

**"UAAAN UL"**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

**UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**EL FOTOPERIODO MODIFICA LA ACTIVIDAD SEXUAL DE LOS  
MACHOS CABRIOS**

**POR**

**J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ**

**T E S I S**

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

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN COAHUILA, MÉXICO**

**OCTUBRE DE 1999.**

001870

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

TESIS

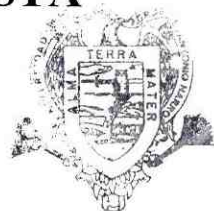
POR:

J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ

TESIS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO  
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**APROBADO POR:**



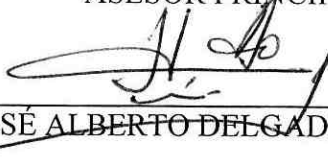
MC. JORGE ITURBIDE RAMÍREZ Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO" U.A.A.N.

TESIS QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURDO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**APROBADA**

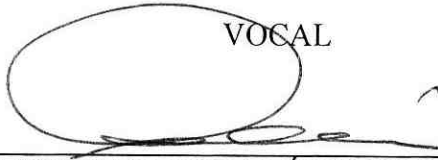
ASESOR PRINCIPAL



---

DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

VOCAL



---

MVZ. CARLOS RAMÍREZ FERNÁNDEZ

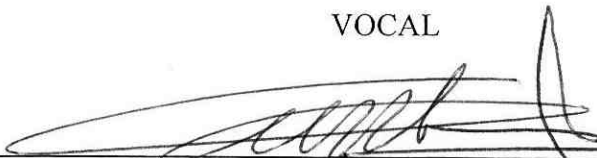
VOCAL



---

MC. RAMÓN DELGADO GONZALEZ

VOCAL



---

MC. GERARDO DUARTE MORENO

# DEDICATORIAS

## A MIS PADRES

Por darme lo más preciado, la vida, y por contar siempre con su apoyo de manera incondicional a pesar de todos los errores que he cometido, y porque en los momentos más difíciles de mi carrera y de mi vida, ellos han estado siempre a mi lado; porque ellos son los verdaderos merecedores de este triunfo.

**GRACIAS**

## A MIS HERMANOS

Por contar con su cariño y comprensión que ha sido la razón más importante para concluir mis estudios.

## A TODOS MIS FAMILIARES

Por sus comentarios que sirvieron de estímulo en gran manera para demostrar que cuando existe confianza y cariño en la familia, sólo basta una palabra de aliento para demostrar lo que uno significa para ellos.

## A MIS AMIGOS

Nancy T. Castillo, Miguel Angel, Juan, Erasto, Lupita, Fredy, Cruz, Marco Antonio, David, Israel, Adolfo, Laila, Polo, Iram, Angel, Federico y muchos más que no por mala voluntad sino por falta de espacio no son mencionados, pero no por eso dejan de ser tan buenos amigos como los que aquí se nombran.

## ESPECIAL

A la memoria de **José A. Ibarra Martínez** (mi primo), y **Efrain Mendoza Miguel** (mi amigo), que donde quiera que se encuentren, sé que estarán orgullosos y compartiendo conmigo esta dicha.

# **AGRADECIMIENTOS**

## **A MI ALMA TERRA MATER**

Por haberme dado la oportunidad de concluir de manera satisfactoria mis estudios profesionales y en la cual pase los mejores años de mi vida, no sólo obteniendo conocimientos, sino que además me dio la oportunidad de conocer a grandes amigos.

**GRACIAS.**

## **A MI ASESOR**

José Alberto Delgadillo Sánchez por su tiempo y apoyo desinteresado para la realización de esta tesis, la cual sin él no se hubiera podido concluir

## **A LOS ALUMNOS DE POSTGRADO**

A la señora Juana Aguilar Durón, Mundo, Chepo, Héctor.

## **A MIS MAESTROS**

Por compartir no sólo sus conocimientos, si no también su amistad, especialmente los médicos Juan José Muñoz Varela, Javier Prado Ortiz, Gerardo Duarte Moreno, Carlos Ramírez Fernández, Ramón Delgado, María Hortencia Cepeda, Juan David Hernandez B y Héctor Villanueva.

## **A MIS AMIGOS**

Por haber compartido su amistad durante estos años los cuales han sido muy importantes para mí .

## **ESPECIAL**

A la mujer de la cual tengo los más gratos recuerdos, aún cuando el tiempo compartido fue poco y en la cual me dio la oportunidad de conocerla y al mismo tiempo compartir momentos inolvidables, con todo mi cariño, admiración y respeto.

**Nallely  
GRACIAS**

# INDICE

PAGINA

<b>1.- RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>2.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
2.1.- Objetivo General .....	4
2.2.- Objetivo específico .....	4
2.3.- Hipótesis .....	4
<b>3.- REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
3.1.- Estacionalidad Reproductiva de los Machos Ovinos y Caprinos en Zonas Templadas.....	5
3.2.- Acción del Fotoperiodo sobre la Reproducción de los Machos Ovinos y Caprinos de Zonas Templadas.....	7
3.3.- Vías Neuroendócrinas y efecto del Fotoperiodo sobre la Reproducción .....	8
3.4.- Actividad Reproductiva de los Machos Ovinos y Caprinos de las Zonas Tropicales .....	9
3.5.- Actividad Reproductiva de los Machos Ovinos y Caprinos de las Zonas Subtropicales .....	10
<b>4.- MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>12</b>
4.1.- Localización del Trabajo Experimental.....	12
4.2.- Animales Experimentales.....	12
4.3.- Manejo y Alimentación .....	12
4.3.1.- Manejo .....	12
4.3.2.- Alimentación .....	13
4.4.- Distribución de Grupos.....	13
4.5.- Tratamientos Fotoperiódicos .....	13
<b>5.- VARIABLES DETERMINADAS.....</b>	<b>15</b>
5.1.- Peso Corporal .....	15
5.2.- Peso Testicular.....	15
<b>6.- ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>16</b>
6.1.- Peso Corporal y Peso Testicular.....	16
6.2.- Expresión de Resultados .....	16
<b>7.- RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
7.1.- Peso Corporal .....	17
7.2.- Peso Testicular.....	19
<b>8.- DISCUSIÓN.....</b>	<b>21</b>
<b>9.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>23</b>
<b>10.- BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>24</b>



## 1. RESUMEN.

Este estudio se realizó con el objetivo de determinar si el fotoperiodo controla la actividad sexual de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera. Se utilizaron 12 machos Criollos entre 2 y 3 años de edad, los cuales permanecieron estabulados bajo un régimen de alimentación constante basado en heno de alfalfa a libre acceso y 200 g de concentrado comercial al 14% de proteína cruda. El agua y las sales minerales fueron proporcionadas a libre acceso. Los machos fueron divididos en 2 grupos. El grupo testigo (GT; n= 7) fue sometido a las variaciones naturales de la temperatura y el fotoperiodo de la Comarca Lagunera (10 h/luz-14 h/obscuridad durante el solsticio de invierno). El grupo experimental (GE; n=5), fue sometido consecutivamente a 3 meses de días cortos y 3 meses de días largos, durante dos años. El grupo inició con días cortos (GC). El peso corporal (PC) y el peso testicular (PT) de los dos grupos, fueron registrados cada 15 días. Los pesos corporal y testicular del GT variaron durante el estudio ( $P < 0.0001$ ). En efecto, el PC varió de  $76.4 \pm 1.9$  a  $63.1 \pm 1.80$  en los meses de junio de 1996 a enero de 1997, mientras que el PT varió de  $148.6 \pm 8.9$  a  $68.6 \pm 6.8$  en los meses de junio de 1996 a febrero de 1997. En el GE, el PC y PT variaron también durante el estudio ( $P < 0.0001$ ). Además existió una interacción tiempo-duración del día en ambas variables ( $P < 0.05$ ). El PC se incrementó durante los DL y disminuyó durante los DC. El peso testicular respondió al tratamiento fotoperiodico a partir del tercer ciclo, a partir del cual, el PT fue superior durante los DC

que durante los DL. Estos resultados permiten concluir que los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera son sensibles al fotoperiodo y es posible que este factor juegue un papel importante en el desarrollo del ciclo anual de reproducción en condiciones naturales.

Palabras clave: Reproducción, Macho Cabrío, Estacionalidad Reproductiva, Peso Testicular, Fotoperiodo, Subtropicos.



## 2. - INTRODUCCION

El ganado caprino constituye una importante fuente de ingresos y de alimentación para gran parte de la población marginada de México. El 64% de este ganado se localiza en zonas áridas y semiáridas del norte y centro del país (Juárez y Montaldo, 1989). En la Comarca Lagunera existen alrededor de 600 mil cabras, de las cuales el 80% de las hembras paren de noviembre a febrero, época del año poco favorable para el desarrollo de las crías por las bajas temperaturas del invierno (Sáenz- Escárcega et al.,1991). Lo anterior es consecuencia de que el ganado caprino se caracteriza por poseer un patrón de reproducción de tipo estacional. En los machos explotados de manera extensiva, se han observado variaciones estacionales del peso testicular, lo que sugiere que existen variaciones de la actividad sexual. En efecto, el periodo de reposo sexual se manifiesta de enero a abril, época que coincide con una menor disponibilidad de alimento en el campo por lo que se sugirió que la subalimentación era la responsable del periodo de reposo sexual. Sin embargo, estas variaciones se han observado también en los machos cabríos explotados en estabulación y alimentados adecuadamente (Canedo et al., 1995; Delgadillo y Malpaux, 1996). Estos resultados sugieren que la alimentación no es entonces el principal factor que determina la actividad sexual de los machos cabríos en la Comarca Lagunera. El presente trabajo tiene como propósito determinar si el fotoperiodo es el factor responsable de la regulación de la actividad sexual de los machos cabríos Criollos de esta región.

## **2.1 Objetivo General.**

Determinar la influencia del fotoperiodo sobre la actividad sexual de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera.

## **2.2 Objetivos Específicos.**

- a) Determinar el peso corporal de cada uno de los animales que integran el grupo experimental y control, respectivamente.
- b) Determinar el peso testicular de cada uno de los animales que integran el grupo experimental y control, respectivamente.

## **2.3 Hipótesis.**

Los cambios del fotoperiodo inducen cambios en la actividad sexual de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera

### **3.- REVISION DE LITERATURA.**

La mayoría de las razas caprinas originarias de las zonas templadas presentan una estacionalidad reproductiva. Ésta permite que los partos se produzcan al final del invierno y principios de la primavera, cuando las condiciones del medio ambiente (temperatura y disponibilidad de alimento) son más favorables para la sobrevivencia de las crías (Bronson,1989). En las zonas tropicales, los caprinos evidencian una actividad sexual permanente a lo largo de todo el año, con pocas o nulas variaciones (Chemineau, 1993). En cambio, en las zonas subtropicales, algunas razas locales presentan también una estacionalidad reproductiva (Santa María et al., 1988; Walkden-Brown et al., 1994; Flores et al., 1996; Delgadillo y Malpoux, 1996; Delgadillo et al., 1999).

#### **3.1 Estacionalidad Reproductiva de los machos Ovinos y Caprinos de las Zonas Templadas.**

En los pequeños rumiantes originarios de las zonas templadas, la actividad sexual presenta importantes variaciones a través del año. En los machos ovinos, el peso testicular, reflejo de la actividad espermatogénica, varía de acuerdo con las estaciones del año, observándose en elevado peso

testicular durante el periodo de actividad sexual correspondiente al otoño y el invierno, mientras que este peso se reduce durante la época de reposo sexual coincidente con la primavera y el verano (Lincoln y Short, 1980; Pelletier et al., 1988). La disminución del peso testicular se debe a una reducción de la actividad de la espermatogénesis (De Reviere et al., 1992; Delgadillo et al., 1995). En efecto, el número de espermatozoides producidos por gramo de parénquima testicular en los machos de la raza Ile-de-France, varía de  $12.2 \times 10^6$  en el otoño, a de  $9.3 \times 10^6$  en la primavera (Ortavant et al., 1964; 1985). Esto provoca que la producción diaria de espermatozoides pase de  $4.84 \times 10^9$  en septiembre a de  $1.02 \times 10^9$  en marzo (Dacheux et al., 1981).

En los machos cabríos, la actividad sexual también se modifica profundamente durante el año. Estas variaciones se han observado en los machos de las razas Alpina y Saneen, en los cuales el peso testicular es más elevado (170 g) en octubre, mes correspondiente al período de actividad sexual, que durante junio (90 g), mes que coincide con el período de reposo sexual (Delgadillo et al., 1991). De la misma manera, la libido, como la producción cualitativa y cuantitativa del semen en estas razas son más elevadas durante el otoño y el inviernos que durante la primavera y el verano (Chemineau et al., 1989; Delgadillo et al., 1992, 1993).



### **3.2 Acción del Fotoperiodo Sobre la Reproducción de los machos Ovinos y Caprinos de Zonas Templadas.**

El fotoperiodo es considerado como el principal factor del medio ambiente que sincroniza la actividad sexual de los pequeños rumiantes originarios de zonas templadas (Malpaux et al., 1993). Al invertir artificialmente las variaciones anuales del fotoperiodo, se demostró la influencia de este factor sobre la reproducción de los ovinos (Marshall, 1937; Yeates 1949; Thwaites, 1965; Alberio, 1976). Bajo estas condiciones, la actividad sexual se modifica tanto en los machos como en las hembras, manifestándose siempre durante los días cortos y/o decrecientes (Mauléon y Rougeot, 1962; Thwaites, 1965; Alberio, 1976). De la misma manera, cuando los animales son expuestos a cambios rápidos de la duración del día, por ejemplo, 3 ó 4 meses de días cortos alternados con 3 ó 4 meses de días largos, la actividad sexual se inicia siempre durante los días cortos y termina al inicio de los días largos (Lincoln y Short, 1980; Karsch et al., 1984). En los machos y hembras caprinos, se ha demostrado un comportamiento similar al que se ha reportado en los ovinos. Los machos caprinos modifican su actividad sexual anual observada bajo las variaciones naturales del fotoperiodo, al someterlos a variaciones fotoperiódicas de 2 ó 3 meses de días cortos alternados con 2 ó 3 meses de días largos. Los días

cortos estimulan la actividad sexual y los días largos la inhiben (Branca y Cappai, 1989; Delgadillo et al., 1991,1992,1993).

### **3.3 Vías Neuroendócrinas y Efecto del fotoperiodo sobre la Reproducción.**

Los animales perciben los cambios de la luz a través de su retina y los transmite mediante una vía nerviosa monosináptica, hacia los núcleos suprasquiasmáticos y paraventriculares del hipotálamo (Tessonnaud et al.,1994). Este estímulo continua hacia los ganglios cervicales superiores, para finalmente llegar a la glándula pineal (Tessonnaud et al.,1995). La pineal, transforma el estímulo neuronal que recibe en un mensaje endocrino al secretar la melatonina.

Esta hormona es secretada por todos los mamíferos y su concentración es elevada durante la noche (>de 5 pg/ml) y baja (<5pg/ml) durante el día (Delgadillo y Chemineau, 1992). Por tanto, la cantidad de melatonina secretada diariamente está directamente ligada a la duración de la noche. Por ejemplo, en el macho cabrío Alpino, a la latitud de 45° N, la duración de la secreción de melatonina es de 15.3 h durante los días cortos de diciembre. En cambio, durante los días largos del mes de junio, la duración de la secreción es de 8.7 h (Delgadillo y Chemineau, 1992). Esto induce cambios en la sensibilidad del eje hipotálamo-hipofisario a la retroalimentación negativa de las hormonas gonadales. Durante los días



cortos, los periodos de secreción de la melatonina estimulan la secreción del factor liberador de las gonadotropinas (GnRH), quien a su vez permite la secreción de las gonadotropinas por la hipófisis (LH y FSH), lo que determina el óptimo funcionamiento de las gónadas. Durante los días cortos, se presenta la actividad sexual de los pequeños rumiantes originarios de las zonas templadas.

### **3.4 Actividad Reproductiva de los machos Ovinos y Caprinos de las Zonas Tropicales.**

Las razas caprinas locales de las regiones tropicales poseen un potencial para reproducirse en cualquier época del año. En los machos de las razas originarias de estas latitudes, se manifiesta durante todo el año, una intensa actividad sexual. Al respecto, los machos cabríos Criollos de la Isla de Guadalupe en las Antillas Francesas, no presentan variaciones estacionales en su libido, peso testicular, ni en la producción espermática (Chemineau, 1993).

En las especies originarias de las zonas tropicales, la disponibilidad del alimento es el principal factor del medio ambiente que regula la actividad reproductiva (González-Stagnaro, 1983; Chemineau, 1993; Bronson y Heideman, 1994; Delgadillo y Malpoux, 1996).

### **3.5 Actividad Reproductiva de los machos Ovinos y Caprinos de las Zonas Subtropicales.**

En algunas razas de caprinos originarios o adaptados a las de zonas subtropicales, se ha demostrado la existencia de una estacionalidad reproductiva, semejante en ocasiones a la reportada en las razas originarias de las zonas templadas (Santa María et al., 1988; Walkden-Brown et al., 1994; Flores et al., 1996; Delgadillo et al., 1999).

En Australia (29° S), los machos cabríos de la raza Cashemere presentan variaciones estacionales de gran amplitud del peso testicular, la libido y el volumen del eyaculado. Los valores mas bajos de éstas variables se observan durante la primavera y los más elevados durante el otoño (Walkden-Brown et al., 1994). En las regiones subtropicales, se ha sugerido que los periodos de anestro o reposo sexual se deben a problemas de subalimentación. En efecto, el ciclo anual de reproducción de los machos Cashemere, se modifica profundamente en los animales subalimentados (Walkden-Brown et al., 1994). El periodo de reproducción sexual se inicia después en los machos subalimentados que en los bien alimentados.

En el norte de México, particularmente en la Comarca Lagunera (26° N), los machos cabríos locales presentan también amplias variaciones estacionales del peso testicular, de la libido y de la producción espermática, observándose que el período de actividad sexual, en los machos estabulados y alimentados adecuadamente, ocurre de mayo a diciembre (Delgadillo et al., 1999).

Estos resultados indican que contrariamente a lo que se ha reportado en los machos de la raza Cashemere (Walkden-Brown et al., 1994), la alimentación no es el factor que determina la estacionalidad reproductiva de los machos cabríos Criollos del subtrópico mexicano. En estos machos, es probable que el fotoperiodo controle el ciclo anual de reproducción. En efecto, el tratamiento de 2.5 meses de días largos iniciando el 1 de noviembre, seguidos de la inserción subcutánea de dos implantes de melatonina, permite inducir una intensa actividad sexual al final del invierno e inicio de la primavera (Carrillo,1997). Esto sugiere fuertemente que el fotoperiodo puede estar involucrado en la sincronización del ciclo anual de reproducción de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera.

## **4. MATERIALES Y METODOS.**

### **4.1 Localización del trabajo experimental.**

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “ Antonio Narro “, Unidad Laguna, ubicada en la Carretera a Santa Fe y Periférico en la ciudad de Torreón, Coahuila. El periodo experimental comprendió del 1 de marzo de 1996 al 30 de febrero de 1998. Esta Universidad está situada en la Comarca Lagunera de Coahuila, la cual se encuentra a 26°N y 103°. La altitud sobre el nivel del mar varía de 1100 a 1400 (Schmidt, 1989). La precipitación pluvial promedio anual oscila entre los 200 y los 250 milímetros. El clima de la región se clasifica como seco extremoso.

### **4.2 Animales Experimentales.**

Se utilizaron 12 machos caprinos con características fenotípicas de razas de origen Europeo como la Alpina, Nubia y Saneen. A este biotipo se le denomina raza “ Criolla “. La edad de los machos al inicio del estudio era de 2 a 3 años.

### **4.3 Manejo y alimentación.**

#### **4.3.1 Manejo.**

Durante el desarrollo del trabajo experimental, los animales permanecieron completamente estabulados. Al inicio del estudio, los animales fueron despezuzados y descornados, recibiendo además una dosis de vitaminas ADE y tratamiento contra parásitos internos y externos, a fin de mantenerlos en condiciones físicas lo más favorable posible.

### **4.3.2 Alimentación.**

Todos los animales que participaron en el experimento recibieron una alimentación similar. Ésta consistía en heno de alfalfa a libre acceso y 200 g diarios de un concentrado comercial con un 14% de proteína cruda. El agua y las sales minerales en block se les proporcionaron a libre acceso.

### **4.4 Distribución de grupos.**

Para la realización del presente estudio se utilizaron dos grupos; el testigo y el experimental. Los machos fueron repartidos homogéneamente según su peso corporal (PC) y su peso testicular (PT).

En los machos del grupo testigo (GT; n=7), los pesos promedio ( $\pm$  el error estándar del promedio) corporal y testicular al inicio del estudio fueron de  $66.9 \pm 1.02$  kg y  $112.9 \pm 9.63$  g, respectivamente. En el grupo experimental (GE; n=5) el PC y el PT promedio fueron de  $72.8 \pm 2.75$  kg y  $114 \pm 9.31$  g, respectivamente.

### **4.5 Tratamientos fotoperiódicos.**

Los machos del GT fueron alojados en un corral abierto de 5 x 5 m y sometidos a las variaciones naturales de la temperatura y del fotoperiodo de la Comarca Lagunera, es decir 10 h de luz, 14 h oscuridad/día durante el solsticio de invierno y 14 h de luz, 10 h de oscuridad/día en el solsticio de verano. Los animales del grupo GE fueron alojados en una cámara fotoperiódica de 5 x 5 m y sometidos a alternancias consecutivas de tres

meses de días cortos (10 h de luz/día; DC) y tres meses de días largos (14 h de luz/día; DL). Durante el estudio, el grupo fue sometido a cuatro ciclos fotoperiódicos. Un ciclo equivale a 3 meses de DC y 3 meses de DL. La cámara contaba con 8 lámparas de luz artificial cuya intensidad al nivel de los ojos de los animales fue al menos de 300 lux. Adicionalmente, para mantener una atmósfera adecuada y debidamente ventilada, la cámara fotoperiódica fue equipada con un aparato de extracción de aire. El alba (encendido de la luz) fue fija y ocurrió a las 7:00 h, mientras que el crepúsculo (apagado de la luz) ocurrió a las 17:00 h durante los DC y a las 21:00 durante los DL.



## 5. VARIABLES DETERMINADAS

### 5.1 Peso Corporal.

En los dos grupos, el PC fue determinado cada 15 días durante veinticuatro meses. El pesaje de los machos de los grupos GT y GE se llevó a cabo antes de la distribución de la ración alimenticia matutina, normalmente a la misma hora y por las mismas personas. Para ello se utilizó una báscula que tenía una capacidad de 300 kg y una precisión de 200 g.

### 5.2 Peso Testicular.

En los dos grupos, el PT se determinó cada 15 días, mediante un orquidómetro por la técnica de palpación comparativa (Oldhman et al., 1978). En esta técnica se utiliza una serie de esferas de plástico (con forma de testículo) y de peso progresivo (50,75,100,125,150,175,180,200 g.). Las mediciones se realizaron por la misma persona, tomando en una mano el testículo del macho caprino y con la otra mano se determinaba cuál era la esfera cuyo peso era el más parecido al del testículo del macho.

## **6. ANALISIS DE LOS RESULTADOS.**

### **6.1 Peso Corporal y Peso Testicular.**

Los datos de PC y PT del grupo testigo fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas a un factor (tiempo).

En el grupo experimental, los datos obtenidos de PC y PT fueron analizados mediante un ANOVA con medidas repetidas a dos factores (tiempo-duración del día).

Los análisis estadísticos se hicieron con el paquete estadístico SUPER ANOVA

### **6.2 Expresión de los resultados.**

Los resultados fueron expresados en promedio  $\pm$  el error estándar del promedio (sem).

## 7. RESULTADOS.

### 7.1 Peso Corporal.

La evolución del PC del grupo testigo es mostrada en la Figura 1.

El ANOVA reveló que existió un efecto del tiempo sobre la evolución de esta variable ( $P < 0.0001$ ). En efecto, el peso corporal disminuyó de  $76.4 \pm 1.9$  en junio de 1996 a  $63.1 \pm 1.8$  registrado el 15 de enero de 1997 (periodo de actividad sexual). A partir de enero de 1997, se observó un incremento del PC hasta alcanzar un valor de  $84.7 \pm 1.95$  kg el 30 de abril de 1997. Este incremento coincidió con el periodo de reposo sexual.

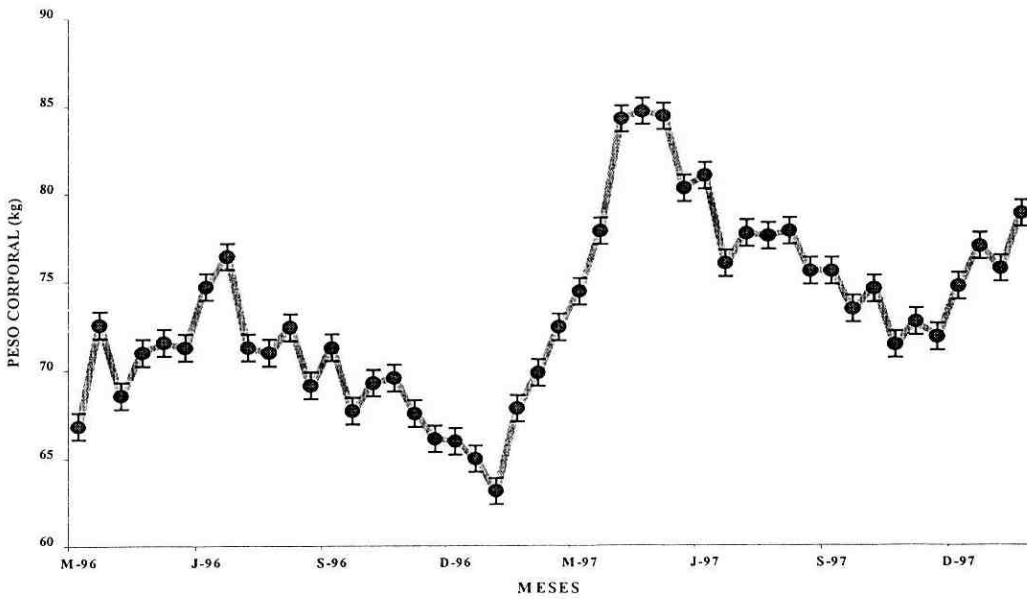


Figura 1. Evolución del peso corporal (promedio  $\pm$  sem) de los machos cabríos Criollos sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo de la Comarca Lagunera.

La evolución del PC en el grupo experimental es mostrada en la Figura 2. El ANOVA reveló que existió un efecto del tiempo ( $P < 0.02$ ) y de la duración del día al que fueron sometidos los machos ( $P < 0.05$ ). En efecto, el peso corporal se incrementó significativamente durante los días largos y disminuyó durante los días cortos. Por ejemplo, en los 3 primeros meses de DL, el PC se incrementó de  $82 \pm 1.8$  (15 de julio de 1996) a  $90 \pm 1.5$  (15 de septiembre de 1996), mientras que en los DC del tercer período, estos valores pasaron de  $93 \pm 1.6$ , el 15 de abril a  $81.0 \pm 1.13$ , el 15 de julio de 1997.

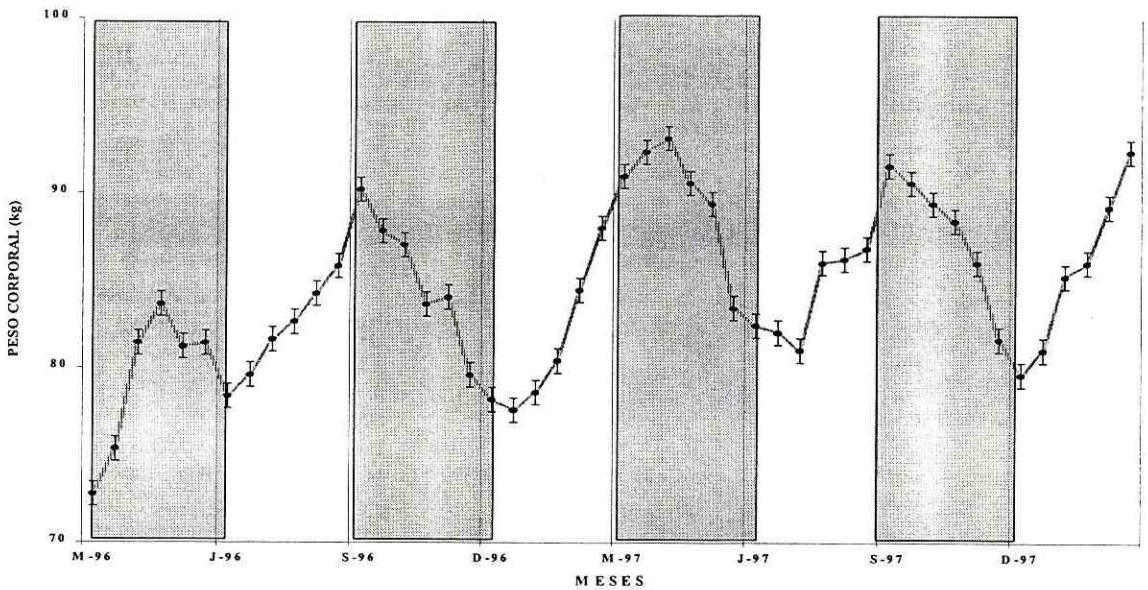


Figura 2. Evolución del peso corporal (promedio  $\pm$  sem) de los machos cabríos Criollos sometidos consecutivamente a 3 meses de días cortos (DC) y 3 meses de días largos (DL). El grupo inicio con DC. Las áreas grises representan los DC.

## 7.2 Peso Testicular.

La evolución del PT del grupo testigo es mostrada en la Figura 3. El ANOVA reveló que existió un efecto del tiempo sobre la evolución del peso testicular ( $P < 0.0001$ ). Esta variable aumentó de  $113 \pm 9.6$  el 15 de marzo de 1996 hasta alcanzar valores máximo de  $149 \pm 8.9$  g registrado el 15 de junio de 1996 (durante el periodo de actividad sexual). Posteriormente, el PC descendió hasta alcanzar un valor de  $69 \pm 6.8$  g el 28 de febrero de 1997 (durante el periodo de reposo sexual).

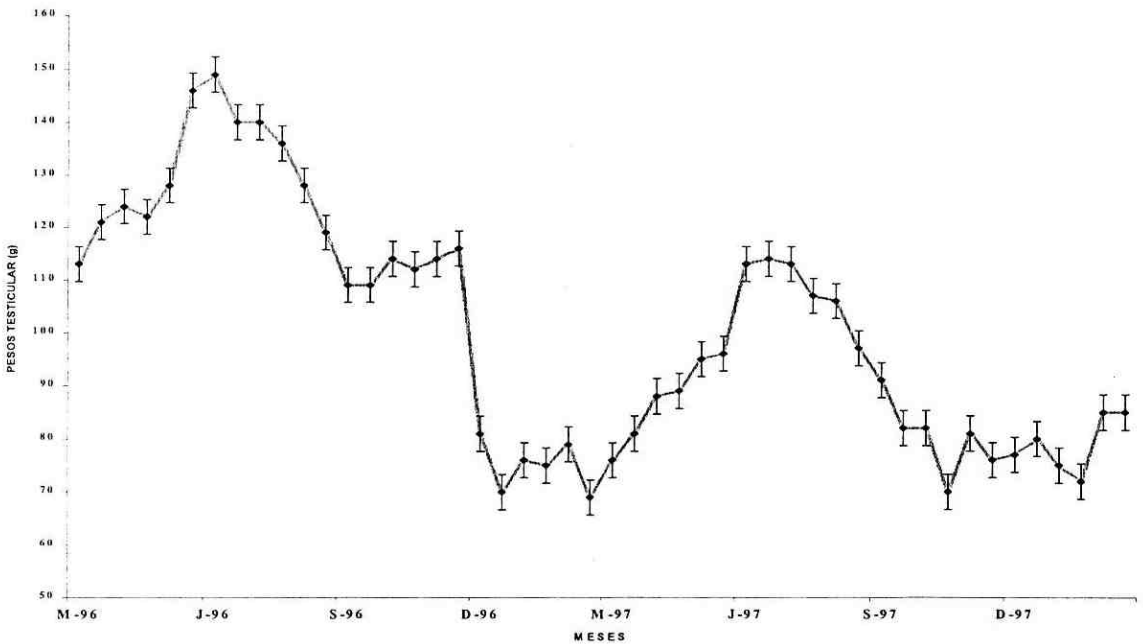


Figura 3. Evolución del peso testicular (promedio  $\pm$  sem) de los machos cabríos Criollos sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo de la Comarca Lagunera.

La evolución del PT en el grupo experimental es mostrada en la Figura 4. El ANOVA reveló que existió un efecto del tiempo ( $P < 0.0001$ ) y del fotoperiodo al que fueron sometidos los animales ( $P < 0.05$ ). La estacionalidad observada en el grupo testigo fue eliminada en el grupo experimental. Sin embargo, el PT respondió a las variaciones del fotoperiodo a partir del tercer ciclo fotoperiódico. A partir de ese ciclo, el PT fue mayor en los DC que en los DL. Por ejemplo, en los DC del tercer ciclo, el PT máximo fue de  $99 \pm 11.4$  g, mientras que el mínimo se observó durante los DL de este mismo ciclo, con un valor de  $79 \pm 10.2$  g.

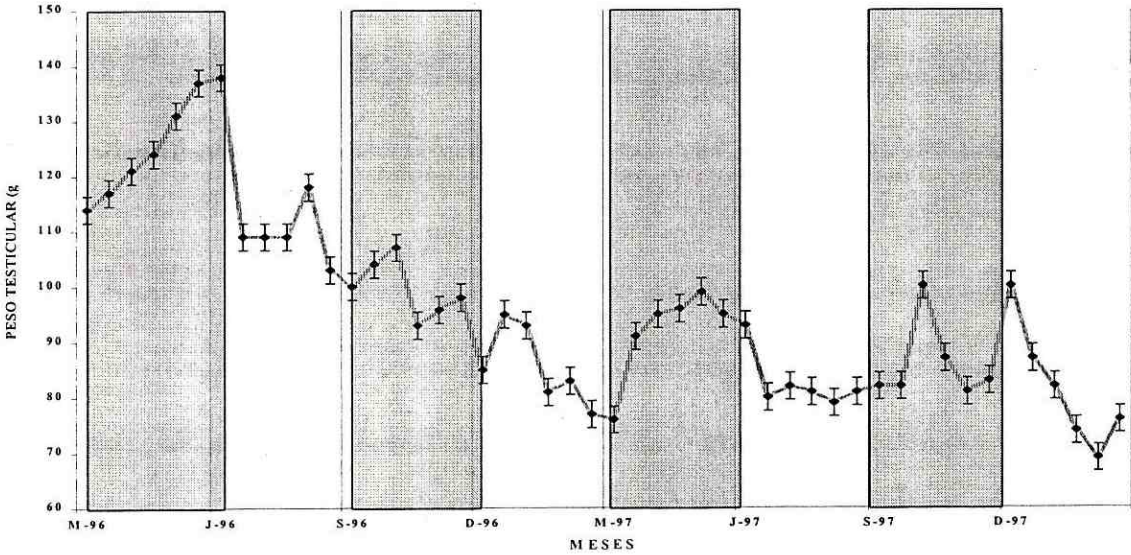


Figura 4. Evolución del peso testicular (promedio  $\pm$  sem) de los machos cabríos Criollos sometidos consecutivamente a 3 meses de días cortos (DC) y 3 meses de días largos (DL). El grupo inició con DC. Las áreas grises representan los DC.



## 8. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudios demuestran que los cambios del fotoperiodo inducen cambios del PT de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera. En efecto, después de dos ciclos fotoperiódicos, la evolución del peso testicular de los machos del grupo experimental respondió al tratamiento fotoperiódico. En cambio, la evolución del peso testicular de los machos del grupo testigo mostró variaciones estacionales bien definidas. Un peso testicular elevado fue observado durante la primavera y el verano, lo que coincide con observaciones reportadas anteriormente en machos de esta raza (Canedo et al., 1996; Carrillo et al., 1997). En los machos experimentales, el peso testicular se incrementó al iniciar el experimento con DC. Esto sugiere que en marzo, los animales han recibido suficientes días largos para que los días cortos estimulen el crecimiento de las gónadas. Sin embargo, después de los primeros 3 meses de días cortos, el peso testicular disminuyó progresivamente hasta el inicio del tercer ciclo fotoperiódico, a partir del cual, las gónadas mostraron variaciones relacionadas con los cambios fotoperiódicos. Los factores que provocaron la disminución del PT son desconocidos. El lapso para que los machos respondieran a los cambios de la duración del día fue mayor al que ha sido reportado en otros experimentos en que se utilizan tratamientos fotoperiódicos similares. Por ejemplo, en los machos sometidos a alternancias de 2 meses de días largos y 2 meses de días cortos, el peso

testicular se incrementó a los 6 meses después de haber iniciado el tratamiento (Delgadillo et al., 1991). Los motivos de estas diferencias no son conocidas.

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran claramente que los machos son sensibles al fotoperiodo, lo que sugiere que el fotoperiodo es el principal factor del medio ambiente que controla la actividad sexual de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera. Este resultado es original, ya que se ha postulado que en las zonas subtropicales, la alimentación es el factor del medio ambiente que determina el ciclo anual de reproducción de los animales originarios de estas latitudes (González-Stagnaro, 1983; Walkden-Brown et al., 1994; Bronson y Heideman, 1994).

Contrariamente al peso testicular, el peso corporal respondió más rápido a los cambios fotoperiódicos. Esta variable se incrementó durante los días largos y disminuyó durante los días cortos. Estos resultados sugieren que el fotoperiodo tiene un efecto importante en los cambios del peso corporal, a través, posiblemente, del consumo de alimento. En efecto, el consumo de alimento se incrementa durante los días largos, así como la conversión alimenticia. Además, también se ha reportado que la secreción de la hormona del crecimiento es mayor en los animales expuestos a días largos que los expuestos a días cortos, lo que podría también explicar el mayor peso de los machos sometidos a días largos (Forbes et al., 1979; Barenton et al., 1987,1988).

## 9. CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten concluir que los machos son sensibles al fotoperiodo y que posiblemente éste es el factor que controla la actividad sexual de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera.

## 10.- BIBLIOGRAFIA

Albeiro, R. 1976. Rôle de la photopériode dans le développement de la fonction de reproduction chez l'agneau Ile-de-France de la naissance à 21 mois. Thèse Doctoral 3ème cycle. Université Paris VI France. 57p.

Bareton, B., Ravault, J.P., Chabanet, C., Davea, A., Pelletier, J. and Ortavant, R. 1988. Photoperiodic control of growth hormone secretion and body weight. *Dom. Anim. Endocrinol.* 5:247-255.

Bareton, B., Chabanet, C. and Pelletier, J. 1978. Influence of photoperiod and protein diet on growth hormone secretion in rams *Proc. Soc. Exp. Bio. Med.* 185: 312-317.

Branca, A., Cappai, P. 1989. Osservazioni sul controllo della riproduzione nelle specie: esperienze effettuate in Sardegna. *Symp. Int. La riproduzione nei piccoli ruminanti: basi fisiologiche e aspetti applicativi.* 115-129.

Bronson, F.H. 1989. *Mammalian reproductive biology.* The University of Chicago Press. Ltd. London. 325p.

Bronson, F.H. and Heideman, P.D.. 1994. Seasonal Regulation of Reproduction in Mammals. In : " The Physiology of Reproduction". Eds. E. Knobil and J.D. Neill. 2Th Edition. Raven Press. New York. 541-583.

Canedo, G., Morán, J., Malpoux, B. y Delgadillo, J.A. 1995. Variaciones estacionales de la producción espermática en machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera. X Reunión sobre Caprinocultura. Zacatecas, Zacs., México. 25-29 Octubre, 1995. 30-33.

Canedo, G., Malpoux, B. and Delgadillo, J.A. 1996. Seasonal variations in testicular weight in creole male goat in subtropical conditions (northern México). VI Int. Conf. On Goats. May 5-11. Beijing, China. 2: 811.

Carrillo, C.E. 1997. Mejoramiento de la actividad sexual de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera a contra-estación, mediante la utilización de la luz artificial y melatonina.

Chemineau, P. 1993. Reproduccion de las cabras originarias de las zonas tropicales. Rev. Latamer. Peq. Rumian. 1 (1):2-14.

Chemineau, P., y Delgadillo, J.A. 1993 Neuroendocrinología de la Reproducción en el Caprino. Revista Científica, FCV-LUZ/ III (2): 113-121.

Chemineau, P., Delgadillo, J.A., Malpoux, B. and Pelletier, J. 1989. Annual clock and control of domestic mammal reproduction. IVth. Congr. Of Andrology. May 14-18, Florence, Italy. 53: 307-315.

Dacheux, J. L., Pisselet, M. Blanc, M. T. Hochereau-de Reviers and M. Courot. 1981. Seasonal variations in rete testis fluid secretion and sperm reproduction in different breeds of rams. J. Reprod. Fert. 61:363-371.

De Reviers, M.T., Perreau, C., Pisselet, C. and Pelletier, J. 1992. Effect of month light cycle regimen on testicular parameters of adult Ile-de-France rams. Micros. Res. And Technique. 20: 268-273.

Delgadillo, J. A., Lebeouf, 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. And Chemineau, P. 1992. Abolition of seasonal release of luteinizing hormone and testosterone in Alpine male goats (*Capra hircus*) by short photoperiodic cycles. J. Reprod. Fert. 94: 45-55.

Delgadillo, J.A., Lebeouf, B. and Chemineau, P. 1992. Abolition of seasonal variations in semen quality and maintenance of sperm fertilizing ability by photoperiodic cycles in goat bucks. Small Rumin. Res. 9: 47-59.

Delgadillo, J.A., Lebeouf, B. and Chemineau, P. 1993. Maintenance of sperm production in bucks during a third year of short photoperiodic cycles. Reprod. Nutr. Dev. 33: 605-617.

Delgadillo, J. A., Hochereau- de-Reviers, M.T., Daveau, A. and Chemineau, P. 1995. Effect of short photoperiodic cycles on male genital tract and testicular parameters in male goats. (*Capra hircus*). Reprod. Nutr. Dev. 35: 549-558.



Delgadillo, J. A. and Malpau, 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., Chemineau, P. and Malpau, B. 1999. Evidence for an annual Reproductive Rhythm independent of food availability in male creole goats in subtropical Northern México. *Theriogenology*. 52:727-737.

Flores, J. A., Delgadillo, J.A., Malpau, B. y Duarte, G. 1996. Variaciones estacionales de la actividad reproductiva en las cabras criollas de la Comarca Lagunera. XI reunión Nacional Sobre Caprinocultura. 16-18 Octubre. Chapingo, México. 48-51.

Forbes, J.M., Elshahat, A.A., Jones, R., J.G.S., and Boaz T.G. 1979. The effect of daylength on the growth of lambs. *Anim. Prod.* 29: 33-42.

González-Stagnaro, C. 1983. Comportamiento Reproductivo de las razas locales de rumiantes en el trópico americano. In "Reproduction des ruminants en zone tropicale", Reunión Internationale. INRA. Publications, Versailles. 1-80.

Juárez A., Montaldo H. 1988. Producción caprina en México. Perspectivas de modernización. Producción Caprina. División de Estudios de Postgrado. 164p.

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.

Lincoln, G.A. and Short, R.V. 1980. Seasonal breeding: nature's contraceptive. *Recent Prog. Horm. Res.* 36:1-52.

Malpau, B., Chemineau, P. and Pelletier, J. 1993. Melatonin and reproduction in sheep and goats. In "Melatonin: Biosynthesis; physiological effect; and applications" Reiter R. S., Yu H.S. Ed. CRC Press. Prod. 253-287.

Marshall, F.H.A. 1937. On the change over in the estrus cycle in animals after transference across the equator, with further observations on the incidence of the breeding seasons and the factors controlling sexual periodicity. *Proc. Roy. Soc. Lond. B.* 122:413-428.



Mauléon, P., Rougeot, Et. J. 1962. Régulation des saisons sexuelles chez des brebis de races différentes au moyen de divers rythmes lumineux. *Ann Biol. Anim. Bioch Biophys.* 2:209-222.

Oldham C.M., Adams, N.R. Gherardi P.B. Lindsay D.R. and Mckintonsh 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., Mauléon, P. and Thibault, C. 1964. Photoperiodic control of gonadal and hypophyseal activity in domestic mammals. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 11:157-193.

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. P., Chemineau, P. and Delgadillo, J.A. 1988. Seasonality of sexual activity and its photoperiodic control in the adult ram and he-goat. *Proc. 11th Inter. Congr. Anim. Reprod. Artf. Insem.* June 25-30. Dublin Germany.

Sáenz-Escárcega, P., Hoyos, G., Salinas, H. Martínez, N., Espinoza, J., Guerrero, A. y Contreras, E. 1991. Establecimiento de módulos caprinos con productores cooperantes. Evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera. *INIFAP-CIID*, 24-34.

Santa María, A., Cox, J., Muñoz, E., Rodríguez, R. y Caldera, L. 1988. Estudios del ciclo sexual, estacionalidad reproductiva y control del estro en la cabra criolla en Chile. *Concepción, Chillán, Chile.* 363-383.

Schimdt, R.H. 1989. The arid zone of in México: climatic extremes and conceptualizatin of the sonora desert. *J. Arid. Env.* 16: 241-256.

Tessonnaud, A., Cooper H.M. Caldani, M., Locatelli A., and Viguiet-Martinez M. 1994. The suprachiasmatic nucleus in the sheep: retinal proyections and cytoarchitectural organization. *Cell Tissue Res.* 278:65-84.

Tessonnaud, A., Caldani, M., Locatelli A., Viguiet C and Martínez M. C. 1995. Bilateral lesions of the suprachiasmatic nuclei alter the nocturnal melatonin secretion in the sheep. *J. Neuroendocr.* 7:145-152.

Thwaites, C. J. 1965. Photoperiodic control of breeding activity in the Southdown ewe with particular reference to the effects of an ecuatorial light regime. *J. Agric. Sci. Camb*, 65:57-64.

Walkden-Brown, Restall, S.W.J., Norton, B.W., Scaramuzzi, R.J. and Martin, G.B. 1994. Effect to nutrition on seasonal patterns of LH, FSH and concentration, testicular mass, sebaceous gland volume and odour in Australian Cashmere goats. *J. Reprod, Fert.* 102:351-360.

Yeates, N.T.M. 1949. The breeding season of the sheep with particular reference to its modification by artificial light. *J. Agric. Sci. Camb.* 39:1-43.