

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS**



Una baja condición corporal en los machos cabríos foto-estimulados en condiciones extensivas no afecta su capacidad para inducir la actividad sexual de las cabras anovulatorias

Por:

**ARNOLD ELOY MENESES GÓMEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Torreón, Coahuila, México  
Junio de 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Una baja condición corporal en los machos cabrios foto-estimulados en condiciones extensivas no afecta su capacidad para inducir la actividad sexual de las cabras anovulatorias

Por:

**ARNOLD ELOY MENESES GÓMEZ**

TESIS

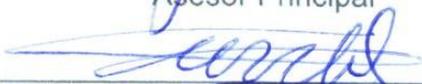
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por:

  
Dr. José Alfredo Flores Cabrera  
Asesor Principal

  
Dr. Horacio Hernández Hernández  
Coasesor

  
Dr. Gerardo Duarte Moreno  
Coasesor

  
Dr. Alfonso Longinos Muñoz Benitez  
Coasesor

  
MVZ. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México  
Junio de 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Una baja condición corporal en los machos cabríos foto-estimulados en condiciones extensivas no afecta su capacidad para inducir la actividad sexual de las cabras anovulatorias

Por:

**ARNOLD ELOY MENESES GÓMEZ**

TESIS

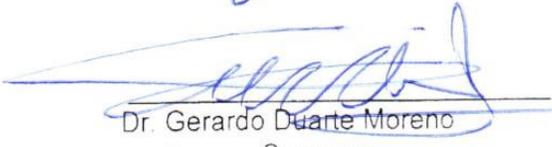
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
Dr. José Alfredo Flores Cabrera  
Asesor Principal

  
Dr. Horacio Hernández Hernández  
Coasesor

  
Dr. Gerardo Duarte Moreno  
Coasesor

  
Dr. Alfonso Longinos Muñoz Benítez  
Coasesor

  
MVZ. JOSÉ GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México  
Junio de 2019



## AGRADECIMIENTOS

**A mis padres** por el apoyo incondicional que me brindan.

**A Dios** primeramente, por cuidarme y permitirme haber concluido satisfactoriamente mi carrera.

**Al Dr. José Alfredo Flores Cabrera**, por aceptar ser mi asesor principal y amigo, porque a través de su excelente asesoría y conocimientos contribuyo en mi preparación profesional.

**Al grupo de investigadores del centro de investigación en reproducción caprina (CIRCA)**, por darme la oportunidad de trabajar en algunos proyectos tanto en el pasado como en el presente proyecto, generando siempre un excelente ambiente de trabajo.

**Dr. Horacio Hernández Hernández, Dr. Gerardo Duarte Moreno**, por brindarme apoyo y sus conocimientos para sacar adelante la tesis así como mi carrera profesional.

**Dr. Alfonso Longinos Muñoz Benítez**, asesor y amigo, por brindarme el apoyo incondicional tanto para este proyecto como en la vida.

**A los Srs. Jesús Esparza y Jesús García** por facilitar las instalaciones y machos cabríos para el estudio.

**A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por la preparación que me brindo durante toda mi carrera, a sus directivos por facilitarme mi estancia aquí y a sus maestros que a través de sus enseñanzas transmitieron infinidad de conocimientos.

**A mis amigos y compañeros de clases** por que juntos compartimos hermosas experiencias durante 5 años de nuestra carrera.

## DEDICATORIA

. **A mis padres, Arnulfo Eloy Meneses González y Enriqueta Celia Gómez Meneses**, por sus oraciones y por el apoyo incondicional que siempre me han brindado, y que con su amor y consejos sirvieron de motivación para yo seguir adelante en los momentos difíciles.

**A mi hermana Citlali Araceli Meneses Gómez**, que con gran estima me dio la mano cuando así lo requería, para aconsejar o ayudar económicamente en mi preparación.

**Al amigo M.V.Z. Marcos González Delgado** por la ayuda brindada y los consejos y momentos que pasamos todo este tiempo.

**A mi tío M.V.Z. Demetrio Karin Meneses González** por compartir con migo el gran amor hacia la carrera y la universidad.

**A mi familia** por siempre motivarme para lograr mis metas y objetivos en la vida.

## RESUMEN

El objetivo de la presente tesis fue determinar si los machos cabríos que son tratados con días largos (DL) artificiales bajo un sistema de manejo extensivo con una baja condición corporal pueden estimular la actividad sexual de las cabras anovulatorias mediante el efecto macho. Para ello, seis machos cabríos fueron integrados en un rebaño privado bajo un sistema de manejo extensivo y durante todo el estudio se alimentaron únicamente con la vegetación disponible en las áreas de pastoreo. Otro grupo de seis machos fueron alojados en instalaciones en bajo un sistema de manejo intensivo y alimentados durante todo el estudio con alfalfa y concentrado comercial (14% de P.C.). Ambos grupos recibieron un tratamiento de días largos (DL) artificiales (16 horas/luz) del 15 de noviembre al 15 de enero para inducir su actividad sexual durante el reposo sexual natural. La condición corporal (escala 1-4) de los machos se determinó cada 15 días, del 1 de noviembre al 15 de marzo. En el mes de marzo, 99 cabras criollas adultas fueron estimuladas por los machos para inducir su actividad sexual mediante el efecto macho. Un grupo de cabras (n=49) fue puesto en contacto con dos machos tratados con DL en condiciones de manejo extensivo. Otro grupo de hembras (n=50) fue estimulado con dos machos tratados con DL en condiciones de manejo intensivo. La conducta estral de las hembras se determinó cada 12 horas durante 15 días. La actividad ovulatoria (% de hembras que ovularon y tasa ovulatoria) se determinó al día 18 después de la introducción de los machos mediante ecografías transrectales. El porcentaje de hembras en estro no difirió entre las hembras estimuladas con machos tratados en condiciones extensivas (88%) o intensivas

(98%  $P>0.05$ ). El porcentaje de hembras que ovularon y la tasa ovulatoria tampoco fueron diferentes entre los dos grupos ( $P>0.05$ ). Se concluye que la baja condición corporal de los machos tratados con DL en condiciones extensivas, no afecta su capacidad de inducción de la actividad sexual en las cabras anéstricas mediante el efecto macho.

**Palabras clave:** Machos cabríos, días largos, sistema extensivo, condición corporal, actividad sexual.

## INDICE DE CONTENIDOS

|   |     |
|---|-----|
| AGRADECIMIENTOS.....  | I   |
| DEDICATORIA.....  | ii  |
| RESUMEN .....   | iii |
| INDICE DE FIGURAS .....   | vii |
| INTRODUCCION.....   | 1   |
| REVISION DE LITERATURA .....  | 3   |
| 1. Reproducción estacional en caprinos.....   | 3   |
| 2. Papel del fotoperiodo sobre la estacionalidad reproductiva en los caprinos.....                  | 3   |
| 3. Tratamiento fotoperiódico como método de inducción de la actividad sexual del macho cabrío ..... | 4   |
| 4. Relación sistema de producción y actividad sexual de los caprinos .....                          | 5   |
| 4.1 Sistema de producción intensivo .....   | 5   |
| 4.2 Sistema de producción extensivo.....  | 6   |
| 4.3 Sistema de producción predominante en la Comarca Lagunera.....                                  | 6   |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....  | 8   |
| OBJETIVOS.....  | 9   |
| HIPÓTESIS.....  | 9   |
| MATERIALES Y METODOS.....   | 10  |
| 1. Condiciones generales del estudio.....   | 10  |
| 2. Animales experimentales.....   | 10  |
| 2.1 Machos cabríos y tratamiento fotoperiodico.....   | 10  |
| 2.2 Hembras experimentales y efecto macho.....  | 11  |
| 3. Variables evaluadas.....   | 11  |
| 3.1 Machos.....   | 11  |
| 3.2. Hembras .....  | 11  |
| 3.2.1 Actividad estral .....  | 11  |
| 3.2.2. Actividad ovulatoria .....   | 12  |
| 4. Análisis estadísticos de los resultados.....   | 12  |
| RESULTADOS.....   | 13  |
| 1. Condición corporal de los machos cabríos.....  | 13  |
| 2. Respuesta estral de las hembras caprinas expuesta al efecto macho .....                          | 14  |
| 3. Respuesta ovulatoria de las hembras caprinas sometidas al efecto macho.....                      | 14  |

|                        |    |
|------------------------|----|
| DISCUSIÓN.....         | 15 |
| CONCLUSIONES.....      | 17 |
| LITERATURA CITADA..... | 18 |

## INDICE DE FIGURAS

|           | Página   |    |
|-----------|--|----|
| Figura. 1 | Condición corporal de los machos cabríos estimulados en condiciones de manejo intensivo y de los machos estimulados en condiciones extensivas.   | 13 |
| Figura. 2 | Porcentaje diario de las hembras que mostraron conducta estral a partir de que fueron puestas en contacto con los machos estimulados en condiciones de manejo intensivo y en condiciones extensivas. | 14 |

## INTRODUCCION

En la reproducción de los mamíferos, el medio ambiente (alimento, temperatura, lluvia, fotoperiodo y relaciones socio-sexuales) interactúan con el potencial genético de los individuos, determinando la duración y las épocas del año más adecuados para la reproducción (Chemineau, 1992). En México se explotan aproximadamente 9 millones de caprinos, predomina el ganado Criollo y la mayoría (90%) se explotan en condiciones extensivas en las regiones áridas y semiáridas de México (Delgadillo *et al.*, 2017). En este sistema de producción extensivo predominante en el país, los animales generalmente pastan por la mañana y tarde consumiendo únicamente la vegetación natural disponible sin recibir alimentos complementarios. Por la noche, permanecen en corrales al aire libre cerca de la casa de los caprinocultores. Los machos y las hembras permanecen juntos durante todo el año y las hembras se utilizan para producir leche y cabritos. En la Comarca Lagunera, una de las mayores productoras de leche y cabrito, la principal limitante en la producción caprina es la marcada estacionalidad reproductiva que manifiestan tanto machos como hembras (Delgadillo *et al.*, 1999; Duarte *et al.*, 2008). Durante los últimos 25 años, se han desarrollado técnicas de control reproductivo para contrarrestar esta estacionalidad reproductiva de los caprinos. Algunas de estas técnicas involucran el uso de hormonas exógenas, lo que conlleva un alto costo y necesidad de asistencia técnica, lo cual resulta inaccesible para la mayoría de los caprinocultores. Otros métodos se basan en la manipulación del número de horas luz que los animales perciben diariamente. Por ejemplo, se puede inducir la actividad sexual de los machos durante el periodo de reposo sexual al exponerlos en el otoño e invierno (días cortos naturales) a 16 horas luz por día (días largos artificiales durante dos meses y medio; Delgadillo *et al.*, 2002; 2009). Los machos inducidos a una intensa actividad sexual al someterlos a este tratamiento fotoperiódico, mejoran la calidad de sus señales (olor y comportamiento sexual) Posteriormente estos machos sirven de estímulo sexual para inducir la actividad

sexual de las hembras mediante un fenómeno llamado efecto macho (Flores *et al.*, 2000). Durante muchos años se ha demostrado la efectividad de este tratamiento para inducir fuera de la época natural la actividad sexual de los caprinos. Sin embargo, la mayoría de los estudios sobre la inducción de la actividad sexual con días largos han sido realizados en animales estabulados bien alimentados y no se conoce la respuesta de los machos en condiciones extensivas y que por las características del sistema de explotación, registran una baja condición corporal en esa época del año. Tampoco se conoce si los machos tratados en esas condiciones son capaces de estimular la actividad sexual de las cabras mediante el efecto macho. Por ello, el objetivo de esta tesis fue determinar si la baja condición corporal en los machos cabríos foto-estimulados en condiciones extensivas afecta su capacidad para inducir la actividad sexual de las cabras anovulatorias.

## REVISION DE LITERATURA

### 1. Reproducción estacional en caprinos

Diferentes especies de animales mamíferos, a lo largo de su evolución, han desarrollado la estacionalidad reproductiva; es decir, el cese de la actividad reproductiva durante un periodo del año (Bronson, 1985), esto como estrategia para hacer frente a las adversidades climáticas y de escases de alimento presentadas a lo largo del año y de esta manera tratar así de asegurar el mayor índice de sobrevivencia de sus crías (Malpaux *et al.*, 2006). Además de esto, la madre tendrá también mayores posibilidades de tener una mejor alimentación y en consecuencia una mejor producción láctea para ofrecer a sus crías (Lincoln y Short, 1980). En el caso particular de las hembras caprinas locales de la Región Lagunera (26° latitud Norte), la estación reproductiva es manifestada durante los meses de otoño e invierno (agosto-febrero; Duarte *et al.*, 2008). Durante este periodo presentan, en promedio cada 21 días, estros y ovulaciones de manera regular (Chemineau *et al.*, 1992). En contraste, el anestro estacional ocurre durante primavera y verano, entre los meses de marzo y julio (Duarte *et al.*, 2008). Los machos cabríos locales de esta misma región presentan su actividad sexual de mayo a diciembre y se caracteriza por que las concentraciones plasmáticas de testosterona son elevadas, presentan un intenso comportamiento y un elevado olor sexual, un elevado peso testicular y una elevada producción espermática. En cambio, en el periodo de reposo el cual ocurre de enero a abril, estas mismas variables disminuyen marcadamente (Delgadillo *et al.*, 1999).

### 2. Papel del fotoperiodo sobre la estacionalidad reproductiva en los caprinos

En las hembras caprinas que son explotadas en el norte de México, la estacionalidad reproductiva es controlada por el fotoperiodo (Malpaux *et al.*, 1997; Delgadillo *et al.*, 2004; Duarte *et al.*, 2010). En las hembras caprinas originarias de

latitudes templadas, y en algunas cabras adaptadas a latitudes subtropicales, la actividad sexual se manifiesta durante los días decrecientes. En estas cabras, la estación sexual inicia durante los días decrecientes de otoño y termina durante los días crecientes del invierno (Delgadillo, 2005). Por lo anterior, son clasificadas como cabras estacionales de días cortos ya que estos estimulan la actividad ovulatoria, mientras que los días largos la inhiben (Duarte *et al.*, 2010).

La variación en el fotoperiodo regula la secreción de la hormona melatonina, hormona responsable de la sincronización del ritmo anual de reproducción. El estímulo lumínico es recibido por la retina, para posteriormente ser transmitido hasta la glándula pineal, la cual se caracteriza por presentar un patrón de secreción nocturno, o bien durante los periodos de oscuridad. Una mayor duración en la secreción de melatonina es traducida entonces como un día corto, mientras que una menor duración de secreción es traducida como un día largo (Malpoux *et al.*, 1997). La función de la melatonina es modular la secreción del GnRH que a su vez controla la secreción de la LH y la FSH. En los pequeños rumiantes, como los ovinos y caprinos, la melatonina y la manipulación del fotoperiodo pueden utilizarse como herramienta para controlar su actividad sexual (Delgadillo *et al.*, 2008).

### **3. Tratamiento fotoperiódico como método de inducción de la actividad sexual del macho cabrío**

Cuando los machos son sometidos a cambios rápidos en el fotoperiodo, los días largos inhiben la actividad sexual, mientras que los días cortos la estimulan (Delgadillo *et al.*, 2004). Con base en lo anterior, se ha comprobado que la actividad sexual de los machos cabríos puede estimularse durante el periodo estacional de reposo sexual, al ser sometidos a un tratamiento fotoperiódico de 2.5 meses de días largos artificiales seguidos de la exposición a condiciones fotoperiódicas naturales. Este tratamiento lumínico estimula durante el periodo de reposo sexual natural una elevación de las concentraciones plasmáticas de testosterona, y por lo tanto del olor y la intensidad del comportamiento sexual. Sin

embargo, este tratamiento lumínico no tiene un efecto permanente, es decir, que los animales sometidos a este no permanecen activos sexualmente durante todo el año y su efectos se manifiesta 60 días después de concluir el tratamiento con una duración de 2 meses en promedio (Delgadillo *et al.*, 2002; Ponce *et al.*, 2015). Con relación a esto, se ha demostrado que es necesaria la alternancia de días largos y días cortos para manipular la actividad sexual de los animales si se utiliza tratamiento fotoperiódico (Chemineau *et al.*, 1992). Por ejemplo, en los machos ovinos de las razas Merino y Suffolk que fueron mantenidos bajo un fotoperiodo de equinoccio (12 hrs/luz/día) durante dos años consecutivos, la circunferencia testicular presentó variaciones similares a las observadas en los animales mantenidos en condiciones de fotoperiodo natural (Martin *et al.*, 1999). En el caso de machos cabríos de las razas Alpina y Saanen, la exposición a dos meses de días largos a partir de diciembre o enero seguidos de la aplicación de melatonina, inducen una intensa actividad sexual durante el periodo de reposo (Chemineau *et al.*, 1999).

#### **4. Relación sistema de producción y actividad sexual de los caprinos**

##### **4.1 Sistema de producción intensivo**

El sistema de producción puede ser intensivo de dos tipos: el sistema intensivo de manejo estabulado totalmente y el sistema semiintensivo. En el sistema semiintensivo se asocia con praderas artificiales, lo que requiere de habilidad y conocimiento del productor respecto a rotación de potreros y carga animal de acuerdo con el rendimiento de la pastura (García *et al.*, 1991). Los sistemas intensivos estabulados son aquellos donde los animales se encuentran confinados la mayor parte del tiempo y dado su alto costo de producción son sistemas especializados, ya sea en la producción de leche de cabra, de pie de cría o de engorda de corderos para la producción de carne (Salinas y Martínez, 1988). Estos sistemas se localizan en regiones como la Comarca Lagunera, Guanajuato y Querétaro (FIRA, 1999).

## **4.2 Sistema de producción extensivo**

Los sistemas extensivos son aquellos sistemas donde los pequeños rumiantes obtienen su alimento de áreas de agostadero de gran extensión y para realizarlo recorren grandes distancias. Cuando la condición ecológica es benigna y existe diversidad en la composición botánica, se logra un buen balance de la dieta. Sin embargo, en regiones áridas y semiáridas de Norte de México existe mucha variabilidad en cuanto a la vegetación del agostadero y en las diferentes épocas del año (Echavarría *et al.*, 2006).

## **4.3 Sistema de producción predominante en la Comarca Lagunera**

En el norte de México, como en otras regiones áridas y semiáridas del mundo, la mayoría de los machos y hembras caprinos son explotados en condiciones extensivas (Sáenz-Escárcega *et al.*, 1991). Los animales generalmente pastan de 10:00 a 18:00 hrs y consumen únicamente la vegetación natural disponible sin que se les proporcione algún alimento extra o suplementación. Por la noche, los animales permanecen en corrales al aire libre cerca de la casa de los caprinocultores. En este sistema de producción extensivo, los machos y las hembras permanecen juntos durante todo el año; las hembras se usan para producir leche y carne. Las crías son amamantadas por sus madres y son destetados y vendidos aproximadamente a las cuatro semanas de edad. Debido a que las hembras y los machos permanecen juntos en el rebaño, no hay control de la reproducción. En este sistema de producción, la mayoría de las fecundaciones ocurren durante el verano (junio-septiembre), lo que lleva al nacimiento de las crías en otoño e invierno (noviembre-febrero; Delgadillo *et al.*, 2017).

En este sistema de producción, la temporada de partos no es la mejor para la producción de leche y carne, así como para la supervivencia de los crías. Esto se debe al menos a tres razones: (a) los partos coinciden con el inicio de la época de sequía, lo que conlleva una reducción dramática de la disponibilidad de alimentos

para las madres, lo anterior provoca una baja producción de leche tanto para las crías como para las industrias lácteas; (b) existe una amplia variación diaria de las temperaturas ambientales (5<sup>o</sup>-30<sup>o</sup> C), lo que aumenta la mortalidad de las crías hasta en un 50% principalmente por problemas respiratorios (Sáenz-Escárcega *et al.*, 1991); y, (c) existe una reducción drástica del precio de los cabritos a partir de diciembre debido al aumento de la alta disponibilidad de los mismos.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como se mencionó en capítulos anteriores, dos meses y medio de días largos artificiales (16 horas luz), estimulan la actividad sexual de los machos durante la época natural de reposo (marzo-abril; Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002). Estos machos foto-estimulados pueden 2 meses después de terminado el tratamiento fotoperiodico ser utilizados para estimular la actividad sexual de las cabras durante el anestro estacional (marzo-abril). La mayoría de los caprinos del norte de México son explotados en un sistema de producción extensivo donde se alimentan principalmente de la vegetación nativa de los agostaderos. En estos sistemas de producción, la cantidad y calidad de los pastos disminuye drásticamente entre noviembre y mayo debido a la falta de lluvia (Sáenz-Escárcega *et al.*, 1991). La reducción de la disponibilidad de alimento en estos meses provoca una subalimentación de los animales, principalmente entre noviembre y mayo. Esa época coincide con los meses en los cuales se aplica el tratamiento fotoperiódico de los machos y esto podría afectar su respuesta sexual a al tratamiento fotoperiodico y a su capacidad para estimular las hembras mediante el efecto macho. Por ello, el objetivo de este estudio es determinar si la baja condición corporal en los machos cabríos foto-estimulados en condiciones extensivas afecta su capacidad para inducir la actividad sexual de las cabras anovulatorias.

## **OBJETIVOS**

Determinar si los machos cabríos que son tratados con días largos (DL) artificiales bajo un sistema de manejo extensivo y con una baja condición corporal, pueden estimular la actividad sexual de las cabras anovulatorias mediante el efecto macho.

## **HIPÓTESIS**

En los machos cabríos tratados con días largos artificiales en condiciones extensivas la baja condición corporal no afecta su habilidad para inducir la actividad sexual y reproductiva de las cabras anovulatorias mediante el efecto macho.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **1. Condiciones generales del estudio**

El presente estudio se realizó en Torreón, Coahuila en las instalaciones del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA), perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Además, se trabajó en el Ejido Santo Tomás, Municipio de Matamoros, Coahuila. Ambas localidades se encuentran en la Comarca Lagunera (latitud 26° N). Esta región tiene un clima seco, semicálido, y con una precipitación media anual de 200 mm (rango: 163-504 mm). La estación de lluvias ocurre generalmente de mayo-junio a septiembre-octubre, con una amplia variabilidad entre años (CONAGUA, 2016). La variación en el fotoperiodo en esta región oscila entre 13:41 horas luz durante el solsticio de verano y 10:19 horas luz durante el solsticio de invierno.

### **2. Animales experimentales**

#### **2.1 Machos cabríos y tratamiento fotoperiodico**

Se utilizaron 12 machos cabríos criollos adultos, los cuales fueron divididos en 2 grupos. Un grupo de machos (n=6), fue mantenido en condiciones intensivas, y fue sometido a un tratamiento de días largos artificiales (16 hrs/luz/día) del 15 de noviembre al 15 de enero. Durante el estudio, los machos fueron alimentados con heno de alfalfa a libre acceso y 300 g. de concentrado comercial (14% de P.C). Además, tenían libre acceso a agua potable y sales minerales.

En tanto que el otro grupo de machos (n=6) se mantuvo en condiciones extensivas, saliendo a pastar junto con el resto del rebaño de 10:00 a 18:00 horas, consumiendo únicamente la vegetación disponible en las áreas de pastoreo y durante la noche se mantuvieron en un corral alejado de las hembras, en donde recibieron un tratamiento fotoperiódico similar al grupo anterior.

## **2.2 Hembras experimentales y efecto macho**

Se utilizaron 99 cabras Criollas adultas multíparas, las cuales fueron divididas en 2 grupos homogéneos con base a su condición corporal. Un grupo de hembras (n=49; condición corporal =  $2.5 \pm 0.2$ ) fue puesto en contacto con 6 machos cabríos tratados y mantenidos en condiciones extensivas. Otro grupo de hembras (n=50; condición corporal =  $2.5 \pm 0.7$ ) fue puesto en contacto con 6 machos cabríos tratados y mantenidos en condiciones intensivas.

## **3. Variables evaluadas**

### **3.1 Machos**

#### **3.1.1 Condición corporal**

Esta variable fue determinada cada dos semanas a partir del inicio del tratamiento y hasta el 30 de marzo. Para determinar la condición corporal se utilizó la técnica descrita previamente por Walkden-Brown *et al.* (1994), la cual determina a través de la palpación de la región lumbar, la cantidad de tejido graso y muscular del animal. La escala de valores para esta técnica varía de 1 (extremadamente flaco) al 4 (obeso), con una precisión de 0.5.

### **3.2. Hembras**

#### **3.2.1 Actividad estral**

La actividad estral de las hembras fue evaluada dos veces al día (08:00-09:00 y 18:00-19:00) durante 14 días. Una hembra fue considerada en estro cuando al ser montada por el macho ésta permanecía inmóvil (Chemineau *et al.*, 1992).

### **3.2.2. Actividad ovulatoria**

El porcentaje de hembras que ovularon en cada grupo fue determinado mediante dos ecografías transrectales los días 6 y 18 después de la introducción de los machos. Para ello, se utilizó un equipo de ultrasonido marca ALOKA con un transductor de 7.5 Mhz. El criterio para determinar si una hembra ha ovulado fue la presencia de al menos un cuerpo lúteo en cualquiera de los ovarios al momento de realizar las ecografías (De Castro et al., 1999).

## **4. Análisis estadísticos de los resultados**

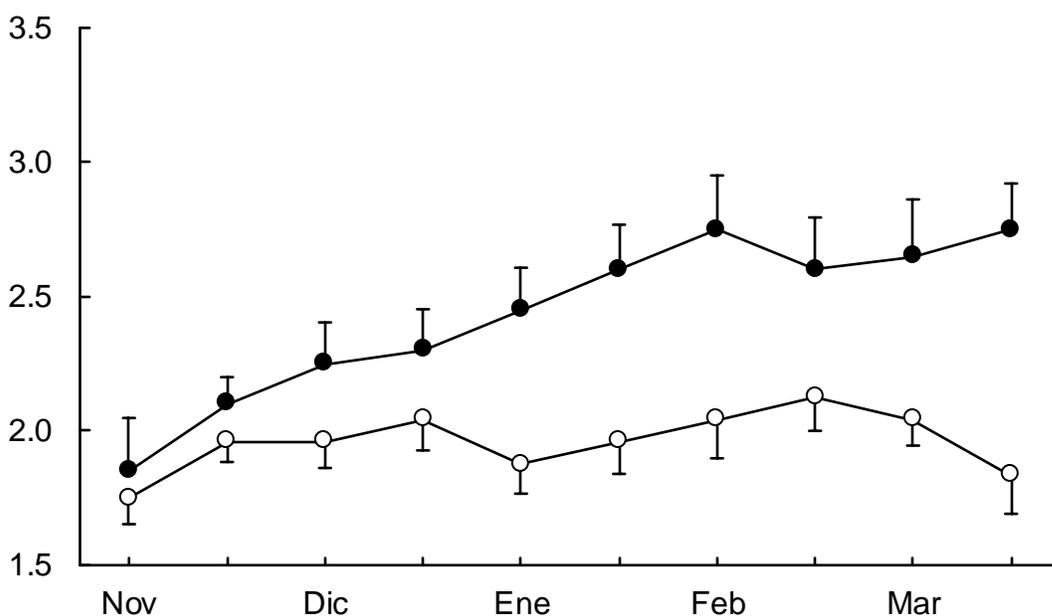
La condición corporal de los machos y la tasa ovulatoria de las hembras fueron comparados mediante la prueba U de Mann-Whitney. Los porcentajes de hembras en estro y que ovularon se analizaron con una prueba de Chi-cuadrada. En todas las comparaciones estadísticas se utilizó el programa estadístico SYSTAT Ver. 10.

## RESULTADOS

### 1. Condición corporal de los machos cabríos

En la Figura 1, se muestra la condición corporal durante todo el estudio de los machos cabríos estimulados con DL artificiales en condiciones de manejo intensivas o en condiciones extensivas. Del inicio del estudio (15 de noviembre) al 30 de diciembre, la condición corporal de los machos del grupo intensivo y del grupo extensivo fue similar ( $P>0.05$ ). Sin embargo, a partir del 15 de enero, la evolución de la condición corporal en el grupo intensivo fue mayor a la registrada en los machos mantenidos en condiciones de manejo extensivo y esa diferencia entre los dos grupos se mantuvo hasta el final del estudio ( $P<0.05$ ).

#### Condición corporal

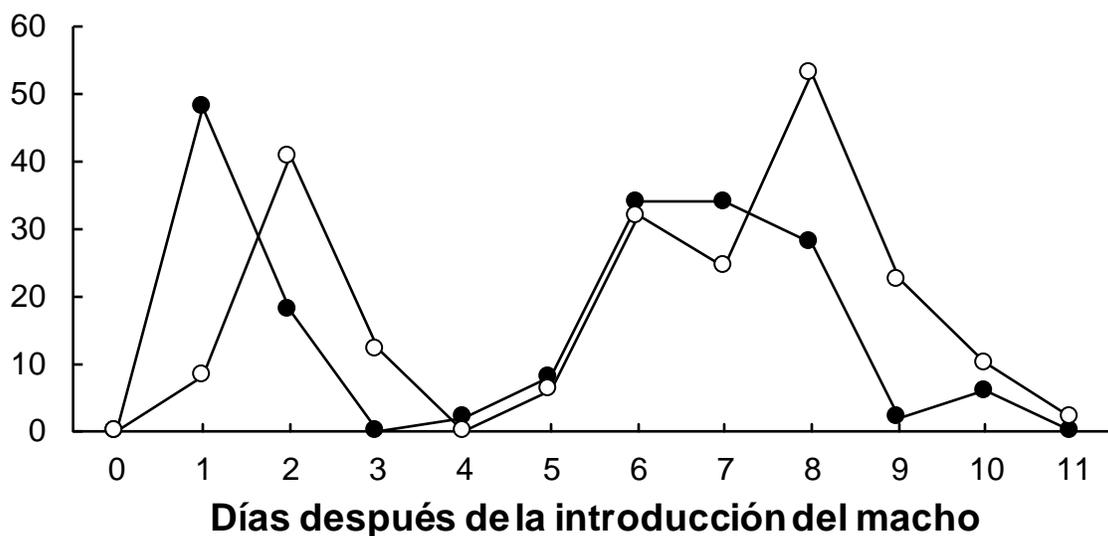


**Figura 1.** Condición corporal de los machos cabríos estimulados en condiciones de manejo intensivo (●) y de los machos estimulados en condiciones extensivas (○) ( $P<0.01$ ).

## 2. Respuesta estral de las hembras caprinas expuesta al efecto macho

La proporción de hembras que manifestaron comportamiento estral al menos una vez durante el estudio no fue diferente entre las cabras expuestas a machos estimulados con DL en condiciones de manejo extensivas o machos estimulados con DL y mantenidos en condiciones intensivas ( $P > 0.05$ ).

### Hembras en estro (%)



**Figura 2.** Porcentaje diario de las hembras que mostraron conducta estral a partir de que fueron puestas en contacto con los machos estimulados en condiciones de manejo intensivo (O) y en condiciones extensivas (●).

## 3. Respuesta ovulatoria de las hembras caprinas sometidas al efecto macho

El porcentaje total de hembras que registraron actividad ovárica al ser expuestas a machos estimulados en condiciones de manejo extensivo (98 %) fue similar al registrado por las hembras expuestas a machos tratados con DL en condiciones intensivas (100%;  $P > 0.05$ ). De igual manera, la tasa ovulatoria registrada en las hembras estimuladas con machos tratados con DL en condiciones de manejo extensivo ( $1.6 \pm 0.13$ ) fue similar a la registrada en las hembras expuestas a machos tratados en intensivo ( $1.7 \pm 0.12$ ;  $P > 0.05$ ).

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que los machos cabríos foto-estimulados en condiciones extensivas mantienen una menor condición corporal que los machos tratados en condiciones intensivas, sin embargo, responden al tratamiento fotoperiódico y son capaces de estimular la actividad sexual de las hembras anéstricas.

La respuesta obtenida en los machos tratados en condiciones extensivas coinciden con la mayoría los estudios realizados anteriormente en la Comarca Lagunera donde se utiliza el tratamiento de días largos artificiales seguidos o no de aplicación de melatonina, para inducir la actividad sexual de los machos cabríos durante el periodo de reposo sexual natural (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007; Luna-Orozco *et al.*, 2008; Ponce *et al.*, 2014). En todos los estudios, los machos tratados con días largos artificiales responden al tratamiento fotoperiódico y muestran un incremento en las concentraciones de testosterona, peso testicular, intensidad del olor y conductas sexuales durante el periodo de reposo sexual (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Ponce *et al.*, 2014).

Los machos alojados en condiciones extensivas y tratados con días largos artificiales, mantienen una baja condición corporal durante todo el estudio (noviembre a marzo). Estos resultados eran de esperarse, ya que probablemente la cantidad de alimento que consumían en el campo alcanzaba únicamente para los requerimientos de mantenimiento de dichos machos. Por el contrario, a los machos alojados en condiciones intensivas se les proporcionó alfalfa, además de 200 gr. de concentrado comercial por día y por animal. Al respecto, existen estudios que demuestran que los machos subalimentados, que no cubren sus requerimientos nutricionales ni en cantidad ni en calidad, el peso corporal se ve disminuido y esto se refleja también en su condición corporal, ya que cuando los requerimientos nutricionales básicos no logran ser cubiertos, comienzan a utilizar

sus reservas corporales, con la consecuente pérdida de peso y bajas en la condición corporal y esto se ve reflejado en un bajo rendimiento productivo y reproductivo (Birkelo *et al.*, 1991; Ramírez-Pérez *et al.*, 2000; Gómez-Pasten *et al.*, 2000). Sin embargo, en nuestro estudio a pesar de una baja condición corporal, estos machos exhibieron un incremento en su actividad sexual en respuesta al tratamiento fotoperiodico al cual fueron sometidos. Este incremento en la actividad sexual se vio reflejado en su capacidad para inducir la actividad sexual de las cabras cuando fueron expuestos a ellas.

Finalmente, los resultados del presente estudio demuestran que los machos tratados en condiciones extensivas aun cuando se encuentran en una condición corporal baja, tienen la capacidad de responder al tratamiento fotoperiódico y son capaces de inducir la actividad sexual de las cabras anovulatorias mediante el efecto macho. Lo anterior demuestra que el fotoperiodo es un factor muy importante en la regulación de la actividad sexual de estas especies estacionales y es probable que en estos machos, tenga una influencia mayor que la alimentación sobre la actividad sexual, así como se propuso para los machos originarios de las zonas templadas (Malpoux *et al.*, 1997).

## **CONCLUSIONES**

La baja condición corporal que los machos tratados DL en condiciones extensivas no afecta su capacidad de inducción de la actividad sexual de las cabras anéstricas mediante el efecto.

## LITERATURA CITADA

Birkelo, C., Johnson, D., Phetteplace, H. 1991. Maintenance requirements of beef cattle as affected by season on different planes of nutrition. *J. Anim. Sci.* 69: 1214-1222.

Bronson, F.H. 1985. Mammalian reproduction: An ecological perspective. *Biol. Reprod.* 32: 1-26.

Chemineau, P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A., Guerin, Y., Revault, J.P., Thimonier, J., Pelletier, J. 1992. Control of sheep and goat reproduction: use of light and melatonin. *Anim. Reprod. Sci.* 30: 157-184.

Chemineau, P., Baril, G., Leboeuf, B., Maurel, M.C., Roy, F., Pellicer-Rubio, M., Malpaux, B., Cognie, Y. 1999. Implications of recent advances in reproductive physiology for reproductive management of goats. *J. Reprod. Fertil.* 54: 129-142.

Cruz-Castrejón, U., Véliz, F. G., Rivas-Muñoz, R., Flores, J. A., Hernández, H., Duarte, G. 2007. Response of sexual activity in male goats under grazing conditions to food supplementation and artificial long day treatment. *Tec. Pecu. Méx.* 45: 93-100.

Delgadillo, J. A., 2005. Inseminación artificial en caprinos. México. Ed. Trillas. pp. 36.

Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpaux, B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology.* 52:727-737.

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpaux, B. 2002. Induction of sexual activity of lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J. Anim. Sci.* 80: 2780-2786.

Delgadillo, J. A., Gelez, H., Ungerfeld, R., Hawken, P.A., Martin, G.B. 2009. The male effect in sheep and goats-Revisiting the dogmas. *Behav. Brain. Res.* 200:304-314.

Delgadillo, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Duarte, G., Véliz, F. G., Carrillo, E., Flores, J.A., Vielma, J., Hernández, H., Malpaux, B. 2004. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reprod. Fertil. Dev.* 16:471-478.

Delgadillo, J. A., Cheminau, P., Keller, M. 2017. Using socio-sexual stimulations for sustainable goat production under subtropical latitudes In: Sustainable goat production in adverse environments: Volume I. Simoes, J. and Gutierrez, C. (Eds).1<sup>st</sup>. Edition. Ed. Springer. pp. 130-143.

Delgadillo, J.A., Vielma, J.A. Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Hernández, H. 2008. The stimulus quality provided by the buck determines the response of the female goats submitted to the male effect. *Trop. Sub. Trop. Agroecosyst.* 9:39-45.

Delgadillo, J. A., Carrillo, E., Morán, J., Duarte, G., Chemineau, P., Malpaux, B. 2001. Induction of sexual activity of male Creole goats in subtropical northern Mexico using long days and melatonin. *J. Anim. Sci.* 79: 2245–2252.

Duarte, G., Flores, J. A., Malpaux, B., Delgadillo, J. A. 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Dom. Anim. Endocrinol.* 35: 362–370.

Duarte, G., Nava-Hernández, M. P., Malpaux, B., Delgadillo, J. A. 2010. Ovulatory activity of female goats adapted to the tropic responsive to photoperiod. *Anim. Reprod. Sci.* 3977: 1-6.

Echavarría C., Gutiérrez L., Ledezma, R., Bañuelos V., Aguilera, S., Serna P. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano: I Vegetación nativa. *Tec. Pecu. Mex.* 44: 203-217.

FIRA. 1999. Oportunidades de desarrollo de la industria de la leche y carne de cabra en México. Núm. 213. Volumen XXXII. Noviembre de 1999.(BOLETÍN INFORMATIVO).

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.

García, D., Sánchez, B., S. Hernández, J. 1991. Determinación de la carga animal de corderos en praderas irrigadas de ballico perenne (*Lolium perenne* L). Folleto de Investigación N° 72. SARH. INIFAP. CIFAP. Michoacán. 32p.

Gómez-Pastén, M., Mora-Izaguirre, O., Vera-Avila, H., Meléndez-Soto, R.M., Shimada, A. 2000. Fatty acid profiles in the adipose tissue of underfed goats. Am. Soc. Anim. Sci. 51: 552-555.

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

Luna-Orozco, J.R., Fernández, I.G., Gelez, H., Delgadillo J.A. 2008. Parity of female goats does not influence their estrous and ovulatory responses to the male effect. Anim. Reprod. Sci. 106: 352-360.

Malpoux, B., Viguié, C., Skinner, D.C., Thiéry, J. C., Chemineau, P. 1997. Control of the circannual rhythm of reproduction by melatonin in the ewe brain. Res. Bull. 4: 431-438.

Martin, G.B., Tjondronegoro, S., Boukhliq, R., Blackberry, M. A., Briegel, J.R., Blache, D. 1999. "Determinants of the annual pattern of reproduction in mature male Merino and Suffolk sheep: modification of endogenous rhythms by photoperiod." Reprod. Fertil. Dev. 11: 355-366.

Ponce, J.L., Velázquez, H., Duarte, G., Bedos, M., Hernández, H., Keller, M., Chemineau, P., Delgadillo, J.A. 2014. Reducing exposure to long days from 75 to 30 days of extra-light treatment does not decrease the capacity of male goats to stimulate ovulatory activity in seasonally anovulatory females. *Domest. Anim. Endocrinol.* 48: 119–125.

Ramírez-Pérez, A.H., Buntinx, S.E, Tapia-Rodríguez, C., Rosiles, R. 2000. Effect of breed and age on the voluntary intake and the micromineral status of non-pregnant sheep. *Small Rumin. Res.*36:49-55.

Rivas-Muñoz, R., Fitz-Rodríguez, G., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2007. Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous or discontinuous exposure to males. *J. Anim. Sci.*85:1257-1263.

Sáenz-Escárcega, P., Hoyos, F.G.L., Salinas, G. H., Martínez, M., Espinoza, J., Guerrero, A., Contreras, G.E., 1991. Establecimiento de módulos caprinos con productores cooperantes. En memorias, Evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera, SARH-INIFAP, Matamoros, Coahuila, México. P: 124-34.

Salinas G., Martínez P. 1988. Dairy goat milk production responses to feeding level. *Indian J. Dairy. Sci.* 41:167-170.