

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



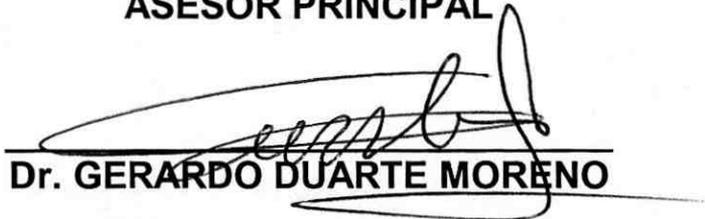
**INDUCCIÓN DE LA ACTIVIDAD SEXUAL DE LOS
MACHOS CABRÍOS TRATADOS CON DÍAS LARGOS
BAJO CONDICIONES EXTENSIVAS**

TESIS

POR:

ÁNGEL MEJÍA VÁZQUEZ

ASESOR PRINCIPAL


Dr. GERARDO DUARTE MORENO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

OCTUBRE 2003

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**INDUCCIÓN DE LA ACTIVIDAD SEXUAL DE LOS
MACHOS CABRÍOS TRATADOS CON DÍAS LARGOS
BAJO CONDICIONES EXTENSIVAS**

POR:

ÁNGEL MEJÍA VÁZQUEZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

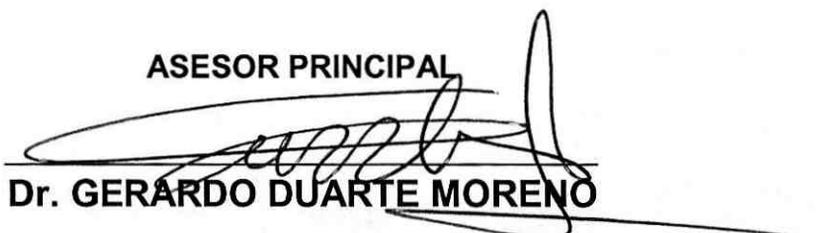
**INDUCCIÓN DE LA ACTIVIDAD SEXUAL DE LOS
MACHOS CABRÍOS TRATADOS CON DÍAS LARGOS
BAJO CONDICIONES EXTENSIVAS**

TESIS

POR:

ÁNGEL MEJÍA VÁZQUEZ

ASESOR PRINCIPAL


Dr. GERARDO DUARTE MORENO

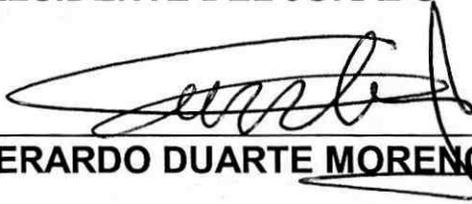
COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL


MVZ. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

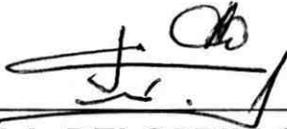
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

PRESIDENTE DEL JURADO



Dr. GERARDO DUARTE MORENO

VOCAL



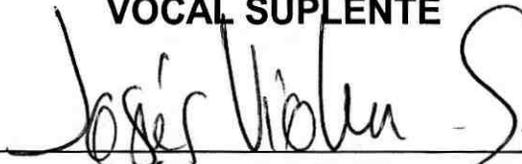
Dr. JOSÉ A. DELGADILLO SÁNCHEZ

VOCAL



Dr. JOSÉ A. FLORES CABRERA

VOCAL SUPLENTE



M.C. JESÚS VIELMA SIFUENTES

ÍNDICE

	Página
RESÚMEN	1
CAPITULO I	
1.0 Introducción.....	3
CAPITULO II	
Revisión de literatura.....	5
2.0 Estacionalidad reproductiva.....	5
2.1 Fotoperiodo, sincronizador de la reproducción estacional en ovinos y caprinos originarios de zonas templadas.....	6
2.2 Actividad sexual de ovinos y caprinos en las zonas tropicales.....	7
2.3 Actividad sexual de ovinos y caprinos en zonas subtropicales.....	8
2.4 El peso corporal, la condición corporal, el peso testicular e intensidad de olor relacionados con la actividad sexual de los machos caprinos.....	9
Peso y condición corporal.....	9
Peso testicular.....	10
Intensidad de olor.....	11
2.5 La actividad sexual de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera.....	11
Objetivo	13
Hipótesis	13
CAPITULO III	
3.0 Materiales y métodos.....	14
3.1 Localización del experimento.....	14
3.2 Animales experimentales.....	14

3.3 Manejo y alimentación.....	15
3.3.1 Sistema extensivo.....	15
3.3.2 Prácticas de manejo.....	15
3.4 Variables determinadas.....	16
3.4.1 Peso corporal.....	16
3.4.2 Peso testicular.....	16
3.4.3 Condición corporal.....	16
3.4.4 Intensidad de olor.....	17
3.5 Análisis estadístico.....	18
Peso corporal, testicular y la condición corporal.....	18
Intensidad de olor.....	18

CAPITULO IV

4.0 Resultados.....	19
4.1 Peso corporal.....	19
4.2 Condición corporal.....	20
4.3 Peso testicular.....	21
4.4 Intensidad de olor.....	22

CAPITULO V

5.0 Discusión.....	23
--------------------	----

CAPITULO VI

6.0 Conclusión.....	26
---------------------	----

LITERATURA CITADA.....	27
-------------------------------	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág

CAPITULO IV

- Figura 1** Evolución del peso corporal (\pm EEM) de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera (26° N) explotados extensivamente. El grupo testigo (círculos blancos) fue sometido a las variaciones naturales del fotoperiodo. El grupo tratado (círculos negros) fue sometido a 2.5 meses de días largos (16 h de luz/día) a partir del 1 de noviembre (* $P < 0.05$). 19
- Figura 2** Evolución de la condición corporal (\pm EEM) de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera (26° N) explotados extensivamente. El grupo testigo (círculos blancos) fue sometido a las variaciones naturales del fotoperiodo. El grupo tratado (círculos negros) fue sometido a 2.5 meses de días largos (16 h de luz/día) a partir del 1 de noviembre (* $P < 0.05$). 20
- Figura 3** Evolución del peso testicular (\pm EEM) de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera (26° N) explotados extensivamente. El grupo testigo (círculos blancos) fue sometido a las variaciones naturales del fotoperiodo. El grupo tratado (círculos negros) fue sometido a 2.5 meses de días largos (16 h de luz/día) a partir del 1 de noviembre (* $P < 0.05$). 21
- Figura 4** Evolución de la intensidad de olor (\pm EEM) de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera (26° N) explotados extensivamente. El grupo testigo (círculos blancos) fue sometido a las variaciones naturales del fotoperiodo. El grupo tratado (círculos negros) fue sometido a 2.5 meses de días largos (16 h de luz/día) a partir del 1 de noviembre (* $P < 0.05$). 22

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS por darme la fortaleza en mi caminar y escribir mi historia en la Comarca Lagunera.
- A mi FAMILIA (Israel, María de Jesús, Amalia, María del Rosario, Pedro, Rosa Guadalupe, Felipe, Rosa, Rafael, Ana, Octavio, Alfredo, Marcelino, Isidro, Guadalupe (†), Felipe (†), Gregoria, Concepción, Francisco, Rosalinda, Jaqueline, Elsa, Antonia, Maribel, Lorenzo, I.C. Rodrigo, Ing. Sandra, Lupita, Lola, Pepe) por su apoyo, Confianza y cariño incondicional.
- A mis tíos Prof. Francisca y Jaime por sus consejos y apoyo.
- A las familias Martínez Saénz (Alicia, Iris, Dinora, Pepito (†)), Blanco Saénz (Biol. Eduardo, Biol. Mercedes, Albertina, Lucia, Mercedita) por su apoyo y cariño incondicional.
- A todos mis amigos por su amistad compartida durante esta carrera (sección "D" MVZ), Gen. 98-2003.
- Al Dr. Gerardo Duarte Moreno, por la asesoría y apoyo brindado para la realización de este experimento e investigación.
- Al Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez, por la valiosa asesoría para la realización de esta tesis.
- Al Dr. José Alfredo Flores Cabrera, por la orientación y corrección de esta tesis.
- Al MC. Jesús Vielma Sifuentes, en la corrección y comentarios sobre la tesis.
- Al MC. Francisco Gerardo Véliz Deras, por sus comentarios en la realización de esta tesis.
- Al MC. Delfino Sánchez Ramírez, por su apoyo en la realización del experimento en campo.
- A los señores productores por facilitar sus animales y el cuidado a los machos cabríos.
- Al CIRCA por su apoyo a los tesisistas de licenciatura.
- Al COECYT de Torreón Coahuila, por la beca tesis para la realización de esta tesis.

DEDICATORIAS

A mi "Alma Terra Mater" por recibirme
durante 5 años.

A mis padres:

Israel Pérez Gómez
Y

María de Jesús Vázquez Reyes

Mi espíritu de lucha, quien me ve reír y llorar
An te DIOS te pido perdón por mis errores
Madre, gracias por creer en tu hijo; hoy
Atardece y termina un día más, pero el Amor por tus hijos jamás...

A mis hermanos:

Amalia Pérez Vázquez
María del Rosario Pérez Vázquez
Pedro Pérez Vázquez
Rosa Guadalupe Pérez Vázquez

A mis abuelos:

Felipe y Rosa
Isidro y Guadalupe

A mis hermanos de la Comarca:

Francisco Javier Segovia Rocha
Manuel de León Flores y Familia

A mis tíos (as) y primos

Y especialmente con mucho cariño
A mi mayor Ilusión.....
de quien **R**ecibo mucho apoyo,
de quien quiero **I**r caminando por
la vida y **S**eguir escribiendo
esta **T**ransparente historia
sin fin. **E**l día en que te conocí
el **A**mor llego a mi vida,
gracias **M**i princesa, por darme todo
y la **O**portunidad de enmendar mis errores.

Sin ustedes no hubiese sido posible llegar a ser MVZ. Gracias...
Angel (temerario, Chiapas)., 17 de Octubre del 2003.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Comarca Lagunera (26° N), con la finalidad de observar las respuestas de peso corporal, testicular, condición corporal e intensidad de olor de los machos cabríos Criollos de esta región bajo condiciones extensivas sometidos a un tratamiento de días largos. Se utilizaron 9 machos cabríos de 2 a 5 años de edad. Los machos fueron distribuidos en dos grupos homogéneos según el peso corporal y peso testicular. Un grupo (Testigo; n=5) fue expuesto a un sistema extensivo y bajo las variaciones del fotoperiodo natural, temperatura, humedad y precipitación pluvial de esta región. El otro grupo (Tratado; n=4) fue sometido artificialmente a días largos (16 horas/luz/día) del 1 de noviembre de 2001 al 15 de enero de 2002 y posteriormente percibieron las variaciones naturales del fotoperiodo.

En los dos grupos se determinó el peso corporal y testicular cada 15 días y la condición corporal e intensidad de olor fue determinada cada 7 días, durante el experimento.

En el peso corporal, el ANOVA indicó un efecto del tiempo sobre la evolución del peso corporal ($P<0.001$) y una interacción grupo*tiempo del experimento ($P<0.001$). La comparación de los promedios quincenales indicó que el 15 de abril, el peso corporal de los machos testigos fue superior al de los machos tratados ($P<0.05$)

En la condición corporal, el ANOVA indicó un efecto del tiempo sobre la evolución de la condición corporal ($P<0.001$) y una interacción grupo*tiempo ($P<0.001$). La comparación de los promedios semanales indicó diferencias significativas el 29 de marzo, 5 y 19 de abril en el grupo testigo ($P<0.05$).

Con respecto al peso testicular, el ANOVA indicó un efecto del tiempo sobre el peso testicular ($P<0.001$) y una interacción grupo*tiempo del experimento ($P<0.001$). La comparación de los promedios quincenales, indicó que el 30 de abril

el peso testicular de los machos del grupo testigo fue superior al grupo tratado ($P<0.05$).

En la intensidad de olor, la prueba "U" de Mann-Whitney indicó un efecto del tiempo sobre la intensidad de olor ($P<0.001$) y una interacción del grupo*tiempo del experimento ($P<0.001$). La comparación de los promedios indicó que del 15 de marzo al 19 de abril la intensidad de olor de los machos tratados fue superior a la del grupo testigo ($P<0.05$)

Los resultados del presente trabajo permiten concluir que la actividad sexual de los machos cabríos explotados en un sistema extensivo y sujetos a variaciones estacionales en la cantidad y calidad del alimento, puede ser inducida durante el periodo natural de reposo sexual con un tratamiento de días largos artificiales.

Palabras clave: Estacionalidad reproductiva, Sistema extensivo, Fotoperiodo, Subtrópico, Machos Caprinos Criollos.

CAPITULO I

1.0 Introducción

La especie caprina en México es explotada en las regiones áridas y semiáridas, donde la mayoría de las especies domésticas no pueden ser explotadas. La ganadería caprina del país se encuentra principalmente en los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Puebla, Zacatecas y Oaxaca (Arbiza, 1986; S.A.R.H, 1992).

En estas regiones la alimentación de los caprinos es principalmente el pastoreo y residuos de cosechas en terrenos de cultivo, generalmente no se suplementa, o esta suplementación es limitada en ciertas épocas del año (Salinas *et al.*, 1989). Los caprinos generan productos para autoconsumo como carne, piel, leche y sus derivados (Romero-Paredes, 1998; Silanikove, 2000).

La Comarca Lagunera se sitúa en la parte suroeste del Estado de Coahuila y al noroeste del estado de Durango y está comprendida en los paralelos 24° 5' y 26° 54' de latitud Norte, con una superficie de 64,785.7 km², ubicada en el desierto Chihuahuense. La precipitación pluvial es de 250 a 300 mm anuales.

La Población caprina en la Comarca Lagunera es de aproximadamente 400,000 cabezas, de las cuales el 70 % son explotados en condiciones extensivas. Los productores son de escasos recursos económicos, no proporcionan suplemento alimenticio en el corral y estos animales carecen de un manejo sanitario adecuado (S.A.G.A.R, 1998). Además, la región frecuentemente presenta variaciones en la disponibilidad de alimento, el periodo más notorio de baja disponibilidad es de enero a mayo (Sáenz-Escárcega *et al.*, 1991).

Los machos cabríos Criollos explotados en el subtrópico Mexicano (26° N) demuestran marcadas variaciones estacionales en su actividad sexual cuando son manejados de manera intensiva o en condiciones extensivas donde son sometidos

a variaciones importantes en la disponibilidad del alimento (Delgadillo *et al.*, 1997; Delgadillo *et al.*, 1999a).

En el macho cabrío, la actividad espermatogénica depende básicamente de la secreción de la LH y FSH. Estas hormonas inducen la diferenciación y la multiplicación de las células germinales, así como la síntesis y la secreción de testosterona por las células de Leydig del testículo. La testosterona participa en el mantenimiento de la espermatogénesis, induce el comportamiento sexual y ejerce una retroacción negativa sobre la secreción de gonadotropinas (Chemineau y Delgadillo, 1993).

El fotoperiodo influye en la actividad reproductiva a través de mecanismos complejos que vinculan el ojo con las gónadas. La información luminosa recibida en la retina llega vía nerviosa a la glándula pineal, la cual responde secretando su principal hormona, la melatonina. La melatonina modifica la secreción pulsátil del GnRH, lo que conlleva a cambios en la frecuencia de la liberación de la LH y consecuentemente en la actividad de las gónadas (Delgadillo *et al.*, 1999b).

En el presente estudio se determinó la evolución del peso corporal y testicular, de la condición corporal e intensidad de olor de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera tratados con días largos y manejados en condiciones extensivas.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.0. Estacionalidad reproductiva

En las zonas templadas la estacionalidad reproductiva es un proceso común que ocurre en la mayoría de las especies animales para evitar que los nacimientos ocurran en una época desfavorable para la supervivencia de las crías. Esta estacionalidad en la reproducción permite que los nacimientos se produzcan al final del invierno o bien al inicio de la primavera cuando las condiciones climáticas son las más favorables para el desarrollo de las crías (Gwinner, 1986; Guillaume, 1996; Malpaux *et al.*, 1997). Esta estrategia fisiológica de los mamíferos ha permitido la perpetuación de las especies.

En los pequeños rumiantes originarios de zonas templadas, la reproducción es estacional, y es caracterizada por un periodo de reposo sexual en primavera y verano y un periodo de actividad sexual en otoño e invierno. En los machos ovinos, el peso testicular varía con la estación del año. Durante el otoño e invierno periodo de actividad sexual el peso testicular es elevado. En cambio en primavera y verano periodo de reposo sexual, el peso testicular es bajo (Lincoln y Short, 1980). En los machos cabríos Alpinos, en el periodo de reposo sexual, el peso testicular es menor que el encontrado durante la época de reproducción, también la secreción de LH y testosterona es menor durante el periodo de reposo sexual (Chemineau y Delgadillo, 1993).

Las variaciones de la actividad sexual se producen como consecuencia de los cambios en la secreción de las gonadotropinas, Hormona Luteinizante (LH) y Hormona Folículo Estimulante (FSH) (Karsch *et al.*, 1984; Malpaux *et al.*, 1997). Esta estacionalidad está regida por la variación del fotoperiodo. Los otros factores como la disponibilidad de alimento, la temperatura y la lluvia, que ocurren en

periodos distinguibles (estacionales) son factores secundarios (Gwinner, 1986; Loundon, 1994). Los animales utilizan estos cambios para sincronizar sus eventos fisiológicos como la reproducción, crecimiento de tejidos y metabolismo para las condiciones ambientales en donde vive el animal (Gwinner, 1986).

2.1 Fotoperiodo, sincronizador de la reproducción estacional en ovinos y caprinos originarios de zonas templadas

El principal factor medio ambiental que regula la estacionalidad reproductiva en los caprinos y ovinos es el fotoperiodo (Malpoux *et al.*, 1993). En efecto, cuando algunos machos son expuestos artificialmente a 3 ó 4 meses de días cortos alternados con 3 ó 4 meses de días largos, la actividad sexual inicia siempre durante los días cortos y termina durante los días largos (ovinos: Lincoln y Short, 1980; Karsch *et al.*, 1984; caprinos: Delgadillo *et al.*, 1991).

Por ejemplo, en los machos Alpinos, la alternancia de dos meses de días largos (16 h de luz/día) y dos meses de días cortos (8 h luz/día) modifican su actividad sexual. En los días largos el peso testicular, la actividad pulsátil de la LH y testosterona son inhibidos, mientras que durante los días cortos son estimulados (Chemineau y Delgadillo, 1993).

La recepción y distribución de la información fotoperiódica ocurre de la siguiente manera: la información del fotoperiodo en los mamíferos es recibida en la retina y transmitida en varias etapas por vía nerviosa a la glándula pineal. Esta información es transmitida de la retina a los núcleos supraquiasmáticos a través de la vía monosináptica retino-hipotalámica, la señal es transportada al núcleo paraventricular, a una columna de células intermediolaterales y posteriormente a los ganglios cervicales superiores, llegando la señal finalmente a la glándula pineal a través de las neuronas simpáticas postganglionares, la cual secreta melatonina durante la noche o periodos de oscuridad (Herbet *et al.*, 1978; Lincoln, 1979;

Swanson y Kuypers, 1980; Legan y Winan's, 1981; Klein *et al.*, 1983; Malpaux *et al.*, 1997).

Considerando que la glándula pineal carece de proyecciones nerviosas, su influencia en las funciones fisiológicas la ejerce a través de la principal hormona secretada por la glándula que es la melatonina, traduciendo los efectos del fotoperiodo en la función de reproducción (Malpaux *et al.*, 1997). La melatonina es sintetizada en estructuras como la glándula pineal, retina y glándula de Harder. La pinealectomía provoca niveles indetectables nocturnos de melatonina, por lo tanto la glándula pineal es la principal fuente de secreción (Delgadillo *et al.*, 1999b).

El fotoperiodo mediante la melatonina, regula la actividad del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas. Para esta regulación, la melatonina actúa a nivel del área premamilar para estimular la secreción del GnRH, y en consecuencia de la LH, y ésta controla la actividad de las gónadas (Malpaux *et al.*, 1999).

2.2 Actividad sexual de ovinos y caprinos en las zonas tropicales

En las zonas tropicales las variaciones fotoperiódicas son de menor amplitud o inexistentes en el Ecuador. La mayoría de las razas caprinas y ovinas de estas latitudes son capaces de reproducirse todo el año. Sin embargo, en algunas razas disminuye la actividad reproductiva en diferentes periodos del año (Delgadillo y Malpaux, 1996).

Los machos no presentan variaciones en la libido, peso testicular, ni en la producción espermática. Se considera que en estas latitudes, la alimentación es el factor principal responsable del ciclo anual de su reproducción (Chemineau, 1993).

2.3 Actividad sexual de ovinos y caprinos en zonas subtropicales

Estudios realizados en las regiones subtropicales demuestran una estacionalidad reproductiva en los machos cabríos Cashmere australianos. En estos caprinos se observa un periodo de reposo sexual desde principios de invierno hasta finales de la primavera del hemisferio sur (junio-octubre). Durante este periodo, los animales muestran una baja secreción de LH y testosterona, así también, el peso testicular y la producción espermática son menores comparados con los observados durante la época de reproducción (noviembre-mayo) de esta latitud. Se ha reportado que en estos animales la alimentación es el factor más importante que controla el ciclo anual reproductivo (Restall *et al.*, 1991; Walkden-Brown *et al.*, 1994a). En efecto, los machos de esta raza al ser sometidos a una dieta de alta calidad muestran periodos reproductivos más largos y un marcado incremento en las concentraciones de LH, testosterona y de la intensidad de olor, comparado con machos sometidos a una dieta de baja calidad (Walkden-Brown *et al.*, 1994b).

También, algunas razas de carneros en zonas subtropicales, la alimentación tiene gran influencia en su estacionalidad reproductiva. Por ejemplo, en los carneros Merino (32° S) al ser sometidos a una alimentación constante durante todo el año, tienden a desaparecer las variaciones en la circunferencia escrotal y la pulsatilidad de la LH, indicativos de la actividad sexual (Martin *et al.*, 2002). En cambio, al ser sometidos a las variaciones naturales de alimentación y del fotoperiodo de esta latitud presentan marcadas variaciones de su actividad reproductiva. En estas condiciones se observa un aumento en la circunferencia escrotal a principio de invierno y una disminución hasta mediados de verano.

En la Comarca Lagunera del norte de México (26° N), los caprinos presentan variaciones estacionales en la actividad reproductiva, aun sometiéndolos a una alimentación de buena calidad. Así también, en las cabras

Criollas explotadas en estabulación o en extensivo, su periodo de reproducción es de agosto-febrero, y el de anestro en marzo-julio (Duarte, 2000).

En los machos Criollos de esta región explotados en estabulación, el periodo de actividad sexual es de mayo-diciembre y el de reposo sexual de enero-abril (Delgadillo *et al.*, 1999a). Se ha demostrado que en los caprinos Criollos de la Comarca Lagunera el fotoperiodo es el principal factor que controla la actividad sexual, y que la nutrición es un factor modulador del ciclo anual reproductivo.

2.4 El peso corporal, la condición corporal, el peso testicular e intensidad de olor relacionados con la actividad sexual de los machos caprinos

Peso y Condición Corporal

En condiciones naturales los ovinos y caprinos de regiones templadas presentan variaciones estacionales de su peso corporal. En los machos Alpinos y Saanen una disminución progresiva de su peso corporal ocurre durante la época natural de actividad sexual (septiembre-febrero) y un aumento durante el reposo sexual (enero-agosto) (Delgadillo *et al.*, 1992).

El peso corporal y la condición corporal de los animales refleja el nivel de alimentación (Foster 1994). Los caprinos tienen habilidades multifactoriales, adaptabilidad a la calidad y cantidad de alimento o forraje disponible, aprovecha forrajes de poca calidad y lignificados (Lincoln y Short, 1980; Loudon, 1991; Silanikove, 2000).

En un estudio realizado por Delgadillo *et al.* (1999a), demostraron que la estación tiene una fuerte influencia en el peso corporal pues se observaron variaciones independientemente de que los machos cabríos recibieron una alimentación adecuada constante. Estos machos tuvieron un incremento de su peso corporal durante los meses de diciembre a mayo y tuvieron una estabilidad

relativa el resto del año bajo condiciones intensiva. Por ejemplo, en ovejas Merino hay un aumento del tejido corporal durante la primavera- verano y una pérdida del tejido corporal en otoño e invierno (Ball *et al.*, 1996).

Peso Testicular

Al igual que el peso corporal, el peso testicular de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera (26° N) esta fuertemente influenciado por la estación del año, en donde se observaron incrementos de enero a julio y disminuciones entre agosto y diciembre (Delgadillo *et al.*, 1999a).

En el carnero Merino con una dieta a libre acceso en verano, aumenta el tamaño testicular y el peso corporal, por lo cual la alimentación influye en el crecimiento testicular (Lindsay *et al.*, 1984; Murray *et al.*, 1990). La regulación del peso testicular y la producción espermática son influenciadas por la alimentación, siendo un reflejo del aumento de la concentración de gonadotropinas y del desarrollo del testículo (Alkass *et al.*, 1982; Walkden-Brown *et al.*, 1994a).

El crecimiento y la regresión de los testículos de los carneros son altamente dependientes del fotoperiodo (Lindsay *et al.*, 1984). Las variaciones estacionales en la época reproductiva están estrechamente relacionadas con el tamaño testicular y los niveles de gonadotropinas (Xu *et al.*, 1991). Otros investigadores indican que durante temporadas de mala nutrición se presenta una disminución de la circunferencia testicular (Thwaites y Hannan, 1989; Gastel *et al.*, 1995).

La disminución del peso testicular está relacionada con una disminución de las hormonas gonadotrópicas producidas por la adenohipófisis (Martin *et al.*, 1994; Hötzel *et al.*, 1998). La espermatogénesis en el carnero Soay durante los días largos disminuye y aumenta durante los días cortos (Hocheau-de Reviers *et al.*, 1985).

El aumento del peso testicular en relación con la actividad del tejido intersticial es producido por la nutrición (Martin *et al.*, 1994). Esta actividad se ve reflejada en la velocidad de la producción de la testosterona, así sucede en caprinos adultos con buena alimentación (Ritar *et al.*, 1984; Martin *et al.*, 1987; Martin y Walkden-Brown, 1995; Hötzel *et al.*, 1998).

Intensidad de Olor

La intensidad de olor de los caprinos es mayor en otoño, disminuyendo al mínimo al final del invierno e inicio de la primavera (Walkden-Brown *et al.*, 1994a). Esta intensidad de olor es más fuerte en animales con una alimentación más balanceada en sus nutrientes y de libre acceso; sin embargo, aquellos en que su alimentación esta basada en el pastoreo, aún siendo el caprino selectivo en sus nutrientes, estos serán mínimos para su mantenimiento por lo tanto la intensidad de su olor es menos intensa y de poca duración (Walkden-Brown *et al.*, 1994c).

La intensidad del olor depende de las glándulas sebáceas situadas en la región parietal posteriores a los cuernos cuando existen. La actividad de estas glándulas está regulada por la dihidrotestosterona (DHT) producida por una expresión intrínseca de la 5 alfa-reductasa que convierte a la testosterona en DHT (Iwata *et al.*, 2001).

2.5 La actividad sexual de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera

En los machos caprinos de la Comarca Lagunera (26° N), existe estacionalidad reproductiva, el inicio de la actividad sexual ocurre en junio. El fotoperiodo es el principal factor del ambiente responsable de la estacionalidad reproductiva de los caprinos de esta región. Los días cortos estimulan la actividad sexual y los días largos la inhiben (Delgadillo *et al.*, 2003). Por ejemplo, al someter machos cabríos a 3 meses de días cortos (10 h/luz/día) alternados con tres meses

de días largos (14 h/luz/día) presentan una actividad gonadal diferente a la observada en condiciones naturales. El crecimiento testicular y los niveles plasmáticos de testosterona durante los días cortos son elevados y disminuyeron durante los días largos (Delgadillo *et al.*, 2000). Así, también la exposición a 2.5 de meses de días largos (16 h/luz/día) por si sola o seguida por la aplicación de dos implantes subcutáneos de melatonina, estimulan la actividad sexual de los machos de febrero a abril, bajo condiciones de estabulación (Delgadillo *et al.*, 2003).

Debido a las importantes variaciones estacionales de la disponibilidad de alimento para los animales mantenidos en condiciones extensivas, algunos autores han sugerido que la alimentación es el principal factor que determina la actividad sexual en las zonas subtropicales (Delgadillo *et al.*, 1997). En los machos de esta misma región, mantenidos también en condiciones extensivas, el peso testicular, reflejo de la actividad de espermatogénesis, presenta variaciones estacionales, indicando un periodo de reposo sexual que ocurre durante el invierno y la primavera y no es diferente a los machos en condiciones de estabulación (Sánchez *et al.*, 2001).

El tratamiento fotoperiódico de días largos seguidos de días cortos en los machos cabríos Criollos bajo condiciones de estabulación, es capaz de inducir la actividad sexual durante el periodo de reposo sexual. En el presente estudio se determinará la respuesta de la actividad sexual en los machos cabríos de esta región con el mismo tratamiento fotoperiódico pero bajo condiciones extensivas en donde los machos estarán sujetos a drásticas variaciones en la calidad y disponibilidad del alimento.

OBJETIVO

Determinar la evolución del peso corporal y testicular, de la condición corporal e intensidad de olor durante el reposo sexual natural de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera bajo condiciones extensivas y sometidos a un tratamiento de 2.5 meses días largos.

HIPÓTESIS

El peso corporal y testicular, condición corporal e intensidad de olor durante el reposo sexual natural de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera bajo condiciones extensivas pueden ser modificados con un tratamiento de 2.5 meses de días largos.

CAPITULO III

3.0 MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del experimento

El presente estudio se realizó del 1 de noviembre de 2001 al 31 de mayo de 2002 en el municipio de Torreón, Coahuila. El cual se encuentra situado a una latitud de 26° norte, altitud de 1100 a 1400 msnm, en los ejidos San Luis y Aeropuerto. La temperatura promedio a la sombra durante el estudio fue de 24.6° C, con rangos de -1° C en diciembre y de 40° C en mayo. Las variaciones naturales del fotoperiodo en la Comarca Lagunera son de 13:41 horas luz durante el solsticio de verano y de 10:19 horas luz durante el solsticio de invierno.

3.2 Animales experimentales

Se conformaron 2 grupos de machos cabríos Criollos de 2 a 5 años de edad, según su peso corporal y peso testicular. Ambos grupos fueron integrados a dos rebaños de 120 cabras cada uno, explotadas en sistema extensivo. Los animales salían a pastorear de las 10:00 h a las 18:00 h. Ambos grupos de machos fueron separados de las hembras al regresar del pastoreo diario y alojados en otro corral. Un corral contaba con 3 lámparas con dos barras de luz blanca o fluorescente de 75 Watts cada una, proporcionando al menos 300 lux al nivel de los ojos de los animales. Las lámparas se encendían de las 6:00 h a las 9:00 h y de las 18:00 h a las 22:00 h para proporcionar un tratamiento diario de 16 horas/luz/día. El grupo tratado (n=4) fue sometido artificialmente a días largos del 1 de noviembre de 2001 al 15 de enero de 2002. Posteriormente percibieron las variaciones naturales del fotoperiodo. El grupo testigo (n=5) solo percibió las variaciones naturales del fotoperiodo. Durante el estudio los dos grupos de machos estuvieron bajo la temperatura y precipitación pluvial natural de la localidad.

Al inicio del experimento el grupo testigo pesaba 61 ± 3.8 kg y el grupo tratado 62.3 ± 3.8 kg. El peso testicular del grupo testigo fue de 114 ± 12 g y el grupo tratado de 120 ± 10 g.

3.3 Manejo y alimentación

3.3.1 Sistema extensivo

Durante el experimento, los animales de los dos grupos se alimentaron con la vegetación disponible en la región. La alimentación presenta grandes variaciones de disponibilidad y calidad dependiendo de la época del año. Los machos cabríos salían a pastorear junto con las hembras diariamente por las orillas de canales de riego, carreteras y ocasionalmente llevados a campos agrícolas para el aprovechamiento de esquilmos de cosechas. Dicha alimentación consistió básicamente en pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*), Bermuda (*Syntherisma dactylon*), Navajita (*Bouteloua ssp*), plantas arbustivas como el Mezquite (*Prosopis grandulosa*) y Huizache (*Acacia farnesiana*) y esquilmos de cultivos agrícolas como Sorgo, Alfalfa, Avena, Algodón, Cártamo y Hortalizas, entre otros.

3.3.2 Prácticas de manejo

El manejo de los dos grupos consistió en descornar, despezuar y desparasitar con Doramectina (Dectomax, Pfizer de México) a los machos al inicio del experimento.

3.4 Variables determinadas

3.4.1 Peso corporal

El peso corporal de todos los machos cabríos se determinó cada 15 días, del 1 de noviembre al 31 de mayo del 2002. Para esto, se utilizó una báscula con capacidad de 300 kg y con una precisión de 200 g. La medición se realizó por las mañanas en los dos grupos antes de salir a pastorear.

3.4.2 Peso testicular

El peso testicular se determinó cada 15 días durante todo el periodo del experimento, mediante la técnica de palpación comparativa (Oldham *et al.*, 1978). La técnica mencionada se basa en la utilización de un orquidómetro, el cual está compuesto de modelos ovoides de silicón similares a la forma de los testículos. Estos patrones ovoides están correlacionados con los pesos de 50, 75, 100, 125, 150 y 180 g. Esta técnica consiste en tomar un testículo con una mano y con la otra, compararlo con el ovoide del orquidómetro.

3.4.3 Condición corporal

La condición corporal fue determinada cada 7 días durante todo el experimento mediante la técnica descrita por Walkden-Brown *et al.* (1997). Esta técnica consiste en medir la masa muscular de la región lumbar del animal. El valor dado es de una escala de 1 a 4, con puntos intermedios, donde:

1= Muy descarnado, permitiendo el tacto de los espacios de las apófisis transversas de las vértebras lumbares.

2= Descarnado, con poco tejido muscular que no permite el tacto de las apófisis transversas de las vértebras lumbares.

3= Cantidad adecuada de masa muscular en la región lumbar.

4= Abundante masa muscular en la región lumbar.

3.4.4 Intensidad de olor

La intensidad de olor fue determinada cada 7 días, para lo cual se utilizó la técnica descrita por Walkden-Brown *et al.* (1994a). La técnica mencionada consiste en oler la región posterior del área de la base de los cuernos a una distancia de 15 cm del lugar donde se encuentran las glándulas sebáceas, utilizando la escala de 0 a 3, donde cada valor significa:

0= A un olor neutral no diferente al de una hembra o a un macho castrado.

1= A un olor ligero de un macho entero.

2= A un olor moderado.

3= A un olor intenso.

3.5 Análisis estadístico

Peso corporal, Peso testicular y la Condición corporal

Los datos obtenidos del peso corporal, del peso testicular y de la condición corporal fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas a dos factores (grupo y tiempo del experimento). Al detectarse una interacción, los datos fueron comparados con una prueba "t" de Student.

Intensidad de olor

Los datos obtenidos de la intensidad del olor fueron comparados con la prueba "U" de Mann-Whitney.

Todos los datos fueron analizados mediante el programa Systat version 7.0 copyright (C) 1997, SPSS INC.

CAPITULO IV

4.0 RESULTADOS

4.1 Peso corporal

En la Figura 1 se muestra la evolución del peso corporal durante el estudio. El ANOVA indicó un efecto del tiempo sobre la evolución del peso corporal ($P < 0.001$) y una interacción grupo*tiempo del experimento ($P < 0.001$). La comparación de los promedios quincenales indicó que sólo el 15 de abril el peso corporal de los machos testigos fue superior al de los tratados ($P < 0.05$).

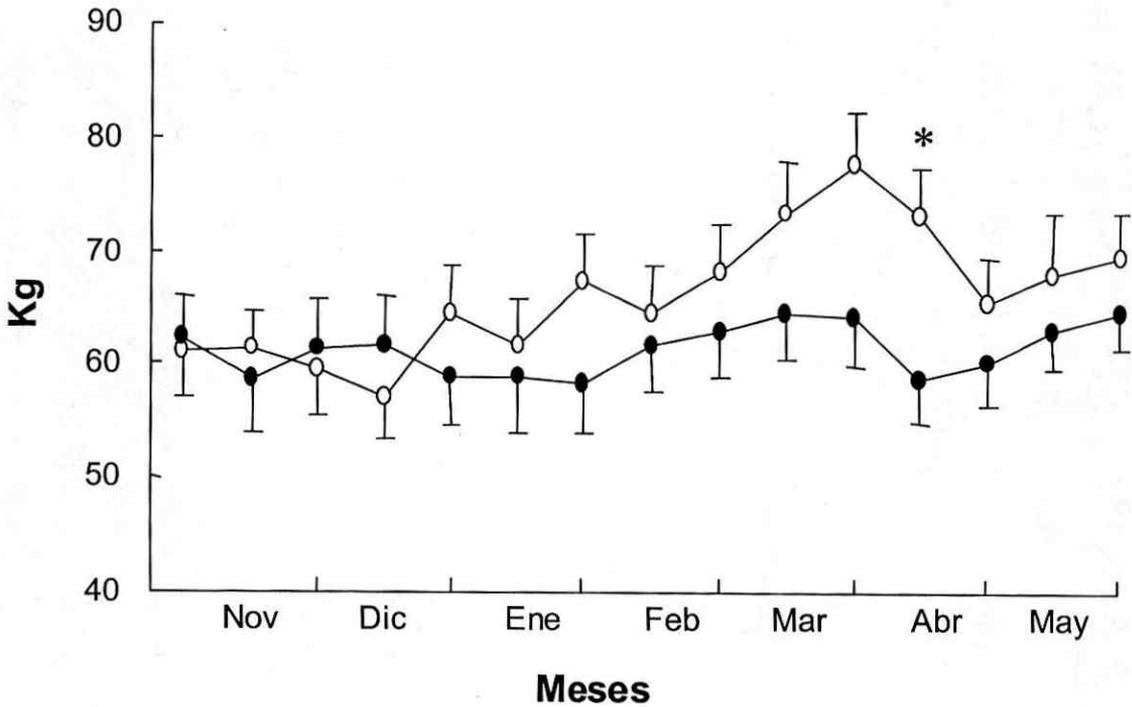


Figura 1. Evolución del peso corporal (\pm EEM) de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera (26° N) explotados extensivamente. El grupo testigo (círculos blancos) fue sometido a las variaciones naturales del fotoperiodo. El grupo tratado (círculos negros) fue sometido a 2.5 meses de días largos (16 h de luz/día) a partir del 1 de noviembre (* $P < 0.05$).

4.2 Condición corporal

En la Figura 2 se muestra la evolución de la condición corporal durante el estudio. El ANOVA indicó un efecto del tiempo sobre la evolución de la condición corporal ($P < 0.001$) y una interacción grupo*tiempo del experimento ($P < 0.001$). La comparación de los promedios semanales con la prueba "t", indicó cuatro diferencias presentadas el 22 de febrero, 29 de marzo, 5 y 19 de abril con una mejor condición en los machos testigos que en los tratados ($P < 0.05$).

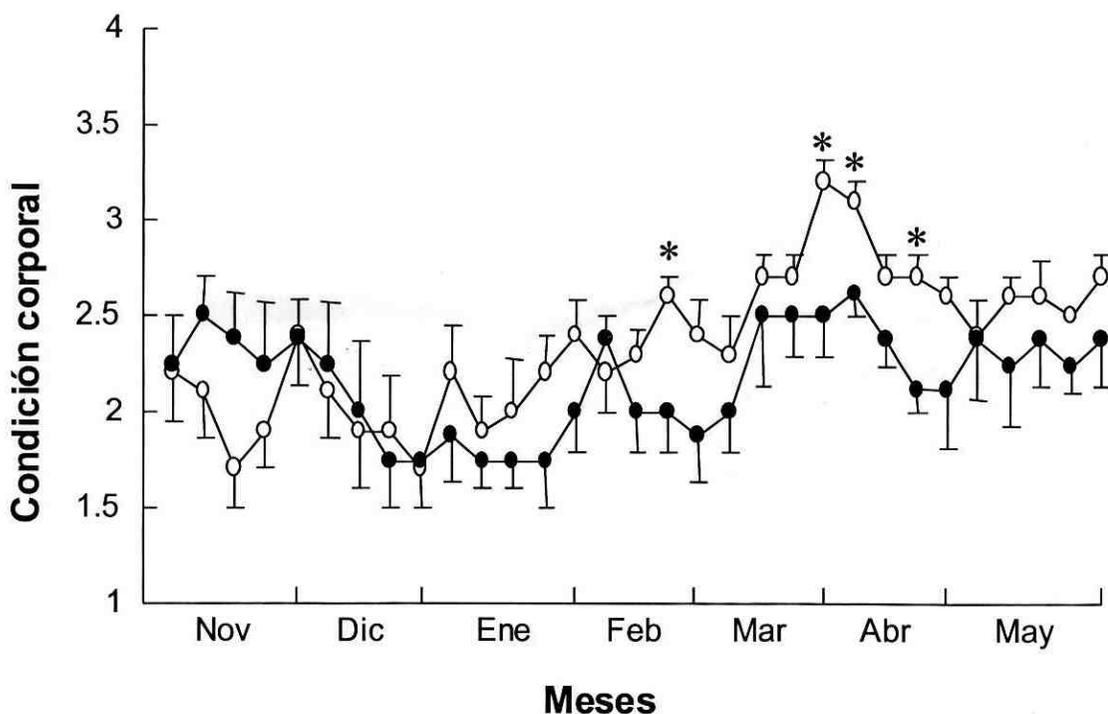


Figura 2. Evolución de la condición corporal (\pm EEM) de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera (26° N) explotados extensivamente. El grupo testigo (círculos blancos) fue sometido a las variaciones naturales del fotoperiodo. El grupo tratado (círculos negros) fue sometido a 2.5 meses de días largos (16 h de luz/día) a partir del 1 de noviembre (* $P < 0.05$).

4.3 Peso testicular

En la Figura 3 se muestra la evolución del peso testicular a través del estudio. El ANOVA indicó un efecto del tiempo sobre el peso testicular ($P < 0.001$) y una interacción grupo*tiempo del experimento ($P < 0.001$). La comparación de los promedios indicó que sólo el 30 de abril el peso testicular de los machos del grupo testigo fue superior al grupo tratado ($P < 0.05$).

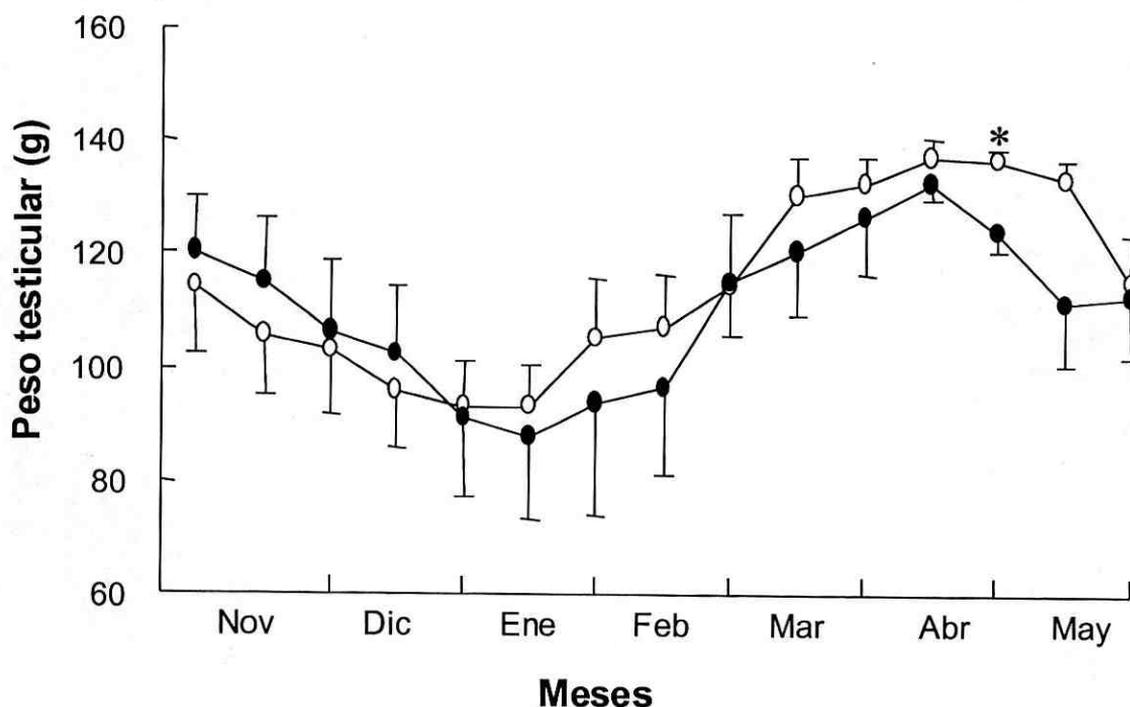


Figura 3. Evolución del peso testicular (\pm EEM) de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera (26° N) explotados extensivamente. El grupo testigo (círculos blancos) fue sometido a las variaciones naturales del fotoperiodo. El grupo tratado (círculos negros) fue sometido a 2.5 meses de días largos (16 h de luz/día) a partir del 1 de noviembre (* $P < 0.05$).

4.4 Intensidad de olor

En la Figura 4 se muestra la evolución de la intensidad de olor. La prueba "U" de Mann-Whitney indicó un efecto del tiempo sobre la intensidad de olor ($P < 0.001$) y una interacción grupo*tiempo del experimento ($P < 0.001$). La comparación de los promedios indicaron que del 15 marzo al 19 de abril, la intensidad de olor de los machos tratados fue superior a la del grupo testigo ($P < 0.05$).

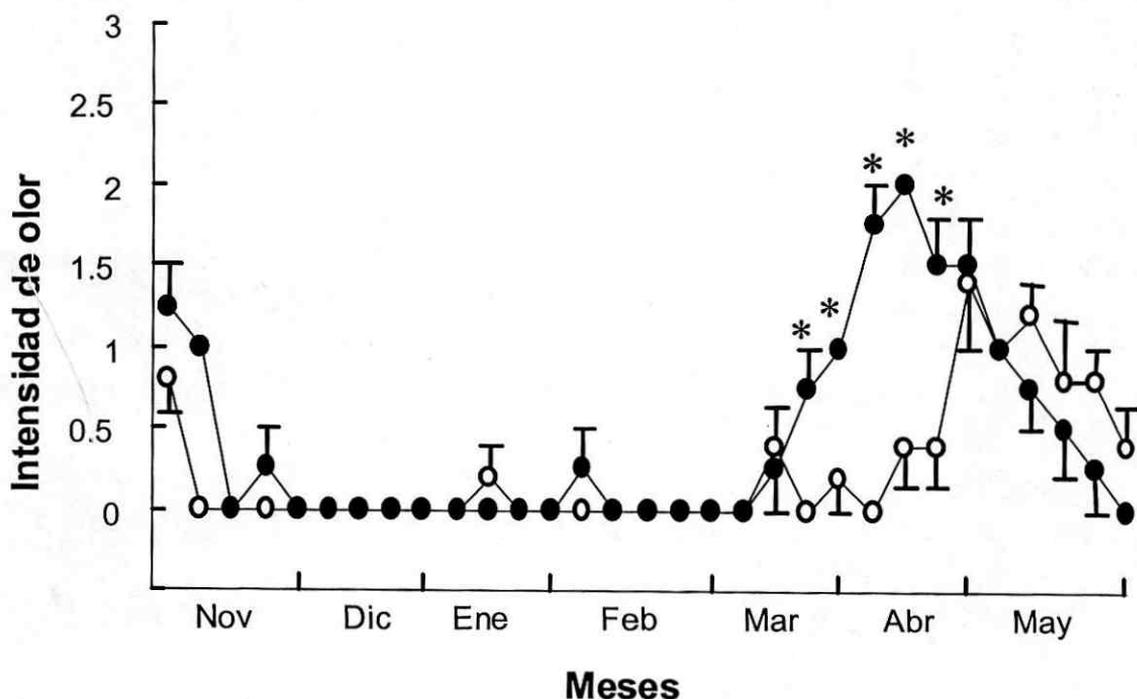


Figura 4. Evolución de la intensidad del olor (\pm EEM) de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera (26° N) explotados extensivamente. El grupo testigo (círculos blancos) fue sometido a las variaciones naturales del fotoperiodo. El grupo tratado (círculos negros) fue sometido a 2.5 meses de días largos (16 h de luz/día) a partir del 1 de noviembre (* $P < 0.05$).

CAPITULO V

5.0 Discusión

Estos resultados demuestran que en los machos cabríos Criollos del Norte de México explotados en un sistema extensivo, el tratamiento artificial de días largos al final de la estación sexual seguidos de días cortos naturales estimula la actividad sexual a contra estación o durante el periodo de reposo natural.

Del inicio del estudio al mes de febrero en el peso corporal, se observaron modestas variaciones en ambos grupos sin que existiera diferencia entre ellos. A partir de marzo el grupo testigo incrementó su peso y el 15 de abril se observó la única diferencia del grupo testigo contra el tratado ($P < 0.05$), posiblemente esto fue debido a que los machos del grupo testigo fueron pastoreados en una área con mejor cantidad y calidad de esquilmos. Además, el grupo tratado mostró una intensa actividad sexual durante este periodo lo que provoca una disminución del peso corporal coincidiendo con lo descrito por Delgadillo *et al.* (2001).

Posterior al 15 de abril se observó una disminución del peso del grupo testigo por la disminución en la disponibilidad del alimento al ser cambiados a otra área de pastoreo. A partir del 30 de abril ya no se observó diferencia significativa entre ambos grupos hasta el final del estudio

La condición corporal al inicio del experimento era adecuada para ambos grupos. Este parámetro varió a través del estudio relacionándose con el peso corporal ya que esta es un reflejo del mismo. El grupo testigo presentó cuatro diferencias significativas ante el grupo tratado, esto se debió probablemente a la mayor disponibilidad de alimento en el área de pastoreo y como consecuencia estos animales desarrollaron reservas corporales. Contrario a otros estudios en caprinos estabulados en donde el peso corporal y la condición no fueron diferentes entre los machos tratados y los machos testigos debido a que la alimentación de ambos grupos consistió en heno de alfalfa a libre acceso y complementado con

alimento balanceado (Delgadillo *et al.*, 2001) en este estudio los animales estaban sujetos a variaciones en la alimentación, la diferencia observada en los grupos experimentales aún siendo manejados ambos en un sistema extensivo en donde la alimentación es muy variable, es debido a que cada hato tiene acceso a diferentes áreas de aprovechamiento de esquilmos agrícolas. Además, de considerar el desgaste físico con relación a las distancias que recorren diariamente para obtener el alimento a diferencia de los animales estabulados (Sánchez, 2003).

La subalimentación, no impidió que el tratamiento fotoperiódico en los machos del grupo tratado iniciaran su actividad sexual. (peso testicular y olor) fuera de la estación natural de reproducción. En los machos Cashmere subalimentados el periodo de actividad sexual no fue abolido, pero inicio después y termino antes que los que fueron alimentados adecuadamente (Walkden-Brown *et al.*, 1994a).

Desde el inicio del estudio, el peso testicular fue disminuyendo de noviembre al mes de enero. Esto es debido a que de manera natural los machos cabríos de esta región vienen terminando su periodo de actividad sexual de manera natural. A partir de febrero ambos grupos aumentaron el peso testicular, pero se observo una diferencia significativa en donde esta variable fue superior en el grupo testigo. El peso testicular de los machos tratados fue menor durante este periodo, probablemente a que en este grupo se observó una intensa actividad sexual y además que esta actividad indujo a diferentes hembras a entrar en actividad sexual produciéndose un gran número de montas conduciendo a la movilización de fluidos testiculares, esto coincide con lo reportado en carneros por Lincoln (1971) y en caprinos por Delgadillo *et al.* (1999c).

Al inicio del estudio la intensidad del olor fue disminuyendo debido a que como se mencionó anteriormente, de manera natural estos machos cabríos vienen terminando el periodo de actividad sexual natural. A partir de mediados de noviembre a finales de abril la intensidad del olor en el grupo testigo se mantuvo

en su nivel mínimo mientras que en el grupo tratado estos niveles mínimos fueron observados de noviembre a marzo. A partir de mediados de marzo se observaron 5 diferencias significativas. La intensidad del olor de los machos tratados fue superior prácticamente durante un mes con respecto al grupo testigo. En efecto, la intensidad del olor depende de la actividad de las glándulas sebáceas. La actividad de estas glándulas está regulada por la dihidrotestosterona la cual deriva de la acción de la 5 alfa-reductasa sobre la testosterona secretada por los testículos (Iwata *et al.*, 2001). Basado en esto, es muy probable que en el grupo tratado los niveles de testosterona se hayan incrementado en respuesta al fotoperiodo artificial durante el periodo de reposo sexual natural.

CAPITULO VI

6.0 Conclusión

La actividad sexual de los machos cabríos locales explotados en un sistema extensivo y sujetos a variaciones estacionales en la cantidad y calidad del alimento, puede ser inducida durante el periodo natural de reposo sexual con un tratamiento de días largos artificiales.

LITERATURA CITADA

- Alkass, J. E., Bryant, M. J. and Walton, J. S. 1982. Some effects of level of feeding and body condition upon sperm production and gonadotrophin concentrations in the ram. *Anim. Prod.* 34:265-277.
- Arbiza, A.S.I. 1986. "Los caprinos en México". En: Producción de caprinos. A.G.T. Ed. México, D.F. 47-75.
- Ball, A. J., Thomson, J. M., and Pleasants, A. B. 1996. Seasonal changes in body composition of growing Merino sheep. *Livestock Prod. Sci.* 46:173-180.
- Chemineau, P., Delgadillo, J. A. 1993. Neuroendocrinología de la reproducción en el caprino. *Rev. Cient. FCV-LUZ/ Vol.III.* 2:113-121.
- Delgadillo, J. A., Leboeuf, B., and Chemineau, P. 1991. Decrease in the seasonality of sexual behavior and sperm production in bucks by exposure to short photoperiodic cycles. *Theriogenology.* 36:755-770.
- Delgadillo, J. A., Leboeuf, B. and Chemineau, P. 1992. Abolition of seasonal variations in semen quality and maintenance of sperm fertilizing ability by photoperiodic cycles in goats bucks. *Small Rumin. Res.* 9:47-59.
- Delgadillo, J. A., and Malpoux, B. 1996. Reproduction of goats in the tropics and subtropics. VI Int. Conf. on Goats. May 5-11. Beijing, China. 2: 785-793.

- 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. 12 th. Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Nov. 4-6. Torreón, Coahuila, México. Pp. 153-157.
- Delgadillo, J. A., Canedo, G. A., Chemineau, P., Guillaume, D., and Malpoux, B. 1999a. 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., Duarte, G., Flores, J. A., Nava, M. P., Aguilar, J., Carrillo, E., Malpoux, B. 1999b. Control estacional de la conducta reproductiva en ovinos y caprinos. Cong. Etol. Aplicada a las Cond. Reprod. y Maternal en Rum. Domésticos. Fac. de Cienc. Nat. Univ. Aut. de Queretaro, México. 23 abr.
- Delgadillo, J. A., Carrillo, E., Chemineau, P. and Malpoux, B.. 1999c. Estimulación de la LH y testosterona de los machos cabríos criollos utilizando luz artificial y melatonina. XLII Cong. Nac. de Cienc. Fis. Zacatecas, Zac. México.
- Delgadillo, J. A., Cortez-López, M. E., Duarte, G., Malpoux, B. 2000. El fotoperiodo modifica la actividad sexual de los machos cabríos Criollos del subtrópico Mexicano. XLIII Cong. Nac. de Cienc. Fisiol. sept 3-7. Cancún, Quintana Roo, México.
- Delgadillo, J. A., Carillo, E., Morán, J., Duarte, G., Chemineau, P., and Malpoux, 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., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Malpoux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico Mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. *Vet. Méx.* 34 (1):69-79.

Duarte G., 2000. Estacionalidad reproductiva y efecto del fotoperiodo sobre la actividad ovulatoria de las hembras caprinas criollas de la Comarca Lagunera. Tesis de Doctorado. UNAM. 77P.

Foster, D. L. 1994. Puberty in the sheep. In: *The physiology of reproduction*. Ed. E. N. Knobil and J. D. Nelly. 2 th. Edition. Raven Press. Ltd., New York. 411-551.

Gastel, T., Bielli, A., Pérez, R., López, A., Castillejo, A., Tagle, R., Franco, J., La borde, D., Forsberg, M., Rodríguez-Martínez, H. 1995. Seasonal variations in testicular morphology in Uruguayan Corriedale rams. *Anim. Reprod. Sci.* 40:59-75.

Guillaume, D. 1996. Actino de la photoperiode sur de la reproduction des equides. *INRA. Prod. Anim.* 9:61-69.

Gwinner, E. 1986. Circannual Rhythms: Endogenous Annual Clocks in the Organisation of seasonal processes. *Zoophysiology*. Vol. 18. Springer-Verlag, Berlín.

Herbet, J., Stacy, P. M., Torpe, P. H. 1978. Recurrent breeding seasons in pinealectomized or optic-nerved-sectioned ferrets. *J. Endocrinol.* 78:389-397.

- Hochereau-de Reviers, M. T., Perreau, C., and Lincoln, G. A. 1985. Photoperiodic variations of somatic and germ cell populations in Soay ram testis. *J. Reprod. Fertil.* 74:329-334.
- Hötzel, M. J., Markey, C. M., Walkden-Brown, S. W., Blackberry, M. A. and Martin, G. B. 1998. Morphometric and endocrine analyses of the effects of nutrition on the testis of mature Merino rams. *J. Reprod. Fertil.* 113:217-230.
- Iwata, E., Wakabayashi, Y., Matsuse, S., Kikusui, T., Takeuchi, Y., Mori, Y. 2001. Induction of primer pheromone production by dihydrotestosterone in the male goat. *J. Vet. Med. Sci.* 63:347-348.
- Klein, D. C., Smoot, R., S  ller, J. I., Higa, S., Marley, S. P., Creed, G. J. and Jacobowitz, D.M. 1983. Lesions proventricular nucleus area of the hypothalamus disrupt the suprachiasmatic to spinal cord circuit in the melatonin rhythm generating system. *Brain. Res.* 10:647-652.
- Karsch, F. J., Bittman, E. L., Foster, D. L., Goodman, R. L., Legan, S. L., and Robinson J. E. 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent. Prog. Horm. Res.* 40:185-232.
- Legan, S. J. y Winan's, S. S. 1981. The photoneuroendocrine control of seasonal breeding in the ewe. *Gen. Comp. Endocrinol.* 45:317-328.
- Lincoln, G. A. 1971. The seasonal reproductive changes in the red deer stag. *J. Zool. Lond.* 163:105-123.

- Lincoln, G. A. 1979. Photoperiodic control of seasonal breeding in the Ram: Participation in the mediobasal hypothalamus and preoptic area in rams. *J. Endocrinol.* 132:201-215.
- Lincoln, G. A., and Short, R. V. 1980. Seasonal breeding: Nature's Contraceptive. *Prog. Horm. Res.* 36:1-41.
- Lindsay, D. R., Pelletier, J., Pisselet, C., and Courot, M. 1984. Changes in photoperiod and nutrition and their effect on testicular growth of rams. *J. Reprod. Fertil.* 71:351-356.
- Loundon, A. S. I. 1991. Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants. *Nutr. Physiol. S. Asian Rumin.* 403-425.
- Loundon, A. S.I. 1994. Photoperiod and the regulation of annual and circannual cycles of food intake. *Proc. Nut. Soc.* 53:495-507.
- Malpoux, B. Chemineau, P., and Pelletier, J. 1993. Melatonin and reproduction in sheep and goats. In "Melatonin" Biosynthesis physiological effect and clinical applications". Reiter R. S., Yu H. S. Ed. CRC Pres. Prod. 253-287.
- Malpoux, B., Delgadillo, J. A., Chemineau, P. 1997. Neuroendocrinología del fotoperiodo en el control de actividad reproductiva. *Sem. Int. Tópicos Avanzados en Reprod. Anim.* 23-41.

- Malpaux, B., Thierry, J. C. and Chemineau, P. 1999. Melatonin and the seasonal control of reproduction. *Reprod. Nutr. Dev.* 39 (3):355-366.
- Martin, G. B., Sutherland, S. R. D., and Lindsay, D. R. 1987. Effects of nutritional supplements on testicular size and secretion of LH and testosterone in Merino and Baoroola rams. *Anim. Reprod. Sci.* 12:267-281.
- Martin, G. B., Tjondronegoro, S., and Blackberry, M. A. 1994. Effects of nutrition on testicular size and concentrations of gonadotrophins, testosterone, and inhibin in plasma of mature male sheep. *J. Reprod. Fertil.* 101:121-128
- Martin, G. B. and Walkden-Brown, S. W. 1995. Nutritional influences on reproduction in mature male sheep and goats. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 49:437-449.
- Martin, G. B., Hötzel, M.J., Dominique, B., Walkden-Brown, S. W., Blackberry, M. A., Boukhliq, R., Fisher, J.S., and 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.
- Murray, P. J., Rowe, J. B., Pethick, D.W., and Adams, N. R. 1990. The effect of nutrition on testicular growth in the Merino ram. *Aust. J. Agric. Res.* 41:185-195.

- Oldham, C. M., Adams, N. R., Gherardi, P. B., Lindsay, D. R., and Mackintosh, J. B. 1978. The influence of level of feed intake on sperm-producing capacity of testicular tissue in the ram Australian. *J. Agric. Res.* 29:173-179.
- Restall, B. J., Walkden-Brown, S.W., and Henniawati-Restall. 1991. Reproduction research in Australian goats. In "Cashmere research seminar proceeding". May 23-24. Compyled by T. J. May. 49-69.
- Ritar, A. J., Adams, R. N., and Sanders, M. R. 1984. Effect of lupin feeding on LH testosterone and test. *Reproduction in sheep.* 48-78 Eds-DR. Lindsay and DT Pearce. Australian Acad. of Sci. Canberra.
- Romero-Paredes, J. 1998. Utilización de forraje nativo del desierto en la alimentación de la cabra. XII Reunión Nac. sobre Caprinocultura. 21-23 de octubre. San Luis Potosí, S.L.P. México. 74-84.
- S.A.R.H, 1992. Patronato para la Investigación Fomento y Sanidad Vegetal de la Región Lagunera". (Coahuila y Durango). Cd. Lerdo Dgo. México , 205 P.
- Saénez-Escárcega, P., Hoyos F. G. L., Salinas. G. H., Martinez. D. M., Espinoza. A.J., Guerrero. A., y Contreras. G. E. 1991. Establecimiento de módulos caprinos con productores cooperantes. En memorias. Evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera, SARH-INIFAP, Matamoros, Coah. México, 24-34.
- SAGAR 1998. El siglo de Torreón, 1 de enero, Torreón, Coah. México.

Salinas, H., Hoyos, G., y 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-INFAP.SARH. Matamoros Coah. México.

Sánchez, D., Véliz, F. G., Vielma, J., Malpoux, B., Delgadillo, J. A., Duarte, G. 2001. La producción espermática de los machos caprinos 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.

Sánchez, D. 2003. Influencia del sistema de explotación sobre el comportamiento sexual de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera. Tesis de Maestría en Reprod. Anim. UAAAN. UL. 49P.

Sinalikove, Nissim. 2000. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. Small Rumin. Res. 35:181-193.

Swanson, L.H., and Kuypers, HG. JM. 1980. The paraventricular nucleus of the hypothalamus: cytoarchitectonic subdivisions and organization of projections to the pituitary, dorsal vagal complex, and spinal cord as demonstrated by retrograde fluorescence double-labelling methods. J. Comp. Neur. 194:550-570

Thwaites, C. J., and Hannan, G. D. 1989. The effects of frequency of ejaculation and under nutrition on the size and tone of ram's testes. Anim. Reprod. Sci. 19:29-35.

- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Scaramuzzi, R. J., Martin, G. B., and Blackberry, M. A. 1997. Seasonality in male Australian cashmere goats: Long term effects of castration and testosterone or oestradiol treatment on changes in LH, FSH and Prolactin concentrations, and body growth. *Small Rumin. Res.* 26:239-252.
- Walkden-Brown, S. W., Restall, B. J., Norton, B. W., Scaramuzzi, R. J., and 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. Fertil.* 102:351-360.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Norton, B.W., and 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. Fertil.* 100: 521-531.
- Walkden-Brown, S.W., Norton, B.W., and Restall, B.J. 1994c. Seasonal variation in voluntary feed intake and growth Cashmere bucks fed ad libitum diets of low or high quality. *Australian. J. Agric. Res.* 45:355-366.
- Xu, Z. Z., Mc Donald, M. F., Mc Cutcheron, S. N., and Blair, H. 1991. Seasonal variation in size, gonadotrophin secretion and pituitary responsiveness to GnRH in rams of two breeds differing in time of onset of the breeding season. *Anim. Reprod. Sci.* 26:281-292.