

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**LA FASE FOTOSENSIBLE DE LOS MACHOS CABRÍOS CRIOLLOS DE LA
COMARCA LAGUNERA NO ESTA UBICADA DE 16 A 17 HORAS DESPUÉS DEL
ALBA**

POR:

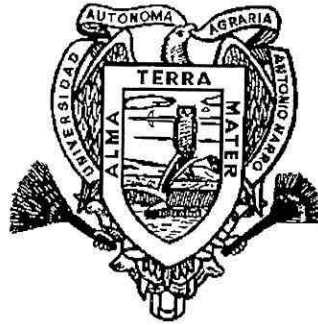
ARCELIA AGUILERA GARCÍA

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

**LA FASE FOTOSENSIBLE DE LOS MACHOS CABRÍOS CRIOLLOS DE LA
COMARCA LAGUNERA NO ESTA UBICADA DE 16 A 17 HORAS DESPUÉS DEL
ALBA**

TESIS

POR:

ARCELIA AGUILERA GARCÍA

ASESOR PRINCIPAL

Dr. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

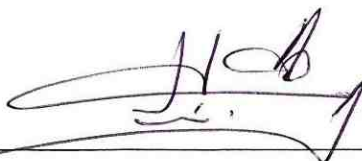
**LA FASE FOTOSENSIBLE DE LOS MACHOS CABRÍOS CRIOLLOS DE LA
COMARCA LAGUNERA NO ESTA UBICADA DE 16 A 17 HORAS DESPUÉS DEL
ALBA**

TESIS

POR:

ARCELIA AGUILERA GARCÍA

ASESOR PRINCIPAL



Dr. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



M.C. JORGE ITURBIDE RAMÍREZ

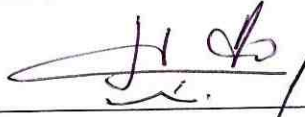


**Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal
UAAAN - UL**

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

PRESIDENTE DEL JURADO



Dr. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

VOCAL



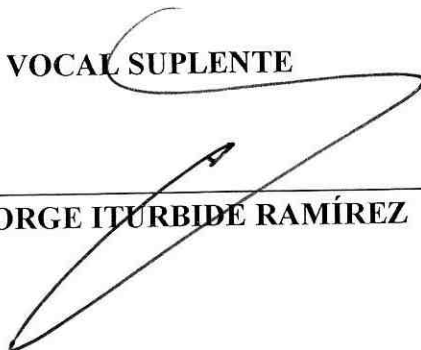
M.C. JESUS VIELMA SIFUENTES

VOCAL



DR. GERARDO DUARTE MORENO

VOCAL SUPLENTE



M.C. JORGE ITURBIDE RAMÍREZ

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Por el trabajo duro que siempre han hecho para que nunca nos faltara nada y llegaran a ser mis hermanos y yo, personas de bien y por que todo lo que nos han dado a venido con mucho amor y sin ninguna condición.

A MI HERMANA

Alicia, por que a tí también te hubiera gustado ver que he terminado la carrera y por que tú me motivaste cuando yo estaba muy desanimada para continuar, y aunque he vivido años terriblemente tristes cuando Dios era el único que conocía lo que había en mi corazón desde que enfermaste, y que luego fuiste al cielo a estar con Dios. Aún te extraño y siento dolor cuando recuerdo los días que pasaste en el hospital y por todas las cosas que no pude compartir contigo. Dios me enseñó que haciendo el bien a los que me rodean sería como si lo hiciera contigo, así la alegría y el amor llenarían mi corazón. También sé que confiando en el Señor Jesús cada día y cada detalle de mi vida te volveré a ver en el cielo algún día.

AGRADECIMIENTOS

Le doy gracias al Señor nuestro Dios por la oportunidad que me dio de conocer y de realizar este trabajo al lado de excelentes personas.

Gracias a mi Papá y Mamá por confiar en mí y por apoyarme con su permiso y económicamente para realizar la carrera y este trabajo. Los amo.

Gracias a la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna por la Carrera que aquí pude realizar y sobre todo por los beneficios que me otorgó (internado, comedor y beca); sin éstas cosas me hubiera sido muy difícil lograrlo.

Al Doctor José Alberto Delgadillo Sánchez le agradezco por aceptarme como tesista, por su paciencia para explicarme el trabajo y por ser un asesor amigable. ¡Gracias Doc!

A los alumnos del doctorado y maestría, Raymundo Rivas M., Gerardo Véliz, Sra. Juanita Aguilar, Chepo, Héctor y Silvestre. Gracias mis amigos, por que se convirtieron cada uno en un amigo y un asesor para mí. Jamás olvidaré su ayuda. Del centro de cómputo le agradezco a la M.C. Sonia López G., Sra. Graciela Adame y al Ing. Víctor Hernández por facilitarme las computadoras. A las chicas del internado y a Sandra mi hermana muchas gracias muchachas.

A todos mis hermanas y hermanos: Irma, Lula, Elena, Gumaro, Hugo, Alicia, David, Javier, Fausto, Ernesto y Manuel. Les agradezco por todo lo que me han ayudado económicamente y por que ellos y mis sobrinitos me han dado grandes alegrías en muchas ocasiones.

A mis amigos en Cristo, la familia Acosta de la Torre, la maestra Lety Bustamante, Juany Neyra, Elena, Verónica y Lulú gracias por su ayuda espiritual, por las cosas que compartieron conmigo y el trato amoroso que recibí de ustedes.

Gracias a Mis maestros por sus enseñanzas y por su amistad, al M.V.Z. Ernesto Martínez A., Dr. Gerardo Duarte M., M.V.Z. Ma. Hortensia Cepeda, M.V.Z. Javier Prado O., M.V.Z. José Muñoz V., Dr. Jesús Vielma, Dr. Ramón Delgado, Juan D. Hernández B., Lic. Raymundo Amador S., M.V.Z. Héctor Villanueva, Ma. De los Ángeles Franco y al QFB. José Luis Corona.

A mi novio Homero Carlos Castellanos gracias por tu disposición para ayudarme y por esperarme tanto tiempo, ya sabes que te amo.

Al SIREYES, le agradezco por apoyar económicamente el estudio (proyecto No. 97041020).

ÍNDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
ÍNDICE.....	IV
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITRATURA	
Estacionalidad reproductiva de los machos caprinos de las zonas templadas.....	3
Estacionalidad reproductiva de los machos caprinos de las zonas subtropicales	5
El fotoperíodo, factor que controla la actividad sexual de los caprinos de zonas templadas y subtropicales.....	6
Tratamientos fotoperiódicos utilizados para controlar la actividad sexual de los machos ovinos y caprinos.....	8
OBJETIVO GENERAL	11
HIPÓTESIS	11
MATERIALES Y MÉTODOS	
-Ubicación, animales y alimentación	12
-Tratamientos fotoperiódicos.....	12
Variables determinadas	
-Peso corporal	13
-Peso testicular	13
-Testosterona.....	14

-Prolactina.....	14
-Análisis de resultados.....	15
RESULTADOS	
Peso corporal.....	16
Peso testicular	17
Testosterona.....	18
Prolactina.....	19
DISCUSIÓN	20
CONCLUSIÓN.....	23
RESUMEN	24
LITERATURA CITADA.....	26

INTRODUCCION

La especie caprina es de suma importancia en México, especialmente para los habitantes de las zonas áridas y semiáridas. Estas zonas ocupan una superficie aproximada del 60% del territorio nacional, condición ideal para el desarrollo de la ganadería caprina. La mayor concentración de ganado caprino se encuentra en los estados del norte del país, entre los cuales destaca el estado de Coahuila, en donde se encuentra parte de la Comarca Lagunera. La SAGAR (2000) reporta que el hato caprino en la Comarca Lagunera es de más de 350 mil cabezas, repartidas entre aproximadamente diez mil productores quienes buscan crear una zona de alta producción de leche y cabrito.

Los caprinos es una de las especies domésticas que se destacan en la ganadería por su gran capacidad para proporcionar productos útiles al hombre como son la leche, carne, pieles y otros beneficios donde otros animales domésticos no son capaces de subsistir en estas zonas poco favorecidas por la naturaleza o lo hacen a un costo alto (Mena *et al.*, 1977).

Los caprinos por su gran rusticidad y adaptabilidad, así como por la relativa facilidad de su explotación y los beneficios que proporciona, representa un recurso de importancia social, ya que son muchos los habitantes que subsisten con la explotación de cabras (Cantú, 1992).

La mayoría de las razas caprinas, sobre todo las originarias de zonas templadas, así como algunas adaptadas a las regiones subtropicales, presentan actividad sexual cíclica durante determinadas épocas del año, por lo que se han clasificado como poliéstricas estacionales de días cortos (Mena *et al.*, 1977; Duarte, 1999).

Los tratamientos fotoperiódicos son una opción para poder manipular la actividad sexual en los machos, puesto que el fotoperíodo es el principal factor del medio ambiente que controla la actividad reproductiva, sincronizando posiblemente un ritmo endógeno de reproducción (Karsch *et al.*, 1989; Malpaux *et al.*, 1997). La actividad sexual es estimulada al transferir a los machos de días largos a días cortos (Galina *et al.*, 1988; Delgadillo *et al.*, 2000b). Los machos ovinos interpretan un día largo cuando se les proporciona un día corto (7 horas de luz) más una hora suplementaria (flash) de las 16 a 17 horas después del alba, momento en que se localiza la fase fotosensible (Ravault y Ortavant, 1977).

Este estudio se efectuó con la finalidad de determinar si los machos cabríos de la Comarca Lagunera perciben un día largo artificial al proporcionarles 10 horas de luz más una hora de luz suplementaria (flash) de 16 a 17 horas después del alba.

REVISIÓN DE LITERATURA

La Estacionalidad Reproductiva de Machos Caprinos de las Zonas Templadas.

La mayor parte de los animales mamíferos de las zonas templadas tienen un período de reproducción limitado a un tiempo específico del año. Entre estas especies se encuentran los ovinos y caprinos (Ortavant *et al.*, 1985). En efecto, en los pequeños rumiantes originarios de las zonas templadas, la reproducción es estacional, y se caracteriza por la presencia de un período de reposo sexual en primavera-verano y un período de actividad sexual en otoño-invierno. Esto permite que los partos se produzcan al final del invierno y principios de primavera, cuando las condiciones del medio ambiente como temperatura y la disponibilidad de alimento son más favorables para la sobrevivencia de las crías (Bronson, 1989). La estacionalidad reproductiva se debe principalmente a las variaciones del fotoperíodo (ovinos: Lincoln y Short, 1980; Karsch *et al.*, 1984; caprinos: Chemineau *et al.*, 1992a; Delgadillo *et al.*, 1992).

En lo que se refiere a los machos de estas dos especies, el período natural de actividad sexual se desarrolla durante el otoño e invierno, cuando la secreción de LH y testosterona, el peso testicular y la producción espermática son elevados (Lincoln, 1989). En cambio, el período de reposo sexual, que ocurre durante la primavera y el verano, se caracteriza porque la secreción de LH, testosterona y el peso testicular son bajos (Lincoln y Short, 1980; Dacheaux *et al.*, 1981; Delgadillo *et al.*, 1991).

En lo referente a la producción espermática, en el Ile-de-France, por ejemplo, la producción diaria de espermatozoides por testículo pasa de alrededor de mil millones en primavera a cinco mil millones en otoño (Dacheux *et al.*, 1981). Asimismo, se ha observado más del 20% de espermatozoides anormales y una fertilidad del 47.1% en primavera, mientras que éstos valores son del 10% y 68% en otoño, respectivamente (Colas, 1980, 1981). También en los machos cabríos de las razas Alpina y Saanen, la producción espermática es más elevada durante el otoño que durante la primavera (Delgadillo *et al.*, 1991, 1992).

La disminución del rendimiento espermático provoca cambios de la talla testicular. El crecimiento de ésta glándula comienza a finales del verano y alcanza su máximo tamaño a principios de otoño, justo antes de que las hembras comiencen a manifestar celo. El tamaño testicular está correlacionado con la capacidad de producir espermatozoides, por lo que un peso testicular elevado es indicativo de una alta producción espermática y viceversa (Martín y Walkden-Brown, 1995).

En los machos Alpinos y Saanen, la disminución de la actividad de espermatogénesis registrada durante el periodo de reposo sexual, provoca una disminución del peso testicular de 150 g en invierno a 117 g en primavera (Delgadillo *et al.*, 1995). Por otra parte, en los machos ovinos de raza Ile -de-France, el peso testicular presenta valores de 200 g en febrero y marzo, mientras que en julio presenta valores de hasta 350 g (Chemineau *et al.*, 1989).

La conducta sexual o libido del macho, presenta también variaciones estacionales. Una intensa libido está asociada a un incremento importante de los niveles plasmáticos de testosterona (Delgadillo *et al.*, 1991; Chemineau *et al.*, 1992).

Estacionalidad reproductiva de los machos caprinos de las zonas subtropicales

La estacionalidad reproductiva es una característica de algunas razas caprinas originarias o adaptadas a las zonas subtropicales (Walkden-Brown *et al.*, 1994; Delgadillo y Malpoux, 1996; Delgadillo *et al.*, 1999).

Los machos caprinos de la raza Cashmere de la zona subtropical de Australia (29° S) tienen su época de reproducción durante el otoño e invierno (Restall *et al.*, 1991). Durante estas estaciones la concentración plasmática de LH y testosterona, la talla testicular y la libido son elevadas. Además de lo anterior, las glándulas sebáceas ubicadas alrededor de los cuernos que son estimuladas por la testosterona, desprenden un intenso olor característico del macho cabrío (Restall *et al.*, 1991; Walkden-Brown *et al.*, 1994).

En el norte subtropical de México (26° N), los machos cabríos locales presentan también variaciones estacionales de la libido, el peso testicular y de la producción espermática (Delgadillo *et al.*, 1999). En estos machos el periodo de actividad reproductiva se desarrolla de mayo a diciembre.

En algunas razas subtropicales, el ciclo anual de reproducción es sincronizado por la alimentación mientras que en otras, por el fotoperíodo. En la raza Cashmere, por

ejemplo, Walkden-Brown *et al.* (1994) demostraron que el incremento del peso testicular y la secreción de la testosterona dependen principalmente de la calidad y cantidad de alimento que consumen los animales. En los machos bien alimentados estas dos variables se incrementan antes que en los subalimentados. Estos datos demuestran el efecto importante de la alimentación sobre la reproducción en los machos de esta región.

Sin embargo, en los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera, una alimentación adecuada no modifica el ciclo anual de reproducción, y las variables del comportamiento sexual no son diferentes entre los machos explotados de manera extensiva e intensiva (Delgadillo *et al.*, 1997; Delgadillo *et al.*, 1999). Esto indica que la disponibilidad de alimento en los machos de esta raza no es el factor responsable de la estacionalidad reproductiva, sino que existen otros factores que determinan esta estacionalidad. En realidad, el fotoperíodo es el factor responsable del ciclo reproductivo anual dado bajo condiciones naturales (Delgadillo *et al.*, 2000).

El fotoperíodo, factor que controla la actividad sexual de los caprinos de zonas templadas y subtropicales

En las razas de ovinos y caprinos originarios de las zonas templadas, el fotoperíodo es el principal factor del medio ambiente que controla la actividad reproductiva de estas especies, sincronizando un ritmo endógeno de reproducción (Howles *et al.*, 1982, Karsch *et al.*, 1989; Malpoux *et al.*, 1997). En varios experimentos se observó que el período de

actividad sexual podía ser desplazado modificando solamente el régimen luminoso. En algunas razas locales de zonas subtropicales, el fotoperíodo también es el factor que determina el ciclo anual de reproducción. Por ejemplo, en los machos locales de la Comarca Lagunera sometidos a tres meses de días largos (14 horas de luz al día) y tres meses de días cortos (10 horas de luz al día) durante dos años consecutivos, los niveles de testosterona fueron elevados durante los días cortos y bajos durante los días largos (Delgadillo *et al.*, 2000).

Se ha demostrado que aunque los días cortos estimulan la actividad reproductiva, la reproducción cesa en animales expuestos a un fotoperíodo corto constante durante un período prolongado (Karsch *et al.*, 1989; Martin *et al.*, 1998). En efecto, en los machos de la raza Soay que fueron mantenidos en condiciones naturales y expuestos a días cortos a partir de enero, no mostraron un incremento en el peso testicular (Lincoln, 1980). Esto se debe al establecimiento del estado refractario a los días cortos (Chemineau *et al.*, 1992). El estado refractario es la incapacidad de los animales de responder al efecto estimulante de los días cortos. Asimismo, los animales sometidos a períodos prolongados de días largos reinician espontáneamente su actividad reproductiva. Esto se debe a la aparición del estado refractario a los días largos. De igual manera, en carneros expuestos durante 3 años a días largos o días cortos, espontáneamente muestran variaciones de la talla testicular (Howles *et al.*, 1982; Chemineau *et al.*, 1995). Debido a esto, es necesaria la alternancia entre los días cortos y los días largos para poder manipular la actividad sexual en los caprinos.

El fotoperíodo, por medio de la secreción de melatonina, regula la actividad del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas. La duración de la secreción de la melatonina, hormona secretada por la glándula pineal durante los periodos de oscuridad, regula la actividad sexual actuando a nivel del hipotálamo premamilar para controlar la secreción de GnRH, y en consecuencia, de la FSH y LH, que a su vez controlan la actividad de las gónadas (Malpoux *et al.*, 1999).

Tratamientos fotoperiódicos utilizados para controlar la actividad sexual de los machos ovinos y caprinos

Los tratamientos fotoperiódicos son utilizados para desplazar el ciclo anual de reproducción que se presenta en condiciones naturales con solo invertir el ciclo fotoperiódico. Por ejemplo, la inversión del ciclo fotoperiódico anual produce un desplazamiento de seis meses de la estación sexual, mientras que la reducción a seis meses del ciclo fotoperiódico anual provoca la aparición de 2 estaciones sexuales por año (Mauleón y Rougeot, 1962., Lindsay *et al.*, 1984).

Para manipular la actividad sexual en los machos ovinos y caprinos sensibles al fotoperíodo, es necesaria la alternancia de días largos y días cortos (Ortavant *et al.*, 1985; Chemineau *et al.*, 1992; Flores *et al.* 2000). Los días largos pueden ser proporcionados con luz artificial en cámaras fotoperiódicas o combinando la luz artificial con la luz natural, en instalaciones abiertas (Chemineau *et al.*, 1988). Los días cortos pueden ser proporcionados

en edificios oscuros o imitados con la administración de melatonina, hormona que da una señal de días cortos (Staples *et al.*, 1991; Chemineau *et al.*, 1993; Flores *et al.*, 2000).

El tratamiento fotoperiódico en los machos Alpinos y Saanen puede consistir en la aplicación de tres meses de días largos durante el invierno, seguido de tres meses de días cortos, lo cual induce la actividad sexual durante el período de reposo sexual (Chemineau *et al.*, 1992).

En la Comarca Lagunera, 2.5 meses de días largos a partir del 1 de noviembre seguidos de la aplicación subcutánea de dos implantes de melatonina (Régulin-Mélovine, Sanofi, Libourne, Francia) de 18 mg cada uno o de días cortos naturales, permite inducir la actividad sexual de los machos cabríos a contra estación. En los machos tratados, el peso testicular, la testosterona, la libido y la producción espermática son superiores de febrero a abril que en los machos testigo (Flores *et al.*, 2000; Vielma *et al.*, 2001; Véliz *et al.*, 2001).

Existe en los machos ovinos de la raza Ile-de-France una fase fotosensible situada alrededor de las 16 a 17 horas después del alba. Esto significa que si los machos reciben una hora de luz en este período, ellos percibirán y responderán fisiológicamente como si hubieran sido sometidos a un día largo de 16 horas de luz (Ravault y Ortavant, 1977; Pelletier *et al.*, 1981; Pelletier y Thimonier, 1987; Ravault y Thimonier, 1988; Chemineau *et al.*, 1990). Entonces, un día largo se puede proporcionar aplicando 8 horas de luz por día divididas en un período de siete horas continuas más 1 hora de luz (Flash) de las 16 a 17 horas después del alba. La ubicación de esta fase fotosensible ha sido determinada en razas

de caprinos y ovinos originarias de zonas templadas, en donde la diferencia entre los solsticios de invierno y verano es de 8 horas luz. En las zonas subtropicales y en particular en la Comarca Lagunera en donde existen solamente 4 horas de diferencia entre los solsticios de verano e invierno, no se ha determinado si la fase fotosensible se ubica de las 16 a 17 horas después del alba.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este trabajo fue determinar si la fase fotosensible en los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera se ubica de 16 a 17 horas después del alba.

HIPÓTESIS

La fase fotosensible de los machos cabríos de la Comarca Lagunera, se ubica a la misma hora que la reportada en los machos ovinos y caprinos originarios de las zonas templadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

-Ubicación, Animales y alimentación

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL), ubicada a 26° latitud Norte, 103° longitud Oeste y a una altitud de 1100 a 1400 msnm (Schmidt, 1989). La temperatura máxima promedio en verano es de 40° C y la mínima en invierno es de 2° C (CENID-RASPA-INIFAP, 1998).

Se utilizaron 11 machos cabríos Criollos de cuatro años de edad, que fueron agrupados en dos lotes homogéneos en cuanto a peso corporal y peso testicular. Los animales se estabularon y la alimentación de éstos consistió en heno de alfalfa a libre acceso y 300 g de concentrado comercial (Generaleche con 14 % de proteína cruda de Purina). El agua y las sales minerales se proporcionaron a libre acceso.

-Tratamientos fotoperiódicos

Los machos del grupo testigo (GT: n = 7) se alojaron en un corral de 6 x 6 m y estuvieron sujetos a las variaciones naturales del fotoperíodo (10:19 horas luz durante el solsticio de invierno y 13:41 horas luz durante el solsticio de verano) y la temperatura en la Comarca Lagunera.

Los machos del grupo experimental (GE: n=5) se alojaron en una cámara fotoperiódica de 6 x 6 m. El corral se equipó con dos lámparas de "luz de día" que proporcionaban una intensidad luminosa mínima de 300 lux al nivel de los ojos de los animales. El alba (encendido de la luz) se fijó y ocurrió diariamente a las 6:00 horas. El crepúsculo (apagado de la luz) fue fijo y ocurrió a las 16:00 horas. Posteriormente los animales recibieron una hora suplementaria de luz de 16 a las 17 horas (22-23 h) después del alba. El experimento inició el 1 de noviembre de 1998 y terminó el 31 de marzo de 1999. El tratamiento fotoperiódico solo duró desde el 1 de noviembre de 1988 y finalizó el 15 de enero de 1999.

Variables determinadas

-Peso corporal

El peso corporal (PC) se determinó cada 15 días con una báscula de una capacidad de 300 kg y de una precisión de 250 g. La determinación fue realizada siempre por la misma persona.

-Peso testicular

Para determinar el peso testicular (PT) se utilizó la técnica de palpación comparativa propuesta por Oldham *et al.* (1978). Se empleó un orquidómetro que es una serie de piezas

de silicón, de diferentes tamaños de forma parecida a los testículos con su respectiva equivalencia en peso de 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 y 220 ml (1 ml es igual a 1 g). La medición se realizó cada 15 días y siempre la efectuó la misma persona.

-Testosterona

Para determinar las concentraciones plasmáticas de testosterona se tomó una muestra de sangre de la vena yugular de cada macho en tubos de 5 ml al vacío preparados con 30 μ l de heparina. Las muestras se tomaron cada semana durante el periodo experimental. Las muestras se centrifugaron durante 25 minutos a 3000 rpm. para obtener el plasma, el cual se conservó a -15°C hasta su determinación por radioinmunoanálisis (RIA) según la técnica descrita por Garnier *et al.* (1978). La sensibilidad del ensayo fue de 0.1 ng/ml y el coeficiente de variación fue de 8 %.

-Prolactina

Para determinar la prolactina se tomó una muestra de sangre de la vena yugular durante un período de 24 horas. Esto se realizó el 10 de diciembre, a los 40 días de haber iniciado el tratamiento luminoso. Se obtuvo una muestra cada hora y a la hora del flash cada quince minutos. Las muestras se centrifugaron durante 25 minutos a 3000 rpm. Se recuperó el plasma y se congeló a -15°C hasta su determinación. La concentración plasmática de prolactina fue determinada en duplicado mediante RIA según la técnica descrita por Kann (1971). El límite de detección fue de 7.3 ng/ml. El coeficiente de variación intra ensayo fue de 20 %.

Análisis de resultados

Los datos individuales del peso testicular y peso corporal fueron sometidos a un análisis de varianza a dos factores (lote*tiempo) con medidas repetidas. Los promedios fueron entonces comparados 2 a 2 mediante la prueba t de Student. Los resultados fueron expresados en promedio \pm error estándar de la media (eem). Todos los análisis estadísticos fueron realizados mediante el paquete estadístico SYSTAT 5.03 (Evenston, Ill., USA, 1990/1992).

RESULTADOS

Peso Corporal

El ANOVA indicó un efecto del tiempo sobre el PC ($P < 0.001$). Sin embargo no existió una diferencia o interacción grupo*tiempo ($P > 0.05$). En la Figura 1 se muestra la evolución del peso corporal de los machos del GE y del GT.

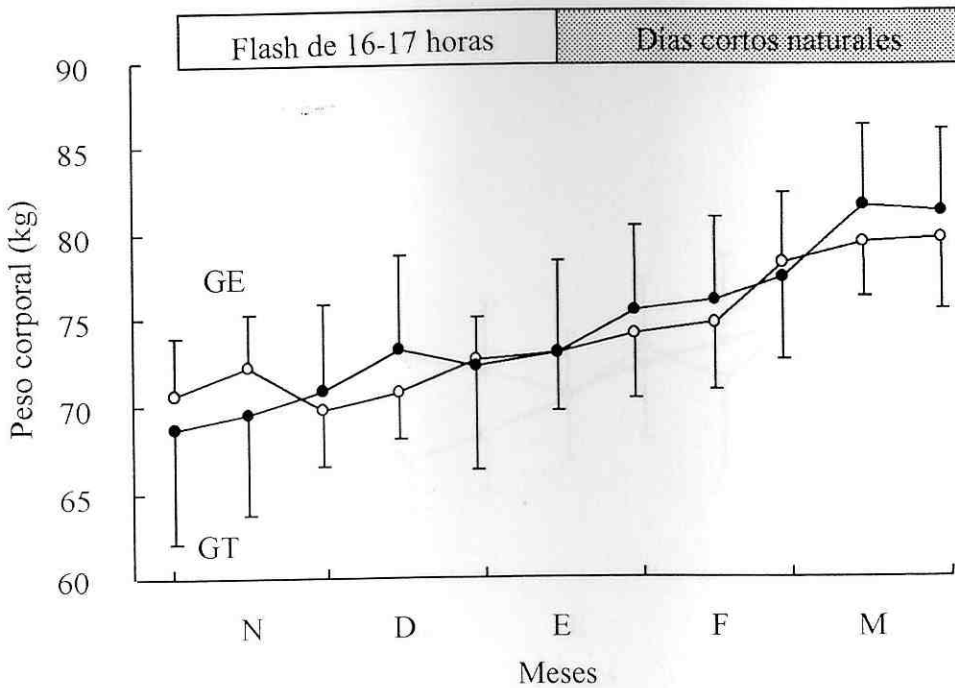


Figura 1. Evolución del peso corporal de los machos cabríos sometidos a un flash de las 16 a 17 horas después del alba GE y los machos cabríos del GT sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo de la Comarca Lagunera.

Peso Testicular

El ANOVA para PT, indicó un efecto del tiempo sobre esta variable ($P < 0.001$). Sin embargo, no se encontró diferencia o interacción grupo*tiempo ($P > 0.05$). En la Figura 2 se observa como evolucionó el PT de los machos cabríos del GE y del GT.

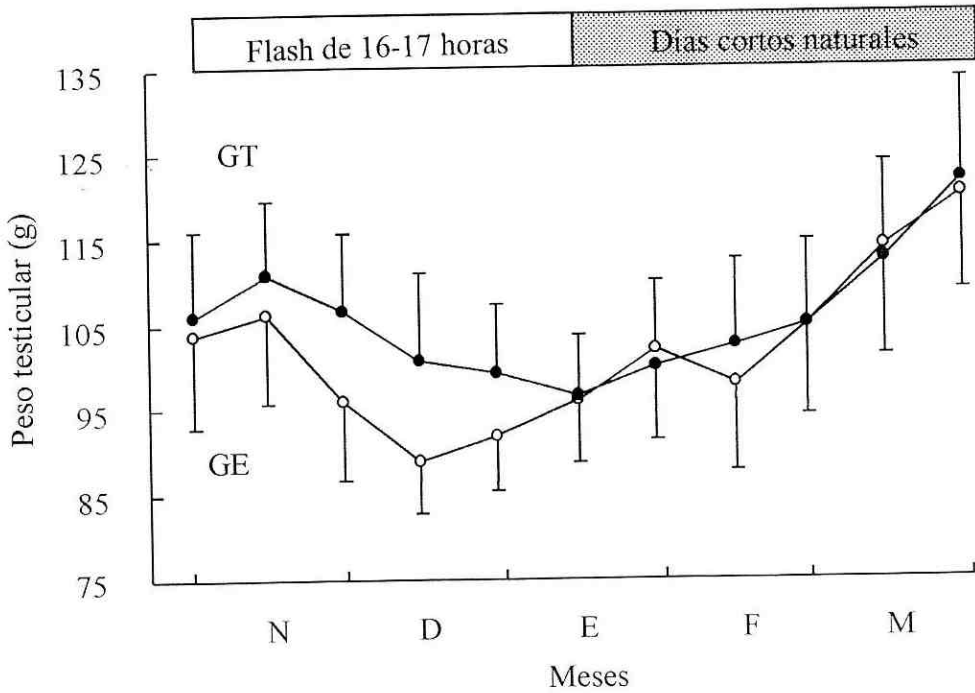


Figura 2. Evolución del peso testicular de los machos cabríos sometidos a un flash de las 16 a 17 horas después del alba GE y los machos cabríos del GT sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo de la Comarca Lagunera.

Testosterona

El ANOVA para la concentración de testosterona plasmática reveló que esta hormona varió durante el estudio (efecto tiempo: $P < 0.009$). En cambio no hubo diferencia o interacción grupo*tiempo ($P > 0.05$). En la Figura 3 se puede observar la evolución de las concentraciones plasmáticas de la testosterona del GE y del GT.

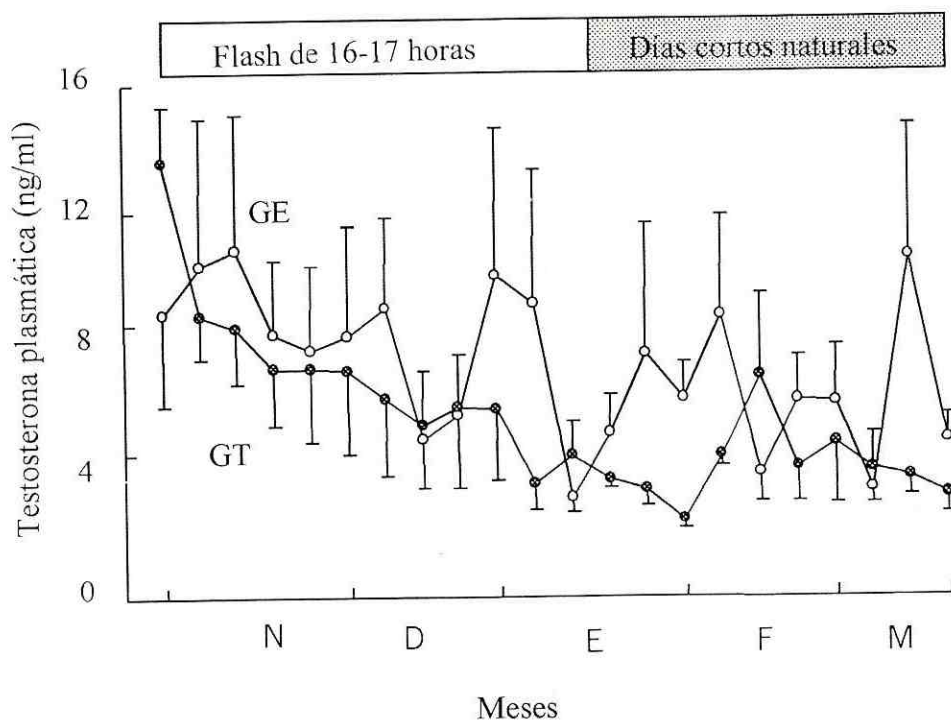


Figura 3. Evolución de las concentraciones de testosterona plasmática de los machos cabríos sometidos a un flash de las 16 a 17 horas después del alba GE y los machos cabríos del GT sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo de la Comarca Lagunera.

Prolactina

Sobre la prolactina, el ANOVA demostró que ésta varió durante el estudio (efecto tiempo: $P < 0.001$). Además, reveló una tendencia a la interacción grupo*tiempo ($P < 0.054$). En la Figura 4 se puede observar evolución de las concentraciones de prolactina plasmática durante un ritmo de 25 horas en ambos grupos

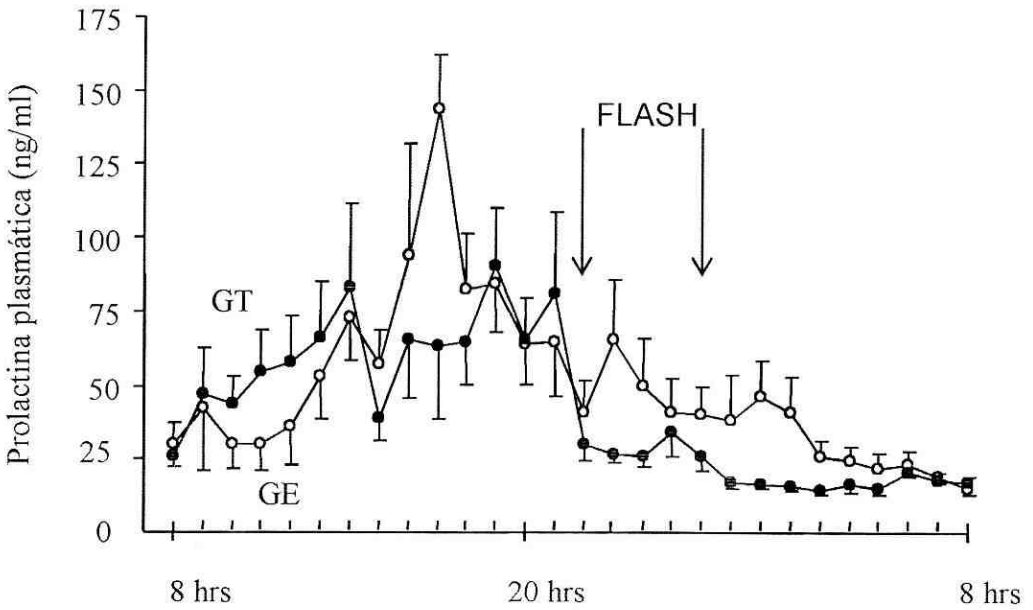


Figura 4. Evolución de la prolactina plasmática en 25 horas de los machos cabríos sometidos a un flash de las 16 a 17 horas después del alba GE y los machos cabríos del GT sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo de la Comarca Lagunera.

DISCUSION

Los resultados de este trabajo, demuestran que el tratamiento de 10 horas de luz continua más una hora de luz suplementaria de las 16 a 17 horas después del alba (de las 22:00 a 23:00 horas), no fue interpretada como un día largo por los machos cabríos de la Comarca Lagunera. En efecto, las variables determinadas en el GE, fueron similares a las del GT. Estos resultados difieren de los reportados en los ovinos y caprinos por Ravault y Ortavant (1977), Ortavant y Loir (1980) y Ravault y Thimonier (1988), quienes mostraron que los niveles de prolactina plasmática resultantes de la aplicación de un flash de las 16 a 17 horas después del alba, son similares a los obtenidos con la aplicación de días largos artificiales de 16 horas de luz continua.

La evolución de la prolactina en el GE, no se diferenció de la del grupo testigo. Como la prolactina es la hormona que indica cómo los animales perciben la duración del día (Chemineau *et al.*, 1986; English *et al.*, 1986; Chemineau *et al.*, 1992; Carrillo *et al.*, 1998), los resultados sugieren que a pesar de la fuerte tendencia hacia una interacción grupo*tiempo, los machos del grupo experimental no percibieron el tratamiento de luz suplementaria o flash como día largo. Por lo tanto, en los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera, la fase fotosensible no está ubicada a la misma hora que en el reportado en los ovinos y caprinos de zonas templadas (Chemineau *et al.*, 1992).

Es probable que los machos del grupo experimental no hayan respondido al tratamiento fotoperiódico porque se les dio en total 11 horas luz (10 continuas más 1 suplementaria) y no 8 como lo reportado en ovinos y caprinos (Ravaul y Ortavant, 1977). Otra posibilidad es que una hora de luz suplementaria no haya sido suficiente para que los machos pudieran interpretar un día largo. Probablemente es necesario dar 2 horas de luz suplementarias en lugar de una para que los machos puedan percibir un día largo.

Otro índice de que los machos del grupo experimental no percibieron días largos, es el hecho de que la secreción de testosterona fue similar en el GT y GE. En efecto, en ambos grupos los niveles plasmáticos de testosterona fueron similares y coinciden con los reportados en otros estudios efectuados con animales de la misma raza (Delgadillo *et al.*, 1999). Las concentraciones plasmáticas de testosterona fueron también diferentes a los reportados en machos tratados con 2.5 meses de días largos seguidos de la aplicación de dos implantes de melatonina o de días naturales. En estas últimas condiciones experimentales, los niveles plasmáticos de testosterona se incrementan de febrero a abril (Delgadillo *et al.*, 2001 y Vielma *et al.*, 2001), cosa que no ocurrió en el presente estudio. Esto confirma que los machos tratados no percibieron un día largo.

Un segundo punto para manipular la actividad sexual usando el fotoperiodo, es la alternancia de días largos y días cortos. Como los machos experimentales no percibieron el tratamiento fotoperiódico como día largo, entonces los días cortos no tuvieron ningún efecto. Las gónadas no fueron estimuladas y la secreción de testosterona fue similar entre los machos testigo y experimental.

En conjunto, estos resultados demuestran que los machos Cabríos de la Comarca Lagunera no perciben un día largo al someterlos a un tratamiento fotoperiódico que incluye una hora suplementaria de luz de las 16 a 17 horas después del alba. La fase fotosensible se ubica posiblemente en otro momento del día.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en éste trabajo permite concluir que la fase fotosensible de los machos cabrios Criollos de la Comarca Lagunera no está situada de 16 a 17 horas después del alba.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar si los machos Cabríos de la Comarca Lagunera perciben un día largo al someterlos a una hora de luz suplementaria de 16 a 17 horas después del alba.

Se utilizaron 11 machos caprinos Criollos, los cuales fueron repartidos en dos grupos homogéneos en cuanto a peso corporal y testicular. El grupo testigo (GT: n=6) fue sometido al fotoperíodo y a la temperatura naturales de la Comarca Lagunera. El grupo experimental (GE: n=5) fue alojado en una cámara fotoperiódica y sometidos a días cortos más una hora suplementaria de luz de las 22:00 a las 23:00 horas (16 a 17 horas después del alba). El tratamiento fotoperiódico inició el 1 de noviembre de 1998 y terminó el 15 de enero de 1999. Después los machos percibieron las variaciones naturales del fotoperíodo de la Comarca Lagunera. Se determinó el peso corporal y testicular cada 15 días. También se determinaron los niveles plasmáticos de testosterona y prolactina.

El ANOVA para peso corporal, indicó un efecto del tiempo sobre esta variable ($P < 0.001$). Sin embargo no existió una interacción grupo*tiempo ($P > 0.05$). También existió un efecto del tiempo sobre el peso testicular ($P < 0.001$). Sin embargo, no se encontró interacción grupo*tiempo ($P > 0.05$). Las concentraciones de testosterona plasmática, variaron durante el estudio (efecto tiempo: $P < 0.009$), Pero no existió interacción

grupo*tiempo. El ANOVA demostró que la prolactina varió durante el estudio (efecto tiempo: $P < 0.001$), pero no hubo interacción grupo*tiempo ($P > 0.054$).

Los anteriores resultados sugieren que los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera no perciben un día largo al someterlos a un tratamiento fotoperiódico que incluye una hora suplementaria de luz de las 16 a 17 horas después del alba. La fase fotosensible posiblemente se ubica en otro momento del día.

LITERATURA CITADA

Bronson F.H., 1989. Mammalian Reproductive Biology. Food as approximate factor: Neuroendocrine Pathways. The University of Chicago Press. Chicago, 1989; 61-89.

Cantú B.J.E., 1992. Zootecnia de ganado caprino. 1ª. Edición. Departamento de producción animal. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. pp. 10-13.

Carrillo E., Moran J., Malpoux B., Delgadillo J.A., 1998. Efecto de la luz artificial y melatonina sobre la producción espermática cuantitativa de los machos cabríos Criollos durante el período de reposo sexual. XIII Reunión Nacional sobre Caprinocultura, 21-23 octubre. San Luis Potosí, S.L.P., México. pp.102-105.

CENID-RASPA-INIFAP. Registros de esta institución, 1998.

Colas G., 1980. Variations saisonnières de la quealité du sperme chez le bélier Ile-de-France. I. Etude de la morphologie cellulaire et de la motilité massale. *Reprod. Nutr. Dévelop* 20 (6), 1789-1799.

Colas G., 1981. Variations saisonnières de la qualité du sperme chez le bélier Ile-de-France.

II. Fécondance: relation avec les critères observés in vitro *Reprod. Nutr. Dévelop* 21 (3), 399-407.

CONAGUA. Registros oficiales de esta dependencia, 1998.

Chemineau P., Normant E., Ravault J.P., Thimonier J., 1986. Induction and persistence of pituitary and ovarian activity in the out-of-season lactating dairy goat after a treatment combining a skeleton photoperiod, melatonin and the male effect. *J. Reprod. Fert.* 78: 497-504.

Chemineau P., Pelletier J., Guérin Y., Colas G., Ravault 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. Dévelop* 28 (28), 409-422.

Chemineau P., Delgadillo J.A., Malpoux B., Pelletier J., 1989. Annual clock and control of domestic mammal reproduction. IVth International Congress of Andrology. *Perspectives in Andrology*. Florence, Italy. 53: 307-315.

- Chemineau P., Malpoux B., Pelletier J., Delgadillo J.A., Guérin Y., Thimonier J., 1990. Effets de la lumière et de la température sur la reproduction des petits ruminants. Reunión Annuelle de l'Association pour l'Etude de la Reproction Animale, Maisons.-Alfort, 25 janvier. 1-10.
- Chemineau P., Malpoux B., Delgadillo J.A., Guerin 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., Baril G., Delgadillo J.A., 1992. Control de la reproducción en la especie caprina: Interés zootécnico y métodos disponibles. Rev. Latamer. Peq. Rumin. 1 (1), 15-38.
- Chemineau P., 1993. Medio Ambiente y reproducción animal. Revista Mundial de Zootecnia. FAO. 1993/4; 77: 2-14.
- Dacheux, J.L., Pisselet, C., Blanc, M.R., Hochereau-de-Reviere, M.T., Court, M., 1981. Seasonal variations in rete testis fluid secretion and sperm production in different breeds of ram. J. Reprod. Fert. 61: 363-371.
- Delgadillo J.A., Leboeuf B., 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., and 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., 1992. Abolition of seasonal in semen quality and maintenance of sperm fertilizing ability by photoperiodic cycles in goat bucks. *Small Rumin. Res.* 9: 47-59.
- 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: 49-558.
- Delgadillo J.A., Malpoux B., 1996. Reproduction of goats in the tropics and subtropics. VI International Conference on Goats, 5-11 mayo, Beijing, China. 2: 785-793.
- Delgadillo JA., Malpoux B., Chemineau P., 1997. La reproduction de caprins dans les zones tropicales et subtropicales. *INRA Prod. Anim.*, 10 (1), 33-41.
- Delgadillo JA., Canedo GA., Chemineau P., Malpoux B., 1999. Evidence for an annual rhythm of reproduction independent of food availability in Creole male goats of subtropical Northern Mexico. *Theriogenology*. 52 (4), 727-737.

- Delgadillo J.A., Cortez-López M.E., Duarte G., Malpaux B., 2000. El fotoperíodo modifica la actividad sexual de los machos cabríos Criollos del subtrópico mexicano. XLII Congreso Nacional y XX Congreso Latinoamericano de Ciencias Fisiológicas, 3-7 de septiembre, Cancún, Quintana Roo, México.
- Delgadillo J.A., Cortez-López M.E., Duarte G., Malpaux B., 2000b. El fotoperíodo modifica la actividad sexual de los machos cabrios Criollos del subtrópico mexicano. XLIII Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas y XX Congreso Latinoamericano de Ciencias Fisiológicas, 3-7 de septiembre, Cancún, Quintana Roo, México, C 191.
- Delgadillo J.A., Carrillo E., Morán J., Duarte G., Chemineau P., Malpaux B., 2001.. Induction of sexual activity of male cróele goats in subtropical northern México using long days and melatonin. *J. Anim. Sci.* 79: 2245-2252.
- Duarte G., 1999. Estacionalidad reproductiva y efecto del fotoperíodo sobre la actividad ovulatoria de las hembras caprinas Criollas de la Comarca Lagunera. Tesis de Doctorado. FMVZ, UNAM, 77 pp.
- Duarte G., Flores J.A., 1999. Is photoperiod involved in timing seasonal reproduction of goats adapted a subtropical environment? 8th Meeting of the European Pineal Society. July 3-7, Tours, France. Abstr. 31.

- English J., Poulton A.L., Arendt J., Symons A.M., 1986. A comparison of the efficiency of melatonin treatments in advancing oestrus in ewes. *J. Reprod. Fert.* 77: 321-327.
- Flores J.A., Véliz F.G., Pérez-Villanueva J.A., Martínez de la Escalera G., Chemineau P., Poindron P., Malpoux B., Delgadillo J.A., 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol. Reprod.*, 62: 1409-1414.
- Galina C., Santiel A., Becerril J., Bustamante G., Calderon A., Duchateau A., Fernández S., Olguin A., Paramo R., Zarco L., 1988. Reproducción de los animales domésticos; Ed. LIMUSA. 375 pp. México.
- Garnier D.H., Cotta Y., Terqui M., 1978. Androgen radioimmunoassay in the ram: results of direct plasma testosterone and dehydroepiandrosterone measurement and physiological evaluation. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 18: 265-281.
- Howles C.M., Craighan H., Haynes N.B., 1982. Long-term rhythms of testicular volume and plasma prolactin concentration in rams reared for three years in constant photoperiod. *J. Reprod. Fert.* 65: 439-446.
- Kann G., 1971. Dosage radioimmunologique de la prolactine plasmatique chez les ovines. *C. R-Acad. Sci. Paris Serie D.* 272 (22), 2808-2811.

- 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: 185-234.
- Karsch F.J., Robinson J.E., Woodfill Celia J.I., Brown Morton B., 1989. Circannual cycles of luteinizing hormone and prolactin secretion in ewes during prolonged exposure to a fixed photoperiod: evidence for an endogenous reproductive rhythm. *Biol. Reprod.* 41: 1034-1046.
- Lincoln G.A., 1980. Photoperiodic control of seasonal breeding in rams. The significance of short-days refractoriness. In *Proc. Vth Congr. Endocrinol.*, 10-16 February 1980, Melbourne, Aust. Acad. Sci., Canberra. A.C.T., 283-286 p.
- Lincoln G.A., Short R.V., 1980. Seasonal breeding: nature's contraceptive. *Recent Prog. Horm. Res.* 36: 1-52.
- Lincoln G.A., 1989. Seasonal aspects of testicular function. *The Testis.* 2: 329-385.
- 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. Fert.* 71: 351-356.

- Malpoux 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 de Septiembre, Montecillo, México. pp. 23-41.
- Malpoux B., Thiery J.C., Chemineau P., 1999. Melatonin and the seasonal control of reproduction. *Nutr. Repro.Dev.*, 39: 355-366.
- Martin GB., Walkden-Brown SW., 1995. Nutritional influences on reproduction in mature male sheep and goats. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 49: 437-439.
- Mauleón P., Rougeot J., 1962. Régulation des saisons sexuelles chez de brebis de races différentes au moyen de divers rythmes lumineux. *Ann. Biol. Anim. Bichim. Biophys.* 2: 209-222.
- Mena G.L. y Gall C., 1977. Producción caprina y ovina. ITESM, Monterrey N.L., México.
- Oldaham 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.
- Ortavant R., Loir M., 1980. Photoperiodisme et reproduction. In: Rythmes et Reproduction. Colloque de la Societé Nationale pour l'Etude de la Stérilité et de la Fecundité. pp. 157-159.

- Ortavant R., Pelletier J., Ravault J.P., Thimonier J. and Volland-Nail P., 1985. Photoperiod: main proximal and distal factor of the circannual cycle of reproduction in farm mammals. *Oxford Rev. Reprod. Biol.* 7: 305-345.
- Pelletier J., Blanc M., Daveau A., Garnier D.H., Ortavant R., De Reviers M.M., Terqui M., 1981. Mechanisms of light action in the ram: a photosensitive phase for LH, FSH, testosterone and testis weight? In *Photoperiodism and Reproduction*, Nouzilly, France. Les Colloques de l'INRA. 24-25 septembre. 6: 117-134.
- Pelletier J., Thimonier J., 1987. The measurement of daylength in the Ile-de-France ram. *J. Reprod. Fert.* 81: 181-186.
- Pelletier J. Y Almeida G., 1987. Short light cycles induce persistent reproductive activity in Ile-de-France rams. *J. Reprod. Fert.* 34: 215-226.
- Ravault J.P., Ortavant R., 1977. Light control of prolactin secretion in sheep. Evidence for a photoinductible phase during a diurnal rhythm. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.* 17: 459-473.
- Ravault J.P., Thimonier J., 1988, Melatonin patterns in ewes maintained under skeleton or resonance photoperiodic regimens. *Reprod. Nutr. Dévelop* (2B), 473-486.

Restall B.J., Walkden-Brown S., Restall H., 1991. Reproduction Research in Australian goats. Cashmere Research Seminar Proceedings. 23-24 May, Australia. pp. 49-69.

SAGAR., 2000. Registros oficiales de esta dependencia. Torreón, Coahuila, México.

Schmidt R.H., 1989. The arid zones of Mexico: climatic extremes and conceptualization of the Sonora desert. *J. Arid. Env.*, 16: 241-256.

Staples L.D., McPhee S., Reeve J., Williams A.H., 1991. Practical applications for controlled release melatonin implants in sheep. *Advances in pineal research*: 6. Andrew Foldes & Russel, J: Reiter eds. pp. 199-208.

SYSTAT 5.03 (Evenston, ILL, 1990/1992).

Véliz F.G., Vélez L.I., Moreno S., Sánchez D., Vielma J., Duarte G., Poindron P., Malpaux B., Delgadillo J.A., 2001. En los caprinos del subtrópico mexicano no es necesaria la separación de los dos sexos antes de realizar el “efecto macho”. II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. XI Congreso de Producción Ovina. 22-25 mayo, Mérida, Yucatán, México.

Vielma J., Hernández H.F., Véliz G.F., Flores J.A., Duarte G., Malpaux B., Delgadillo J.A., 2001. Días largos artificiales seguidos de días cortos naturales estimulan el crecimiento testicular y la secreción de testosterona en los machos cabríos Criollos del subtrópico mexicano. II Congreso Latinoamericano de Especialista de en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. XI Congreso Nacional de Producción Ovina. 22-25 mayo, Mérida, Yucatán, México.

Walkden-Brown, Restall B.J., Norton B.W., Scaramuzzi B.W. and Martin G.B., 1994. 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.