

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS



Los machos sin experiencia sexual foto-estimados en condiciones de restricción social disminuyeron las aproximaciones laterales y los olfateos ano-genitales, pero no su capacidad para inducir la respuesta sexual y reproductiva en cabras anovulatorias en abril

POR:

**JOSÉ ROSALES IGNACIO**

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Torreón, Coahuila, México

Octubre 2019

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

Los machos sin experiencia sexual foto-estimulados en condiciones de restricción social disminuyeron las aproximaciones laterales y los olfateos ano-genitales, pero no su capacidad para inducir la respuesta sexual y reproductiva en cabras anovulatorias en abril

Por:

**JOSÉ ROSALES IGNACIO**

TESIS

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

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por:

  
DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA

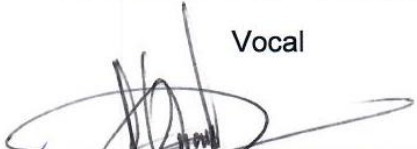
Presidente

  
DR. GERARDO DUARTE MORENO

Vocal

  
DR. GONZALO FITZ RODRÍGUEZ

Vocal

  
MC. ANDRÉS SÁNCHEZ HERNÁNDEZ

Vocal Suplente

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



Torreón, Coahuila, México  
Octubre 2019

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

Los machos sin experiencia sexual foto-estimulados en condiciones de restricción social disminuyeron las aproximaciones laterales y los olfateos ano-genitales, pero no su capacidad para inducir la respuesta sexual y reproductiva en cabras anovulatorias en abril

Por:

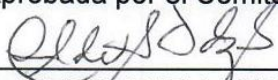
**JOSÉ ROSALES IGNACIO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:


  
DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA  
Asesor-Principal

  
DR. GERARDO DUARTE MORENO

Coasesor

  
DR. GONZALO FITZ RODRÍGUEZ

Coasesor

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

Torreón, Coahuila, México  
Octubre 2019



## AGRADECIMIENTOS

**A Dios**, por estar conmigo siempre, darme la oportunidad de vivir cada día de mi vida, por nunca abandonarme y por la gran dicha de venir a este mundo con una familia maravillosa.

**A mis Padres**, Alejandra Ignacio Flores, por su apoyo, comprensión y confianza incondicional por sentir su amor en cada paso que doy siempre al pendiente de mis necesidades y a Bernardo Rosales Ojeda por su apoyo moral y económico. Gracias a los dos por su entrega como padres sus sacrificios y esfuerzos por ser cada día mejor.

**A mi Hermana**, María Esther Rosales Ignacio, por ser mi amiga y brindarme todo su apoyo en cada momento siempre, al pendiente depositando su confianza y haciéndome sentir que cuento con ella.

**A la *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*** por darme la oportunidad de realizar mis estudios en ella, por prepararme como un profesional en sus aulas y brindarme las bases para enfrentarme al ámbito laboral.

**A la Dra. Ilda Graciela Fernández García**, por brindarme su confianza y apoyo para fortalecer y culminar mi formación profesional.

**¡Por lo que soy y seré muchas gracias!**

## DEDICATORIA

- A Dios**, por estar conmigo en todo momento y ayudarme a salir adelante siempre.
- A mi Madre**, Alejandra Ignacio Flores por siempre confiar en mí y brindarme su amor y apoyo en todo momento.
- A mi Padre**, Bernardo Rosales Ojeda por sus consejos, apoyo económico y emocional.
- A mi Hermana**, María Esther Rosales Ignacio, por ser mi amiga y darme su apoyo incondicional.
- A mi novia**, Casimira Ojeda Aracén, por estar siempre apoyándome en los momentos más difíciles de mi carrera, por estar tan lejos y tan cerca de mí.
- A todos**, los que directamente o indirectamente estuvieron conmigo a lo largo de mi carrera, amigos, compañeros, familiares, etc.

## RESUMEN

El objetivo de la presente tesis fue determinar si los machos cabríos sin experiencia sexual, (macho-hembra) foto-estimulados, individualmente muestran conductas sexuales como aproximaciones laterales y olfateos ano-genital, con menor intensidad y, si la condición de foto-estimulación disminuye la respuesta sexual y reproductiva en cabras en anestro estacional. Se utilizaron dos grupos de machos sin experiencia sexual. Cinco machos fueron alojados en un corral (5 × 5 m), y cinco fueron alojados individualmente (2 × 2 m), en estas condiciones de alojamiento se aplicó un tratamiento de días largos artificiales (16 h de luz y 8 h de oscuridad por día) durante 2.5 meses, a partir del 1 de noviembre al 15 de enero. Los machos fueron expuestos a hembras anéstricas durante 15 días consecutivos. En los machos se determinó el comportamiento sexual en los días 0, 1 y 2 post-introducción de los machos con las hembras. En los días 0, 1 y 2, la frecuencia en las aproximaciones fue mayor en los machos alojados en grupo que en los alojados individualmente ( $P < 0.0001$ ). Asimismo, en los días 0 y 2 la frecuencia en los olfateos ano-genital fue mayor en los machos alojados en un grupo ( $P < 0.0001$ ), aunque en el día 1 no difirió entre los dos grupos de machos ( $P > 0.05$ ). En las hembras el intervalo al primer estro difirió significativamente entre los dos grupos de hembras. En las hembras expuestas a machos alojados individualmente el intervalo a primer estro fue mayor ( $70 \pm 9.5$  h) que en las hembras expuestas a los machos alojados en grupo ( $46 \pm 5.0$  h;  $P < 0.001$ ). La proporción de hembras que exhibieron comportamiento estral durante los 15 días de exposición a los machos no difirió significativamente entre los dos grupos de hembras expuestas a machos alojados individual y grupalmente (92% y 96%, respectivamente;  $P > 0.05$ ). Asimismo, la tasa de preñez no difirió entre los mismos grupos de hembras (60% y 62%, respectivamente;  $P > 0.05$ ). Se concluye que los machos sin experiencia sexual foto-estimulados individualmente en condiciones de restricción social mostraron menor intensidad en las aproximaciones laterales y olfateos ano-genitales, que en los machos alojados en grupo; sin embargo, los machos fueron capaces de inducir la respuesta sexual y reproductiva en cabras en anestro estacional.

**Palabras clave:** *Capra hircus*, Efecto macho, Experiencia sexual, Fotoperiodo, Señales sensoriales.

# ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	i
<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>RESUMEN</b> .....	iii
<b>ÍNDICE</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
HIPÓTESIS .....	3
OBJETIVO.....	3
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
2.1 Fotoperiodo .....	4
2.2 Estacionalidad .....	6
2.3 Interacciones socio-sexuales .....	7
2.3.1 Respuesta al efecto macho en ovejas y cabras .....	8
2.4 Factores que modifican la respuesta al efecto macho.....	8
2.4.1 Intensidad del comportamiento sexual del macho .....	8
2.4.2 Tiempo de contacto entre machos y hembras .....	10
2.4.3 Aislamiento social durante el desarrollo de machos .....	11
2.4.4 Experiencia sexual en los machos .....	12
2.5 Ciclo estral en la hembra caprina .....	12
2.6 Tratamientos fotoperiódicos .....	13
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	14
3.1 Localización del área estudio.....	14
3.2 Tratamiento fotoperiódico .....	14
3.3 Hembras .....	16
3.4 Efecto macho .....	17
3.5 Variables determinadas .....	17
3.6 Análisis estadístico .....	18
<b>4. RESULTADOS</b> .....	19
4.1 Machos .....	19
4.2 Hembras .....	20
<b>5. DISCUSIÓN</b> .....	21



<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>24</b>
<b>7. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>25</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
<b>Figura 1</b>	Variaciones anuales de las horas luz en el fotoperiodo en la Comarca Lagunera (Adaptado de Duarte <i>et al.</i> , 2008).	4
<b>Figura 2</b>	Variaciones estacionales (promedio $\pm$ EEM) del peso testicular (a) y las concentraciones plasmáticas de testosterona (b) de los machos cabríos locales del norte de México (26° N) mantenidos en estabulación (Tomada de Delgadillo <i>et al.</i> , 1999).	6
<b>Figura 3</b>	Variaciones estacionales de la actividad ovulatoria en las cabras locales del norte de México (26° N) mantenidas en estabulación, alimentadas adecuadamente y sometidas a las variaciones naturales del fotoperiodo (Tomado de Duarte <i>et al.</i> , 2008).	7
<b>Figura 4</b>	Macho sin experiencia sexual foto-estimulado desplegando olfateos ano-genitales (a) aproximaciones laterales (b) a cabras anéstricas (Tomada de Loya-Carrera <i>et al.</i> , 2017).	9
<b>Figura 5</b>	Machos sin experiencia sexual sometidos a tratamiento de días largos artificiales (16 h de luz/8 h de oscuridad) durante 2.5 meses, empezando el 1 de noviembre hasta el 16 de enero. Los machos recibieron fotoperiodo natural, en estas condiciones cinco machos sin experiencia sexual fueron alojados en grupo en un corral (a) y cinco machos sin experiencia sexual fueron alojados individualmente en corrales (b).	15
<b>Figura 6</b>	Comportamiento sexual determinado por aproximaciones y olfateos ano-genital desplegado por machos sin experiencia sexual alojados individualmente ( $\square$ ) y en machos sin experiencia sexual alojados en grupo ( $\blacksquare$ ). El comportamiento sexual fue observado de 08:00 a 09:00 h, los días 0, 1 y 2 post introducción de los machos con los grupos de hembras. Los machos fueron sometidos a un tratamiento de días largos artificiales (16 h luz y 8 h de oscuridad/día) del 1 de noviembre al 16 de enero, posteriormente los machos recibieron el fotoperiodo natural.	19

## 1. INTRODUCCIÓN

La caprinocultura es de gran importancia en México, ya que cuenta con un inventario de 8 725 172 caprinos. La Comarca Lagunera en el norte de México, posee un inventario 416 820 caprinos (SIAP, 2017).

La Comarca Lagunera se ubica en los estados de Coahuila y Durango de México. A Coahuila pertenecen los municipios de Torreón, Matamoros, San Pedro, Fco. I. Madero y Viesca, y a Durango corresponden los municipios de Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo, Mapimí, Rodeo, Nazas, San Juan de Guadalupe, San Luis del Cordero, General Simón Bolívar y San Pedro del Gallo. En esta región, generalmente los partos de las cabras ocurren de noviembre a enero, entonces la mayoría de las gestaciones ocurrieron entre junio, julio, y agosto, lo cual sugiere que los caprinos presentan estacionalidad reproductiva. Por ello, en las últimas décadas se han implementado alternativas que permitan romper dicha estacionalidad reproductiva, y por consiguiente lograr que las cabras tengan sus partos en la época que en condiciones naturales no ocurren (Delgadillo *et al.*, 2003).

En las hembras ovinas y caprinas durante el anestro estacional, la exposición a machos sexualmente activos induce el aumento en la secreción de la LH (respuesta de plazo corto), seguido por el estro y la ovulación (respuesta de plazo largo). Este fenómeno de bio-estimulación sexual comúnmente se denomina efecto macho. El efecto macho es una técnica ampliamente utilizada para inducir y sincronizar la actividad sexual en ovejas y en cabras durante el anestro estacional (Walkden-Brown *et al.*, 1999; Delgadillo *et al.*, 2009).

Sin embargo, la respuesta a dicha bio-estimulación sexual puede ser influenciada por algunos factores tanto en el macho como en la hembra. Por ejemplo, en el macho se menciona la familiaridad previa, el tiempo de contacto entre los géneros y la experiencia sexual (Price *et al.*, 1998; Bedos *et al.*, 2012, 2014; Muñoz *et al.*, 2016). También en la hembra influyen factores como la experiencia sexual, el número de partos que ha experimentado y la nutrición (Gelez *et al.*, 2004; Luna-Orozco *et al.*, 2008; Fitz-Rodríguez *et al.*, 2009; Fernández *et al.*, 2011).

En los ovinos, los carneros sin experiencia sexual son aquellos que no han tenido contacto socio-sexual previo con las ovejas. Un porcentaje considerable de estos carneros exhiben nulo o bajo comportamiento sexual durante su primera exposición a las ovejas (Katz *et al.*, 1988; Price *et al.*, 1998).

En cambio, en caprinos, los machos cabríos sin experiencia sexual foto-estimulados muestran alto comportamiento sexual durante su primer contacto con las cabras anéstricas (Fernández *et al.*, 2018). Por ello, la presente tesis fue planteada para investigar si los machos sin experiencia sexual foto-estimulados alojados individualmente en corrales, en condiciones de restricción social, muestran bajo comportamiento sexual durante su primera exposición a las cabras en anestro estacional.

## **HIPÓTESIS**

Los machos cabríos sin experiencia sexual foto-estimulados, alojados en corraletas individuales muestran bajo comportamiento sexual durante su primer contacto con hembras.

## **OBJETIVO**

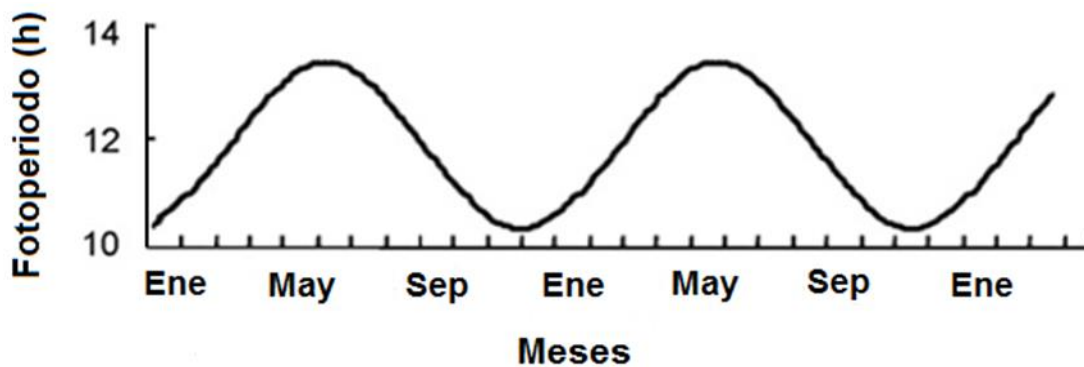
Determinar si los machos cabríos sin experiencia sexual, foto-estimulados individualmente muestran conductas sexuales como aproximaciones laterales y olfateos ano-genital con menor intensidad y, si la condición de foto-estimulación disminuye su capacidad para inducir la respuesta sexual y reproductiva en cabras en anestro estacional.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Fotoperiodo

En los caprinos originarios de latitudes templadas y subtropicales, el fotoperiodo es el principal factor medio ambiental que controla la estacionalidad de la actividad sexual (Malpaux *et al.*, 1996; Martin *et al.*, 1999; Delgadillo *et al.*, 2004; Duarte *et al.*, 2010).

En el subtrópico mexicano los caprinos que reciben las variaciones naturales de luz, la actividad sexual la inician durante los días más largos del año y termina en los días más cortos del año (Delgadillo *et al.*, 1999, 2002; Duarte *et al.*, 2008; Figura 1).



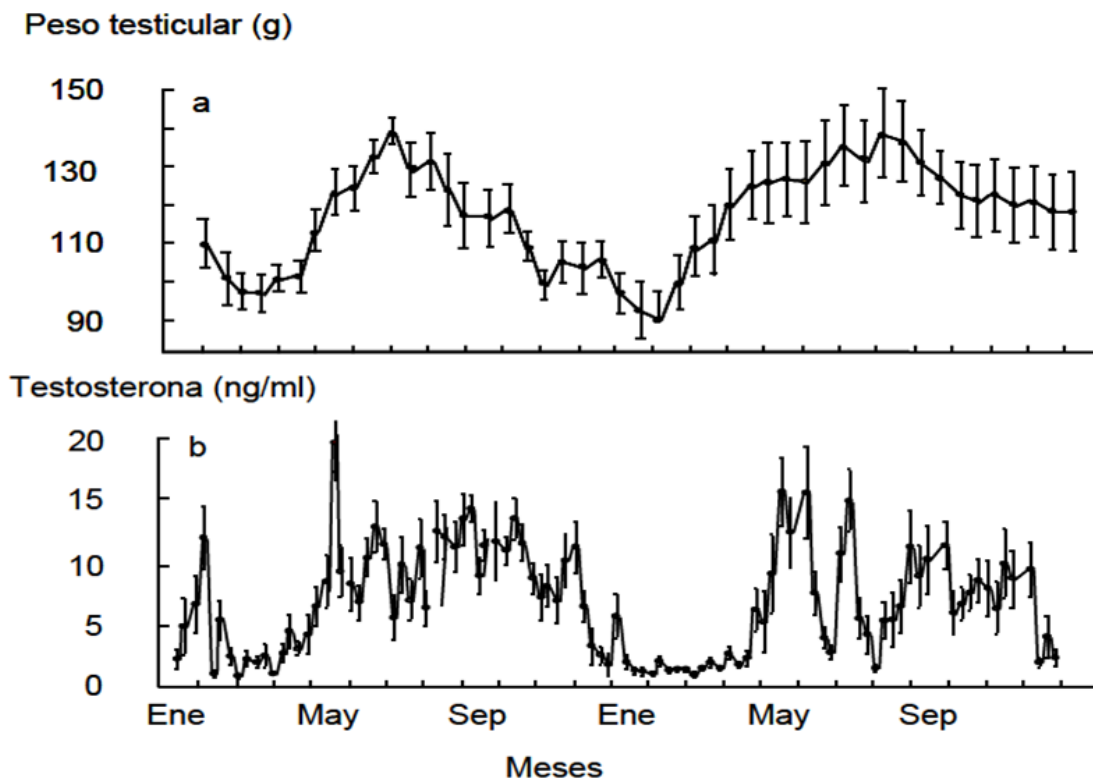
**Figura 1.** Variaciones anuales de las horas luz en el fotoperiodo en la Comarca Lagunera (Adaptado de Duarte *et al.*, 2008).

El fotoperiodo está regulado por la secreción de la melatonina, secretada por la glándula pineal, la secreción de la melatonina se estimula por medio de la información luminosa, la cual es percibida inicialmente por la retina y se trasmite por vía nerviosa (Malpaux *et al.*, 1987; 1997; Delgadillo y Chemineau, 1992; Delgadillo *et al.*, 2001).

La duración en la secreción de esta hormona depende de la duración del periodo de obscuridad (Malpaux *et al.*, 1987, 1988; Delgadillo y Chemineau, 1992; Delgadillo *et al.*, 2001). Las secreciones de melatonina en los días cortos actúan en el hipotálamo premamilar para estimular la secreción de la GnRH y, por consecuencia las gonadotropinas LH y FSH (Malpaux *et al.*, 1999).

Por ejemplo, en los machos cabríos de la raza Payoya en el sur de España (37° N), así como en los machos cabríos locales de la Comarca Lagunera localizados en área subtropical del norte de México (26° N), la estación sexual inicia entre mayo y junio, y termina entre diciembre y enero (Delgadillo *et al.*, 1999, 2002; Zarazaga *et al.*, 2009).

En los machos cabríos durante la estación sexual, el peso testicular, las concentraciones plasmáticas de testosterona, el olor, el comportamiento sexual y la producción espermática cuantitativa y cualitativa se elevan. Mientras que durante el periodo de reposo sexual (finales del invierno-inicio de primavera) los valores de las variables antes mencionadas disminuyen considerablemente o se encuentran en niveles basales (Walkden-Brown *et al.*, 1997; Delgadillo *et al.*, 1999; Figura 2).



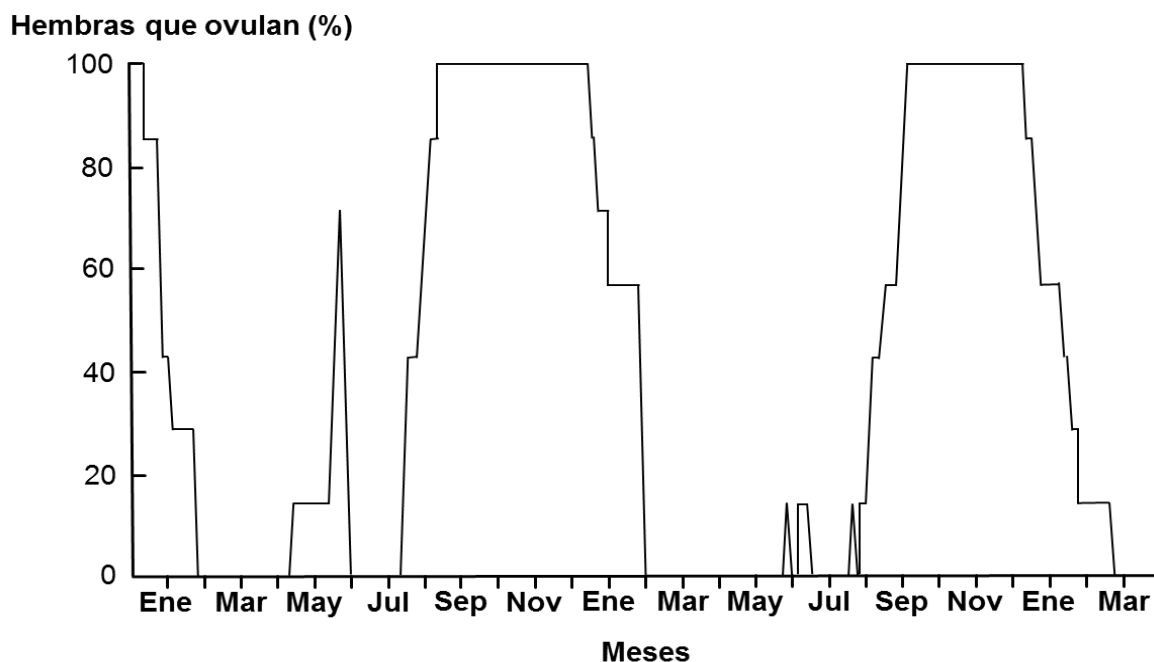
**Figura 2.** Variaciones estacionales (promedio  $\pm$  EEM) del peso testicular (a) y las concentraciones plasmáticas de testosterona (b) de los machos cabríos locales del norte de México (26° N) mantenidos en estabulación (Tomada de Delgadillo *et al.*, 1999).

## 2.2 Estacionalidad

Los caprinos originarios o adaptados a latitudes subtropicales, manifiestan una estacionalidad reproductiva. Por ejemplo, en las cabras adaptadas u originarias al subtrópico mexicano (26°N, Delgadillo *et al.*, 1999), las locales de Argentina (30°S) y las Cashmere de Australia (29°S; Restall, 1992), la estación sexual se caracteriza por presentar ciclos estrales cada 21 días, los cuales inician en el otoño y terminan en el invierno (Restall, 1992). En particular en las hembras de la Comarca Lagunera, la estación sexual inicia entre agosto a septiembre y termina entre febrero a marzo (Duarte *et al.*, 2008). En estas hembras el anestro estacional



se caracteriza por la ausencia de ciclos estrales y ovulatorios durante la primavera y el verano (Duarte *et al.*, 2008; Figura 3).



**Figura 3.** Variaciones estacionales de la actividad ovulatoria en las cabras locales del norte de México ( $26^{\circ}$  N) mantenidas en estabulación, alimentadas adecuadamente y sometidas a las variaciones naturales del fotoperíodo (Tomado de Duarte *et al.*, 2008).

### 2.3 Interacciones socio-sexuales

Las relaciones sociales entre individuos de la misma especie pueden modificar su estado reproductivo (Bronson, 1985). En los caprinos y ovinos, las interacciones socio-sexuales modifican la actividad sexual en dichas especies (Gelez *et al.*, 2004; Delgadillo *et al.*, 2009). La técnica utilizada para inducir dicha actividad sexual es ampliamente conocida como el efecto macho. El efecto macho consiste en introducir un macho a un grupo de hembras caprinas u ovinas con la

finalidad de inducir la actividad sexual en éstas (Shelton, 1960; Delgadillo *et al.*, 2009).

### **2.3.1 Respuesta al efecto macho en ovejas y cabras**

La respuesta de las ovejas y cabras al efecto macho depende de factores internos y externos que operan en los dos géneros, tales como la variación en la respuesta de las hembras ante la presencia de los machos, la raza, y la calidad del estímulo otorgado por los machos, entre otros. Durante el efecto macho participan señales sensoriales (auditivas, visuales, olfativas y táctiles) tanto del macho como de la hembra (Walkden-Brown y Restall, 1993; Delgadillo *et al.*, 2015). Por ejemplo, durante el encuentro socio-sexual entre hembras anéstricas y machos foto-estimulados participan las señales sensoriales, dichos machos despliegan alto nivel de comportamiento sexual (señales visuales y táctiles), intenso olor sexual (señal olfativa) y vocalizaciones frecuentes (señal auditiva) los cuales contribuyen a inducir el pico pre-ovulatorio en dichas cabras (Rivas-Muñoz *et al.*, 2007; Martínez Alfaro *et al.*, 2014).

## **2.4 Factores que modifican la respuesta al efecto macho**

### **2.4.1 Intensidad del comportamiento sexual del macho**

En los machos cabríos, la conducta sexual es expresada por varios comportamientos característicos como son las aproximaciones laterales, los olfateos ano-genitales, los intentos de montas, el automarraje, el flehmen y las montas con intromisión (Fabre-Nys, 2000; Bedos *et al.*, 2016; Loya-Carrera *et al.*, 2017; Figura 4).



(a)



(b)

**Figura 4.** Macho sin experiencia sexual foto-estimulado desplegando olfateos anogenitales (a) aproximaciones laterales (b) a cabras anéstricas (Tomada de Loya-Carrera *et al.*, 2017).

Los carneros sexualmente inactivos muestran bajo nivel de comportamiento sexual comparados con los sexualmente activos los cuales despliegan alto comportamiento sexual. De hecho, las ovejas expuestas a machos que despliegan alto nivel de comportamiento sexual presentan mayor porcentaje de ovulaciones que aquellas expuestas a machos que despliegan bajo nivel de comportamiento sexual (Perkins y Fitzgerald ,1994). En el estudio antes mencionado no se menciona si los machos fueron sometidos a un tratamiento de días largos artificiales. El mismo resultado se ha observado en cabras donde se ha detectado alto porcentaje de ovulaciones en cabras anéstricas expuestas a machos sexualmente activos foto-estimulados (92%) comparadas con las cabras expuestas a machos sexualmente inactivos (0%; Ponce *et al.*, 2014; Ramírez *et al.*, 2017).

#### **2.4.2 Tiempo de contacto entre machos y hembras**

La exposición de hembras anéstricas a machos sexualmente activos, machos tratados con días largos artificiales (16 h de luz y 8 h de oscuridad por día) durante 2.5 meses y expuestas a hembras anéstricas por 16 h/día durante 15 días consecutivos indujeron alta respuesta sexual en dichas hembras (>90% de ovulaciones; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007). En el mismo sentido, en otros estudios se expusieron hembras anéstricas a machos foto-estimulados por 16, 12, 8, 4, h por día durante 15 días consecutivos, el porcentaje en las ovulaciones no difirieron significativamente (100%, 100%, 100%, 94.1%, respectivamente), así como la tasa ovulatoria fue  $1.9 \pm 0.18$ ,  $1.8 \pm 0.14$ ,  $1.5 \pm 0.1$  y  $1.6 \pm 0.13$ , respectivamente (Bedos *et al.*, 2010). Similarmente, en otro estudio se expusieron machos foto-estimulados por 24 h, 4 h, 2 h, 1 h, 30 min, y 15 min, durante 15 días consecutivos a cabras anéstricas. Los resultados indicaron que un alto porcentaje de hembras anéstricas

estacionalmente ovularon, esto es, 100%, 100%, 93%, 93%, 93% y 93%, respectivamente ( $P > 0.05$ ); mientras que en las cabras aisladas de machos no se detectó repuesta ovulatoria. Estos estudios sugieren que un contacto mínimo de 15 min por día con el macho foto-estimulado induce la actividad ovulatoria en las hembras anéstricas (Ramírez *et al.*, 2017).

### **2.4.3 Aislamiento social durante el desarrollo de machos**

El aislamiento social en la vida temprana de los animales induce alteración o disminución en el despliegue de su comportamiento sexual durante su vida adulta (Gerall, 1963). Este efecto se ha reportado en diversas especies, por ejemplo, en el mono Rhesus, macho y hembra, el aislamiento social temprano perturbó el comportamiento sexual en su etapa adulta (Harlow, 1965). El mismo efecto también se ha observado en los cuyos (*Cavia porcellus*, Gerall, 1963), así como en el perro doméstico (*Canis lupus familiaris*, Fox y Stelzner, 1967; Beach, 1968). Similarmente en los cerdos (*Sus scrofa domesticus*), que han sido mantenidos en aislamiento desde la edad temprana, disminuyen considerablemente su habilidad para consumir el apareamiento (Hughes y Cole, 1978).

En cabras (*Capra hircus*) un incremento en las vocalizaciones puede ser un indicador de aislamiento social (Boivin y Braadstad, 1996; Sievert *et al.*, 2011). De hecho, en cabras aisladas de su grupo social, las concentraciones de cortisol se incrementan, lo que refleja un aumento de estrés social (Kannan *et al.*, 2002). Los estudios antes mencionados sugieren que la mayoría de las especies domésticas son afectadas por el aislamiento social, más si este proceso inicia a edad temprana de su vida productiva.

#### **2.4.4 Experiencia sexual en los machos**

En algunas especies de mamíferos, los machos que se exponen por primera vez a las hembras generalmente muestran bajo comportamiento sexual (Katz *et al.*, 1988; Price *et al.*, 1998). Por ejemplo, cuando se crían carneros en un solo grupo unisexual (solo machos), estos animales cuando llegan a la edad adulta muestran bajo desempeño sexual al exponerlos a las ovejas por primera vez, además algunos de estos machos muestran baja tasa de eyaculación (Price *et al.*, 1994).

Estos estudios sugieren que los carneros sin experiencia sexual exhiben bajo comportamiento sexual durante su primera exposición a las ovejas. Por el contrario, en caprinos, los machos sin experiencia sexual foto-estimulados, además de haber sido criados en grupo unisexual son capaces de desplegar comportamiento sexual durante el primer contacto con las cabras anéstricas (Fernández *et al.*, 2018).

#### **2.5 Ciclo estral en la hembra caprina**

El ciclo estral se refiere a todos los cambios hormonales, anatómicos y de comportamientos que suceden entre el inicio y el final de un celo, y el inicio o final del otro. En la cabra, este ciclo estral es en promedio de 21 días (17-25 días). El estro, periodo en el cual la hembra acepta ser montada por un macho, tiene una duración en promedio 24 h (12-73 h), la ovulación ocurre de 30 a 36 horas después de iniciado el estro. Después de la ovulación, las células de la granulosa se luteinizan formando el cuerpo lúteo que secreta grandes cantidades de progesterona. Esta es la fase lútea. Alrededor de los días 16-17 del ciclo estral (día 0 = día del estro), las prostaglandinas uterinas provocan la destrucción del cuerpo lúteo, induciendo una reducción drástica en los niveles plasmáticos de progesterona

(Fatet *et al.*, 2011). Inmediatamente después se incrementa la secreción de LH y FSH, provocando la maduración y el crecimiento de los folículos; los cuales secretan grandes cantidades de estradiol, provocando el estro, y por retroacción positiva, el pico pre-ovulatorio de la LH y la ovulación. La mayor cantidad de LH plasmática se detecta de 10 a 15 h después de haber iniciado el estro, y la ovulación ocurre alrededor de 20 h después del pico preovulatorio de LH. De acuerdo con su duración, los ciclos estrales se clasifican como normales (17-25 días), cortos (<17 días) y largos (>25 días). Generalmente, los ciclos cortos ocurren al inicio de la estación sexual, de la pubertad y del reinicio de la actividad sexual postparto. En cambio, los ciclos largos se observan al final de la estación sexual. Entonces el inicio y el final de la estación sexual se caracterizan por la disociación entre el estro y la ovulación. Los estros sin ovulación ocurren generalmente al inicio de la estación sexual, de la pubertad, o después del periodo postparto. En cambio, las ovulaciones no acompañadas por estros son observadas normalmente al final de la estación de reproducción (Galina y Valencia, 2014).

## **2.6 Tratamientos fotoperiódicos**

En los machos locales de la Comarca Lagunera, en el Norte de México, alojados en instalaciones abiertas, una intensa actividad sexual puede inducirse al someterlos a 2.5 meses de días largos (16 h de luz/día) combinando la luz artificial y natural (alba: 6:00 h; crepúsculo: 22:00 h) a partir del 1 de noviembre. En los machos tratados de esta manera, los niveles plasmáticos de testosterona y la libido durante el periodo de reposo sexual, son superiores que en los machos no tratados. (Delgadillo *et al.*, 2002; Bedos *et al.*, 210; Fernandez *et al.*, 2108).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización del área estudio

El presente estudio se realizó en el ejido La Flor, municipio de Gómez Palacio, Dgo., el cual se encuentra ubicado en la latitud, 26°23' N, longitud, 104°47' W, y altitud de 1100 msnm.

En el presente estudio el manejo de machos y hembras fue de acuerdo a las especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio (SAGARPA, 2001).

Se utilizaron machos cabríos ( $n = 10$ ) locales de la Comarca Lagunera. Estos machos nacieron el 20 ( $\pm 0.5$  días;  $\pm$  EEM) de diciembre de 2015, y se destetaron a los 40 días de edad. Posteriormente, los machos fueron puestos en un corral (5 x 5 m) y se mantuvieron en total aislamiento de cualquier señal sensorial (visual, auditiva, táctil, olfativa) de las cabras. La alimentación proporcionada a los machos se basó en alfalfa henificada *ad libitum* (18% de proteína cruda y 1.95 Mcal/kg de energía) y concentrado comercial (14% de proteína cruda y 2.5 Mcal/kg de energía) de acuerdo a sus requisitos nutricionales, hasta que finalizó el estudio. El agua y los minerales fueron proporcionados a libre acceso.

#### 3.2 Tratamiento fotoperiódico

El 31 de octubre de 2016 cuando los machos contaban con 10 meses de edad, fueron separados en dos grupos de acuerdo a su peso corporal ( $24.5 \pm 1.7$  kg y  $25.1 \pm 1.6$  kg), y condición corporal ( $2.5 \pm 0.0$  y  $2.4 \pm 0.1$ ). El primer grupo fue conformado por cinco machos sin experiencia sexual y permanecieron en el mismo corral y el otro grupo de machos, cada macho fue alojado en corral individual (2 x 2 m). Los dos grupos de machos fueron separados por una distancia de 500 metros



para evitar comunicación entre los machos. Posteriormente, los machos fueron sometidos a un tratamiento fotoperiódico.

El tratamiento fotoperiódico inició el 1 de noviembre de 2016 y terminó el 15 de enero de 2017. Los corrales donde se alojaron los machos cabríos fueron equipados con lámparas fluorescentes de 75 watts cada una. Se comprobó que la intensidad luminosa en el corral fuera de al menos 300 lux a nivel de los ojos de los machos. Las lámparas fueron programadas para encenderse automáticamente de las 06:00 a las 09:00 h. Posteriormente, se volvían a encender de las 17:00 h a las 22:00 h, con ello se proporcionó 16 h luz y 8 h oscuridad. Así, los machos recibieron 2.5 meses de días largos artificiales, a partir del 16 de enero los machos solo recibieron fotoperiodo de la luz natural. El tratamiento fotoperiódico induce un incremento en la secreción de testosterona y el volumen testicular, además estimula el comportamiento sexual de los machos durante el reposo sexual (marzo-abril; Delgadillo *et al.*, 2002; Figura 5).



(a)

(b)

**Figura 5.** Machos sin experiencia sexual sometidos a tratamiento de días largos artificiales (16 h de luz/8 h de oscuridad) durante 2.5 meses, empezando el 1 de noviembre hasta el 15 de enero. Los machos recibieron fotoperiodo natural, en estas condiciones cinco machos sin experiencia sexual fueron alojados en grupo en un corral (a) y cinco machos sin experiencia sexual fueron alojados individualmente en corrales (b).

### 3.3 Hembras

Se utilizaron cabras multíparas ( $n = 100$ ) pertenecientes a un mismo hato. La edad de las cabras fue de 3 a 3.5 años. En marzo, 20 y 10 días antes de iniciar el experimento, todas las cabras fueron sometidas a un estudio de ultrasonografía transrectal para determinar si las cabras estaban ciclando, para ello se utilizó el dispositivo marca Aloka SSD-500, el cual estaba conectado a un transductor lineal de 7.5 MHz. Los resultados indicaron que las cabras se encontraban anovulatorias. La alimentación fue *ad libitum*, se basó en alfalfa henificada (18% de proteína cruda

y 1.95 Mcal/kg de energía) y 200 gr diarios de concentrado comercial (14% de proteína cruda y 2.5 Mcal/kg de energía) de acuerdo a sus requisitos nutricionales. El agua y las sales minerales fueron proporcionadas a libre acceso.

En marzo, tres días antes del inicio del experimento las cabras fueron divididas en dos grupos de 50 hembras cada uno, de acuerdo a su peso ( $33.3 \pm 0.7$  kg y  $34.2 \pm 0.9$  kg, respectivamente), y condición corporal ( $1.8 \pm 0.03$  y  $1.8 \pm 0.04$ , respectivamente). Cada grupo de cabras fue puesto en subgrupos (10 hembras/subgrupo) en corrales (4 x 5 m).

### **3.4 Efecto macho**

El efecto macho se llevó a cabo cuando los machos tenían 15 meses de edad. El día 30 de marzo a las 08:00 h, los machos alojados en grupo e individualmente fueron puestos simultáneamente con las cabras. Los machos tratados en grupo e individualmente fueron puestos con una distancia de 250 m para evitar contacto entre ellos. Se utilizó la proporción de 1 macho por cada 10 hembras. Los machos permanecieron con las cabras durante 15 días, y se intercambiaban entre cada sub-grupo de hembras a las 08:00 h y a las 18:00 cada día.

### **3.5 Variables determinadas**

En los machos se observó el comportamiento sexual de 08:00 a 09:00, los días 0,1 y 2 post-introducción de los machos con los grupos de las hembras. Las conductas sexuales registradas en los machos fueron: olfateos ano-genitales y aproximaciones laterales.

En las hembras se determinó el intervalo al primer estro medido en horas, así como, el porcentaje de hembras en estro durante los 15 días de contacto con el macho, la observación se llevó a cabo de las 08:00 a 09:00 h y de las 18:00 a las

19:00 h. Además, se determinó la tasa de preñez, por ultrasonido a los 40 días post-introducción de los machos con los grupos de hembras.

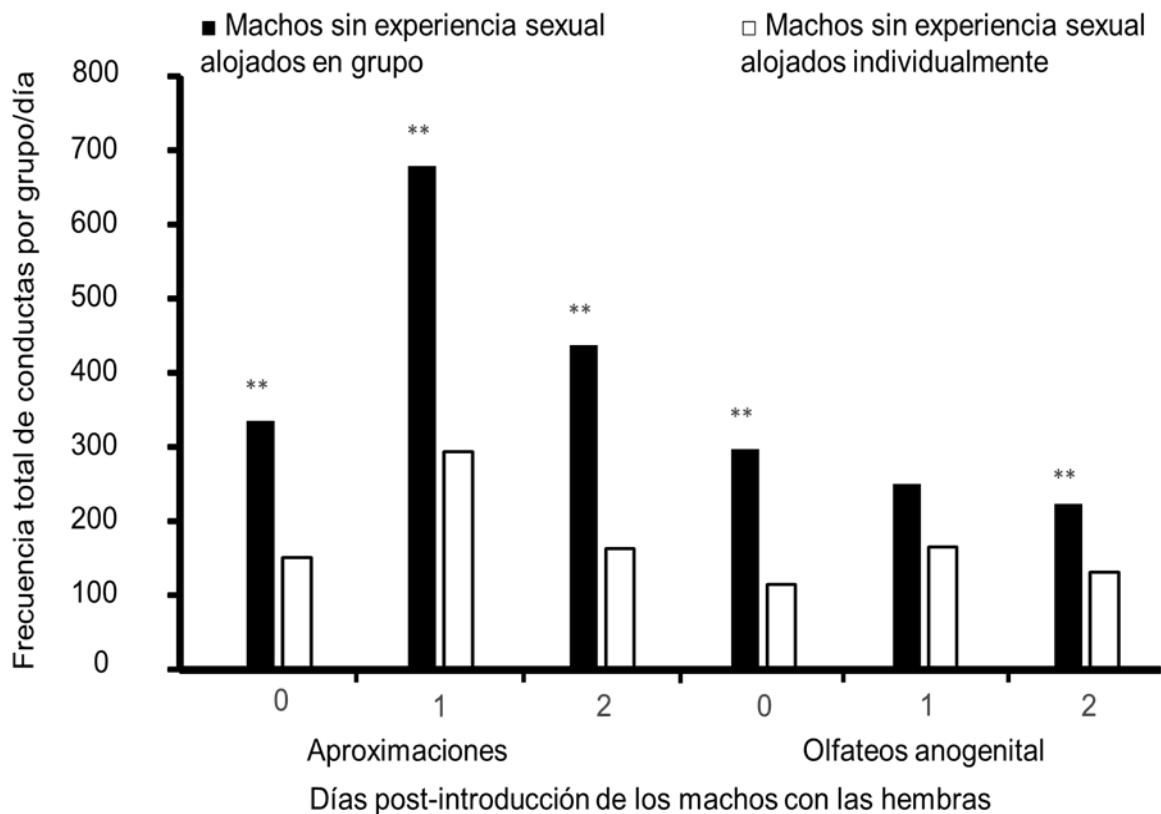
### **3.6 Análisis estadístico**

El comportamiento sexual de los machos fue comparado entre los dos grupos experimentales utilizando una prueba Chi cuadrada de bondad de ajuste con una hipótesis nula con igual repartición de frecuencias conductuales. El intervalo al primer estro fue analizado entre los grupos de hembras con un modelo lineal generalizado que incluyó el efecto fijo de grupo. La proporción de hembras en estro, así como, la proporción de hembras gestantes fue comparada entre los dos grupos con una prueba exacta de Fisher. Los datos se prestan como la media  $\pm$  EEM. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo en el paquete estadístico SYSTAT (2009).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Machos

En los días 0, 1 y 2, la frecuencia en las aproximaciones fue mayor en los machos alojados en grupo que en los alojados individualmente ( $P < 0.0001$ ). Asimismo, en los días 0 y 2 los olfateos ano-genital fue mayor en los machos alojados en un grupo ( $P < 0.0001$ ), aunque en el día 1 no difirió entre los dos grupos de machos ( $P > 0.05$ ; Figura 6).



**Figura 6.** Comportamiento sexual determinado por aproximaciones y olfateos ano-genital desplegado por machos sin experiencia sexual alojados individualmente (□) y en machos sin experiencia sexual alojados en grupo (■). El comportamiento sexual fue observado de 08:00 a 09:00 h, los días 0, 1 y 2 post introducción de los machos con los grupos de hembras. Los machos fueron sometidos a un tratamiento de días

largos artificiales (16 h luz y 8 h de oscuridad/día) del 1 de noviembre al 16 de enero, posteriormente los machos recibieron el fotoperiodo natural, ( $P < 0.0001$ ).

#### **4.2 Hembras**

El intervalo al primer estro difirió significativamente entre las hembras, en las hembras expuestas a machos alojados individualmente en corrales fue mayor ( $70 \pm 9.5$  h) que en las hembras expuestas a los machos alojados en grupo ( $46 \pm 5.0$  h;  $P < 0.001$ ). La proporción de hembras que exhibieron comportamiento estral durante los 15 días de exposición a los machos no difirió entre las hembras expuestas a machos alojados individual y grupalmente (92% y 96%, respectivamente;  $P > 0.05$ ). Asimismo, la tasa de preñez no difirió entre los mismos grupos de hembras (60% y 62%, respectivamente;  $P > 0.05$ ).

## 5. DISCUSIÓN

El objetivo de la presente tesis fue determinar si los machos cabríos sin experiencia sexual foto-estimulados individualmente muestran conductas sexuales como aproximaciones laterales y olfateos ano-genital con menor intensidad que los machos y, si la condición de foto-estimulación disminuye la respuesta sexual y reproductiva en cabras en anestro estacional. Los resultados del presente trabajo de investigación indican que efectivamente los machos sin experiencia sexual foto-estimulados alojados en condiciones de restricción social, esto es, en corral individual con señales sensoriales visuales, táctiles, olfativas y auditivas restringidas de sus compañeros desplegaron menor intensidad en la frecuencia de las aproximaciones laterales y los olfateos ano-genital. Sin embargo, los machos sin experiencia sexual alojados individualmente estimularon la respuesta sexual en cabras en anestro estacional de manera similar a los machos sin experiencia sexual alojados en grupo social. En relación al comportamiento sexual de los machos cabríos foto-estimulados, los presentes resultados muestran concordancia con los hallazgos reportados por, Lacuesta *et al.* (2018), ya que en dicho estudio los machos cabríos alojados sin contacto socio-sexual de hembras mostraron el mismo patrón de conductas sexuales disminuido. El mismo efecto se observó en cabras enanas que fueron aisladas completamente de sus compañeras comparadas con aquellas que fueron alojadas en condiciones de restricción social, los resultados indicaron que las cabras aisladas totalmente mostraron más baja actividad motriz (Siebert *et al.*, 2011). En los cerdos, los verracos alojados en condiciones de restricción social mostraron menos conductas sexuales de cortejo comparados con los verracos que fueron alojados en grupo, esto es, en grupo de únicamente verracos (unisexual) y

en verracos en contacto con cerdas primerizas, esto es, en grupo heterosexual (Hemsworth *et al.*, 1977).

En el presente estudio el efecto macho se llevó a cabo a inicio de la primavera (marzo-abril), y la respuesta sexual y reproductiva observada en las cabras que mantuvieron contacto socio-sexual total durante los 15 días con los machos sin experiencia sexual alojados individual o grupalmente fue similar, esto significa que los dos grupos de hembras mostraron la misma respuesta sexual, la cual fue determinada por el porcentaje de estros en las hembras. También la respuesta reproductiva determinada por la tasa de preñez fue similar entre los dos grupos de hembras. Estos resultados sugieren que las condiciones de alojamiento durante la foto-estimulación en la que se encontraban los machos no afectó sus mecanismos endocrinos y fisiológicos, estos machos fueron sometidos previamente a un tratamiento de días largos artificiales, y como ya ha sido descrito previamente los machos incrementan el comportamiento sexual durante el reposo sexual en (marzo-abril), así como, la testosterona y el volumen testicular (Delgadillo *et al.*, 2002). Sin embargo, las condiciones de alojamiento en la que se encontraban los machos si afectó el comportamiento sexual durante los primeros días de contacto social con las hembras, ya que, durante los tres días de pruebas de comportamiento dichas conductas fueron desplegadas con menor intensidad en el grupo foto-estimulados individualmente. Este resultado concuerda con el intervalo al primer estro registrado en las hembras. Las cabras expuestas a los machos foto-estimulados individualmente registraron mayor intervalo (medido en horas) al primer estro. Estos resultados muestran que el nivel del comportamiento sexual desplegado por el macho es un factor esencial en la respuesta de las hembras (Delgadillo *et al.*, 2002;



Muñoz *et al.*, 2016). La tasa de gestación registrada en las hembras expuestas a machos sin experiencia sexual foto-estimulados individualmente o en grupo no difirió significativamente, lo que indica que los machos foto-estimulados individual o grupalmente estimularon de manera similar a las hembras. Finalmente, la respuesta sexual y reproductiva registrada en las hembras del presente estudio es similar a la observada en cabras anéstricas expuestas a machos maduros con experiencia sexual alojados en grupo social (Bedos *et al.*, 2010; Loya-Carrera *et al.*, 2014; Muñoz *et al.*, 2016).

## **6. CONCLUSIONES**

Los machos sin experiencia sexual foto-estimulados individualmente, en condiciones de restricción social fueron menores las aproximaciones laterales y olfateos ano-genitales; sin embargo, fueron capaces de inducir la respuesta sexual y reproductiva en cabras en anestro estacional.

## 7. LITERATURA CITADA

- Beach, F.A. 1968. Coital behavior in dogs III. Effects of early isolation on mating in males. *Behaviour*. 30:218-237.
- Bedos, M., Duarte, G., Flores, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Hernandez, H., Vielma, J., Fernández, I.G., Chemineau, P., Keller, M., Delgadillo, J.A. 2014. Two or 24 h of daily contact with sexually active males results in different profiles of LH secretion that both lead to ovulation in anestrus goats. *Domestic Animal Endocrinology*. 48:93-99.
- Bedos, M., Flores, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Keller, M., Malpoux, B., Poindron, P., Delgadillo, J.A. 2010. Four hours of daily contact with sexually active males is sufficient to induce fertile ovulation in anestrus goats. *Hormones and Behavior* 58:473-477.
- Bedos, M., Muñoz, A.L., Orihuela, A., Delgadillo, J.A. 2016. The sexual behavior of male goats exposed to long days is as intense as during their breeding season. *Applied Animal Behaviour Science*. 184:35-40.
- Bedos, M., Velázquez, H., Fitz-Rodríguez, G., Flores, J.A., Hernández, H., Duarte, G., Vielma, J., Fernández, I.G., Retana-Martínez, M.S., Muñoz-Gutiérrez, M., Keller, M., Delgadillo, J.A. 2012. Sexually active bucks are able to stimulate three successive groups of females per day with a 4- hour period contact. *Physiology & Behavior*. 206:259-263.
- Boivin, X., Braastad, B.O. 1996. Effects of handling during temporary isolation after early weaning of goat kids 'later response to humans. *Applied Animal Behaviour Science*. 48:61-71.

- Bronson, F.H. 1985. Mammalian Reproduction. An ecological perspective. *Biology of Reproduction*. 32:1-26.
- 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. *Reproduction Fertility and Development*. 471-478.
- Delgadillo, J. A., Flores, J. A., Hernández, H., Poindron, P., Keller, M., Fitz-Rodríguez, G., Duarte, G., Vielma, J., Fernández, I.G., Chemineau, P. 2015. Sexually active males prevent the display of seasonal anestrus in female goats. *Hormones and Behavior*. 69:8-15.
- Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpaux, B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology*. 52:727-737.
- Delgadillo, J.A., Carrillo, E., Duarte, G., Chemineau, P., Malpaux, B. 2001. Induction of sexual activity of male creole goats in subtropical northern México using long days and melatonin. *Journal of Animal Science*. 79:2245-2252.
- Delgadillo, J.A., Chemineau, P. 1992. Abolition of the seasonal release of luteinizing hormone and testosterone in Alpine male goats (*Capra hircus*) by short photoperiodic cycles. *Journal of Reproduction and Fertility*. 94:45-55.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Malpaux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. *Veterinaria México*. 34:69-79.

- 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 artificial long days. *Journal of Animal Science*. 80:2780-2786.
- Delgadillo, J.A., Gelez, H., Ungerfeld, R., Hawken, P.A., R., Martin, G.B. 2009. The “male effect” in sheep and goats: revisiting the dogmas. *Behavioural Brain Research*. 200:304–314.
- 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. *Domestic Animal Endocrinology*. 35:362–370.
- Duarte, G., Nava-Hernández, M.P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2010. Ovulatory activity of female goats adapted to the subtropics is responsive to photoperiod. *Animal Reproduction Science*. 120:65-70.
- Fabre-Nys, C. 2000. Le comportement sexuel des caprins: contrôle hormonal et facteurs sociaux. *INRA Productions Animales*. 13:11-13.
- Fatet, A., Pellicer-Rubio, M.T., Leboeuf, B. 2011. Reproductive cycle of goats. *Animal Reproduction Science*. 124:211-219.
- Fernández, I.G., Flores, M.E., Flores, J.A., Horacio, H., Vielma, J., Fitz-Rodríguez, G., Duarte, G. 2018. Absence of previous sexual experience did not modify the response of anoestrous goats to photo-stimulated bucks in spring. *Italian Journal of Animal Science*. 17:306-311.
- Fernández, I.G., Luna-Orozco, J.R., Vielma, J., Duarte, G., Hernández, H., Flores, J.A., Gelez, H., Delgadillo, J.A. 2011. Lack of sexual experience does not

reduce the responses of LH, estrus or fertility in anestrus goats exposed to sexually active males. *Hormones and Behavior*. 60:484-488.

Fitz-Rodríguez, G., De Santiago-Miramontes, M.A., Scaramuzzi, R.J., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2009. Nutritional supplementation improves ovulation and pregnancy rates in female goats managed under natural grazing conditions and exposed to the male effect. *Animal Reproduction Science*. 116:85-94.

Fox, M.W., Stelzner, D. 1967. The effects of early experience on the development of inter and intraspecies social relationships in the dog. *Animal Behaviour*. 15:377-386.

Galina, C., Valencia, J. 2014. Reproducción de Animales Domésticos. Reproducción Animal. 3a Edición. México. Limusa. pp. 525-541.

Gelez, H., Archer, E., Chesneau, D., Lindsay, D.R., Fabre-Nys, C. 2004. Role of experience in the neuroendocrine control of ewes' sexual behavior. *Hormones and Behavior*. 45:190-200.

Gerall, A.A. 1963. An exploratory study of the effect of social isolation variables on the sexual behaviour of male guinea pigs. *Animal Behaviour*. 274-282.

Harlow, H.F. 1965. Total social isolation. Effects on macaque monkey behaviour. *Science*. 148:666-666.

Hensworth, P.H., Beilharz, R.G., Galloway, D.B. 1977. Influence of social conditions during rearing on the sexual behaviour on the domestic boar. *Animal Production*. 24: 245-251.

Hughes, P.E., Cole, D.J.A. 1978. Reproduction in the gilt 3. The effect of exogenous oestrogen on the attainment of puberty and subsequent reproductive performance. *Animal Production*. 27:11-20.

- Kannan, G., Terril, T.H., Kouakou, B., Gelaye, S., Amoah, E.A. 2002. Simulated preslaughter holding and isolation effects of stress responses and live weight shrinkage in meat goats 1. *Journal of Animal Science*. 80:1771-1780.
- Katz, L.S., Price, E.O., Wallach, S.J.P., Zenchak, J.J. 1988. Sexual performance of rams reared with or without females after weaning. *Journal of Animal Science*. 66:1166.
- Lacuesta, L., Giribobi, J., Orihuela, A., Ungerfeld, R. 2018. Rearing bucks isolated from females affects negatively their sexual behavior when adults. *Animal Reproduction*. 114-117.
- Loya-Carrera, J. A., Ramírez, S., Terrazas, A., Hernández, H., Vielma, J., Duarte, G., Fernández, I. G. 2017. Sexually inexperienced anestrous goats are able to exhibit sexual behaviors exposed to sexually active bucks. *Journal of Animal Behavior Biometeorology*. 5:64-71.
- Loya-Carrera, J., Bedos, M., Ponce-Covarrubias, J.L., Hernández, H., Chemineau, P., Keller, M., Delgadillo, J.A. 2014. Switching photo-stimulated males between groups of goats does not improve the reproductive response during the male effect. *Animal Reproduction Science*. 146:21–26.
- 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. *Animal Reproduction Science*. 106:352-360.
- Malpaux, B., Chemineau, P., Moenter, S.M., Wayne, N.L., Woodfill, C.J.I., Karsch, F. 1987. Reproductive refractoriness of the ewe to inductive photoperiod is not caused by inappropriate secretion of melatonin. *Biology of Reproduction*. 36:1333-1341.

- Malpaux, B., Thiéry, J.C., Chemineau, P. 1999. Melatonin and the seasonal control of reproduction. *Reproduction Nutrition Development EDP Sciences*. 39:355-366.
- Malpaux, B., Vigué, C., Skinner, D., Thiéry, J.C., Chemineau, P. 1997. Control of the circannual rhythm of reproduction by melatonin in the ewe. *Brain Research Bulletin*. 44:431-438.
- Malpaux, B., Vigué, C., Skinner, D.C., Thiéry, J.C., Pelletier, J., and Chemineau, P. 1996. Seasonal breeding in sheep mechanism of action of melatonin. *Animal Reproduction Science*. 42:109-117.
- Malpaux, B., Wayne, N.L., Karsch, F.J. 1998. Termination of the breeding season in the Suffolk ewe: involvement of an endogenous rhythm of reproduction. *Biology of Reproduction*. 39:254-263.
- Martin, G.B., Tjondronegoro, S., Boukhliq, R., Blackberry, M.A., Brigel, J.R., Blanche, D., Fisher, J.A., Adams, N.R. 1999. Determinants of the annual pattern of reproduction in mature male Merino and Suffolk sheep: modification of endogenous rhythms by photoperiod. *Reproduction Fertility, and Development*. 11:355-366.
- Martínez-Alfaro, J.C., Hernández, H., Flores, J.A., Duarte, G., Fitz-Rodríguez, G., Fernández, I.G., Bedos, M., Chemineau, P., Keller, M., Delgadillo, J.A., Vielma, J. 2014. Importance of intense male sexual behavior for inducing the preovulatory LH surge and ovulation in seasonally anovulatory female goats. *Theriogenology*. 82:1028-1035.
- Muñoz, A.L., Bedos, M., Aroña, R.M., Flores, J.A., Hernández, H., Moussub, C., Briefer, E.F., Chemineau, P., Keller, M., Delgadillo, J.A. 2016. Efficiency of the



- male effect with photostimulated bucks does not depend on their familiarity with goats. *Physiology Behavior*. 158:137-142.
- Perkins, A., Fitzgerald, J.A. 1994. The behavioral component of the ram effect: the influence of ram sexual behavior on the induction of estrus in anovulatory ewes. *Journal Animal Science*. 72:51-55.
- 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. *Domestic Animal Endocrinology*. 48:119–125.
- Price, E.O., Borgwardt, R., Blackshaw, J.K., Blackshaw, A., Dally, M.R., Erhard, H. 1994. Effect of early experience on the sexual performance of yearling rams. *Applied Animal Behaviour Science*. 42:41–48.
- Price, E.O., Borgwardt, R., Orihuela, A. 1998. Early sexual experience fails to enhance sexual performance in male goats. *Journal of Animal Science*. 76:718-720.
- Ramirez, S., Bedos, M., Chasles, M., Hernandez, H., Flores, J.A., Vielma, J., Duarte, G., Renata-Marquez, M.S., Keller, M., Chemineau, P., Delgadillo, J.A. 2017. Fifteen minutes of daily contact with sexually active male induces ovulation but delays its timing in seasonally anestrous goats. *Theriogenology*. 87:148-153.
- Restall, B.J. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Animal Reproduction Science*. 27:305-318.

- Rivas-Muñoz, R., Fitz-Rodríguez, G., Poindron, P., Malpaux, B., Delgadillo, JA. 2007. Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous or discontinuous exposure to males. *Journal of Animal Science*. 85:1257-1263.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca, y Alimentación (SAGARPA). 2001. Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. *Diario Oficial de la Federación*. 22 de Agosto de 2001.
- Shelton, M. 1960. Influence of the presence of a male goat on the initiation of estrous cycling and ovulation of Angora does. *Journal of Animal Science*. 19:368-375.
- SIAP. 2017. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/412565/Caprino\\_\\_2017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/412565/Caprino__2017.pdf)  
Fecha de consulta: 06 de Septiembre de 2019.
- Siebert, K., Langbein, J., Schon, P.C., Tuchscherer, A., Puppe, B. 2011. Degree of social isolation affects behavioural and vocal response patterns in dwarf goats. *Applied Animal Behaviour Science*. 131:53-62.
- SYSTAT 13, 2009. Cranes Software International Ltd, San José, CA, USA.
- Walkden-Brown, S.W., Martin, G.B., Restall, B.J. 1999. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *Journal Reproduction Fertility Supplement*. 54:243-257.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J. 1993. The male effect in the Australian Cashmere goat. 3. Enhancement with buck nutrition and use of oestrous females. 32:69-84.

Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Scaramuzzi, R.J., Martin, G.B., Blackberry, M.A. 1997. Seasonality in male Australian cashmere goats: Long term effects of castration and testosterone or oestradiol treatment on changes in LH, FSH and prolactin concentrations, and body growth. *Small Ruminant Research*. 26:239-252.

Zarazaga, L.A., Guzman, J.L., Domínguez, C., Pérez, M.C., Prieto, R. 2009. Effects of season and feeding level on reproductive active and semen quality in Payoya buck goats. *Theriogenology*. 71:1316-1325.