes from Soay rams. *J Reprod Fert* 64: 437-442.
- Oldham, C.M., Adams, N.R., Gherardi, P.B., Lindsay, D.R., Mackintosh, J.B. 1978. The influence of level of feed intake on sperm producing capacity of testicular tissue in the ram. *Aust J Agric Res* 29: 173-179.
- Pelletier, J., Almeida, G. 1987. Short light cycles induce persistent reproductive activity in Ile-de-France rams. *J Reprod Fert (Suppl 34)*: 215-226.
- Pérez-Clariget, R., Bermúdez, J., Andersson, R., Burgueño, J. 1998a. Influence of nutrition on testicular growth in Corriedale rams during spring. *Reprod Nutr Dev* 38: 529-538.

- Pérez-Clariget, R., Forsberg M., López A., Castrillejo, A. 1998b. Effects of nutrition on seasonal changes in scrotal circumference, testosterone and pituitary responsiveness to exogenous GnRH in Corriedale rams. *Small Rum Res* 29: 61-69.
- Restall, B.J. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim Reprod Sci* 27: 305-318.
- Salinas, H., Hoyos, G., Sáenz, P. 1989. Sistemas de producción caprina en la Comarca Lagunera. En: Taller de trabajo: Sanidad y reproducción de caprinos. Edit. H. Salinas, S., Flores y F. Ruiz. CIID-INIFAP. SARH. Matamoros, Coahuila, México.
- Sáenz-Escárcega, P., Hoyos, F.G.L., Salinas, G.H., Martínez, M., Espinoza, J., Guerrero, A., Contreras, G.E. 1991. Establecimiento de módulos caprinos con productores cooperantes. En memorias, Evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera, SARH-INIFAP, Matamoros, Coahuila, México. P 124-34.
- SAGARPA. 2005. Informe de actividades Económicas en la Comarca Lagunera. El Siglo de Torreón. 1º de Enero. p. 34.
- Sánchez, D., Véliz, F.G., Vielma, J., Malpaux, B., Delgadillo, J.A., Duarte, G. 2001. La producción espermática de los machos cabríos Criollos del subtrópico Mexicano, es influenciada por el sistema de explotación. II Cong. Lat. De Espec. en Peq. Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Mayo 22-25, Mérida Yucatán, México.
- Silanikove, N. 2000. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Rumin Res* 35: 181-193.
- Staples, L.D., McPhee, S., Reeve, J., Williams, A.H. 1991. Practical applications for controlled release melatonin implants in sheep. *Adv Pineal Res* 6: 199-208.
- Smith, R.D., Stewart, R.D. 1990. Effects of nutrition on the ovulation rate for ewes. *Proc Aust Soc Anim Prod* 85-101.
- SYSTAT 10. 2000. Evenston, ILL. USA.
- Tjondronegoro, S., Martin, G.B., Stephen R., Sutherland, D., Boukhliq, R. 1996. Interactions between nutrition, testosterone and inhibin in the control of gonadotrophin secretion in mature rams. *Reprod Fertil Dev* 8: 855-862.
- Viñoles, C. 20003. Effect of nutrition on follicle development and ovulation rate in the ewe. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. P 56.

- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Norton, B.W., Scaramuzzi, R.J., Martin, G.B. 1994a. Effect of nutrition on seasonal patterns of LH, FSH and testosterone concentration, testicular mass, sebaceous gland, volume and odour in Australian Cashmere goats. *J Reprod Fert* 102: 351-360.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Norton, B.W., Scaramuzzi, R.J. 1994b. The female effect in Australian Cashmere goats: effect of season and quality of diet on the LH and Testosterone response of bucks to estrous does. *J Reprod Fert* 100: 521-531.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Norton, B.W. 1994c. Seasonal variation in voluntary feed intake and growth Cashmere bucks fed ad libitum diets of low or high quality. *Aust J Agric Res* 45: 355-366.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Scaramuzzi, R.J., Martin, G.B. 1997. Seasonality in male Australian cashmere goats: Long term effects of castration and testosterone or estradiol treatment on changes in LH, FSH and prolactin concentrations and body growth. *Small Rum Res* 26: 239-252.
- Walkden-Brown, S.W., Bocquier, F. 2000. Nutritional regulation of reproduction in goats. 7<sup>th</sup> International Conference on Goats, 15-21 May; France, 389-395.