

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**Los machos cabríos sin experiencia sexual foto-estimulados inducen la actividad ovulatoria en las hembras nulíparas o múltiparas mediante el efecto macho**

**POR  
ENRIQUE VÁZQUEZ AMADOR**

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

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA**

**SEPTIEMBRE DE 2015**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Los machos cabríos sin experiencia sexual foto-estimulados inducen la actividad ovulatoria en las hembras nulíparas o multiparas mediante el efecto macho

POR  
ENRIQUE VÁZQUEZ AMADOR

TESIS

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

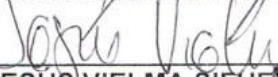
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

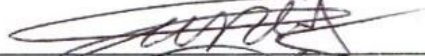
PRESIDENTE:

  
DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA

VOCAL:

  
DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES

VOCAL:

  
DR. GERARDO DUARTE MORENO

VOCAL SUPLENTE:

  
DR. GONZALO FITZ RODRÍGUEZ



  
MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ, Coordinación de la División  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL, Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

SEPTIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Los machos cabríos sin experiencia sexual foto-estimulados inducen la actividad ovulatoria en las hembras nulíparas o múltiparas mediante el efecto macho

POR  
ENRIQUE VÁZQUEZ AMADOR

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

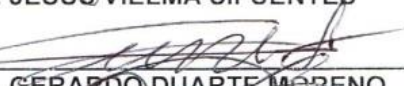
ASESOR PRINCIPAL:

  
DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA

ASESOR:

  
DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES

ASESOR:

  
DR. GERARDO DUARTE MORENO

ASESOR:

  
DR. GONZALO FITZ RODRÍGUEZ



  
MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

SEPTIEMBRE DE 2015

## *DEDICATORIA*

### *Antes que nada a Dios*

*Por hacer de mí una persona profesionista, por permitirme nacer en la mejor familia que me pudo dar y por permitirme culminar con éxito mi carrera profesional.*

### *A mis padres María Blanca Amador Méndez y Wenceslao Vázquez*

#### *Otero*

*Por darme la vida, por ser unos padres excepcionales y un ejemplo de vida. Por apoyarme incondicionalmente en cada una de mis decisiones, por todos los consejos recibidos a diario. Por el amor, cariño, esfuerzo, paciencia y todas aquellas enseñanzas que me dieron, por los valores que me permitieron formarme como una persona íntegra. Por enseñarme a ser perseverante y continuar luchando hasta alcanzar mis metas y sueños. Y sobre todo por siempre haber creído en mí. Por ser los mejores padres, Los amo.*

### *A mis hermanos*

*Gracias por compartir sus vidas, pero sobre todo, gracias por estar cuando los he necesitado y por su apoyo incondicional.*

### *A toda mi familia*

*A mis tíos, primos y sobrinos que ha estado conmigo brindándome su apoyo a lo largo de mi carrera.*

*A mí novia Maribel*

*Por soportar; entender; ser paciente y apoyar mis decisiones a pesar de ser complicadas o difíciles para ti, porque a pesar de la distancia que nos separa siempre estas presente dándome apoyo y recordarme que siempre hay alguien con quien puedo compartir muchas cosas hermosas de esta vida, pero sobre todo por ese amor incondicional que a diario me has demostrado. TE AMO.*

***¡A TODOS GRACIAS, MUCHAS GRACIAS POR TODO!***

## *AGRADECIMIENTOS*

*A mis padres María Blanca Amador Méndez y Wenceslao Vázquez Otero Por darme la vida, por estar siempre pendientes de mí, por apoyar mis decisiones y sobre todo gracias por ser mis padres.*

*A los Profesores Carlos Mauricio Frías Rodríguez y Ma. Carmen Vargas Quevedo por todo su apoyo y consejos brindados, que aunque no lleven mi sangre los considero como de mi familia, gracias por todo.*

*A mi Alma Terra Mater (UAAAN-UL) por darme el espacio para lograr mi objetivo, Gracias por darme la oportunidad de crecer y formarme como un profesionalista.*

*A mis asesores, en especial a la Dra. Ilda Graciela Fernández García por su gran apoyo y asesoramiento en la realización de esta tesis, por compartir su enorme experiencia de conocimientos adquiridos durante toda su vida profesional, por haberme brindado todas la facilidades para llevar a cabo el mismo, y sobre todo, por haberme brindado su amistad; haciendo más ameno la realización de este trabajo y mi estancia en esta universidad.*

*Al Dr. Jesús Vielma Sifuentes, Dr. Gerardo Duarte Moreno y Dr. Gonzalo Fitz-Rodríguez, por la asesoría brindada en la realización de esta tesis.*

*A mis amigos y a mis compañeros de universidad, gracias por brindarme su apoyo incondicional y por todas las experiencias vividas que me permitieron compartir a su lado durante estos 5 años.*

*A la MC. Jessica Anabel Loya Carrera por ayudarme en la elaboración de este trabajo.*

*A todos muchas gracias*

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS .....	III
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VI
RESUMEN .....	VII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO .....	3
HIPÓTESIS.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1 Fotoperiodo.....	4
2.2 Estacionalidad reproductiva en los caprinos en las zonas subtropicales.....	5
2.2.1 Machos .....	5
2.2.2 Hembras .....	7
2.3 Relaciones socio-sexuales.....	8
2.4 Factores que modifican la respuesta sexual de las hembras caprinas .....	9
2.4.1 Experiencia sexual de las hembras caprinas.....	9
2.5 Factores que modifican la respuesta sexual de los machos .....	11
2.5.1 Comportamiento sexual de los machos .....	11
2.5.2 Intensidad del comportamiento sexual del macho .....	13
2.5.3 Experiencia sexual de los machos.....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
3.1 Localización del área de estudio.....	15
3.2 Machos .....	15
3.3 Tratamiento fotoperiódico .....	15
3.3.1 Hembras .....	16
3.3.2 Efecto macho.....	17
3.4 Variables evaluadas.....	17
3.4.1 Machos .....	17
3.4.2 Hembras .....	17

3.5 Análisis estadístico .....	18
IV. RESULTADOS .....	19
4.1 Comportamiento sexual de los machos sin experiencia sexual .....	19
4.2 Respuesta de las hembras al efecto macho .....	20
4.2.1 Porcentaje de cabras que ovularon .....	20
4.4.2 Tasa ovulatoria .....	20
V. DISCUSIÓN.....	21
VI. CONCLUSIÓN .....	24
VII. LITERATURA CITADA.....	25



## ÍNDICE DE FIGURAS

### Página

- Figura 1.** 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 (Modificada de Delgadillo *et al.*, 1999). 6
- Figura 2.** Variaciones estacionales de la actividad ovulatoria de las cabras locales del norte de México (26° N) mantenidas en estabulación, alimentadas adecuadamente y sometidas a las variaciones naturales del fotoperíodo (Modificada de Duarte *et al.*, 2008). 8
- Figura 3.** Variaciones de las concentraciones plasmáticas de testosterona (promedio  $\pm$  EEM) en 2 grupos de machos locales del subtrópico mexicano (26°N) sometidos a las variaciones naturales del fotoperíodo (testigo  $\circ$ ), o a 2.5 meses de días largos artificiales (16 h de luz) a partir del 1 de noviembre (DL,  $\blacksquare$ ). Las muestras sanguíneas fueron obtenidas una vez a la semana (Delgadillo *et al.*, 2002). 12
- Figura 4.** Frecuencia total en el comportamiento sexual de los machos expuestos a las hembras nulíparas ( $\blacksquare$ ) y multíparas ( $\square$ ) \*\*\*(P=0.001). 19

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar el comportamiento sexual de los machos sin experiencia sexual foto-estimulados y, si estos machos podrían inducir la actividad ovárica en cabras anéstricas nulíparas y multíparas mediante el efecto macho. Se utilizaron 4 machos cabríos, los machos se destetaron a los 40 días. Posteriormente, los machos fueron puestos en un corral y se criaron en total aislamiento de cualquier señal sensorial de las hembras. A los 10 meses de edad los machos fueron sometidos a un tratamiento fotoperiódico de 2.5 meses de días largos (16 horas luz/día), el cual inició el 1 de noviembre y finalizó el 15 de enero. El experimento fue con formado por dos grupos de hembras caprinas, uno de nulíparas (n = 20) y el otro de multíparas (n = 20). La proporción fue de 1 macho x 10 hembras. En los machos, el comportamiento sexual se determinó durante 1 hora, los días 0, 1 y 2 post-introducción de los machos con las hembras. Las conductas registradas en los machos fueron: olfateos anogenitales, aproximaciones laterales, intentos de monta, automarcajes, flehmen, montas con y sin penetración. En las hembras, se determinó la respuesta ovulatoria y la tasa ovulatoria mediante ultrasonido transrectal. No se detectó diferencia en las aproximaciones laterales, intentos de monta, automarcaje, flehmen, montas con y sin penetración en los machos expuestos a los dos grupos de hembras. Sin embargo, los machos sin experiencia sexual expuestos a las cabras nulíparas expresaron más olfateos anogenitales ( $P=0.001$ ). En las hembras, no difirió el porcentaje de cabras multíparas y nulíparas que ovularon cuando fueron expuestas a los machos sin experiencia sexual (95%, 19/20 y 100%, 20/20, respectivamente;  $P=1.0$ ). La tasa ovulatoria registrada no difirió entre las cabras nulíparas y multíparas

( $1.4 \pm 0.08$  y  $1.5 \pm 0.08$ , respectivamente;  $P=0.154$ ). Se concluye que los machos cabríos sin experiencia sexual foto-estimulados inducen la actividad ovulatoria de manera similar en las cabras nulíparas y múltiparas durante el efecto macho.

**Palabras Clave:** Experiencia sexual, paridad, efecto macho, anestro estacional, relaciones socio-sexuales.

## I. INTRODUCCIÓN

En el norte de México se encuentra una de las regiones más importantes en producción caprina del país. A esta región se le conoce como la Comarca Lagunera. Esta comarca cuenta con 412 036 cabezas de ganado caprino lo cual representa el 5% de la población caprina a nivel nacional, a este nivel se tiene un inventario de 8 664 613 cabezas de ganado caprino (SIAP, 2014a). Los estados de Coahuila, Zacatecas, Puebla, Oaxaca y Guerrero, son los mayores productores de carne de caprinos y aportan con el 50% de la producción a nivel nacional. Los estados con mayor producción de leche caprina son Coahuila, Guanajuato y Durango, aportan el 73% de la producción de leche en el país (SIAP, 2014b).

Los caprinos que nacen o que son introducidos a las regiones subtropicales presentan una estacionalidad reproductiva. Dicha especie de esta región presenta estacionalidad reproductiva lo cual impide su reproducción en algunos meses del año. Esto tiene como consecuencia la ausencia de productos y subproductos en algunas épocas del año. Por ello, en las últimas décadas se han buscado alternativas que permitan que los animales produzcan leche y carne fuera de la estación natural de reproducción (Delgadillo *et al.*, 2011).

En caprinos y ovinos, durante el anestro estacional la exposición de machos a las hembras induce el incremento en el número de pulsos de LH (respuesta de plazo corto), seguido por la conducta estral y ovulación (respuesta de plazo largo; Gelez *et al.*, 2004; Fernández *et al.*, 2011). A este fenómeno de bioestimulación sexual se conoce como efecto macho. Así, el efecto macho se utiliza para inducir y sincronizar la

actividad sexual de las hembras anéstricas (Walkden-Brown *et al.*, 1999; Delgadillo *et al.*, 2009).

Sin embargo, la respuesta sexual de las hembras anéstricas expuestas a machos mediante el efecto macho puede ser influenciada por algunos factores, entre ellos se menciona la intensidad del comportamiento sexual del macho, la duración del contacto entre machos y hembras, la paridad de las hembras, la experiencia sexual de las hembras y de los machos (Flores *et al.*, 2000; Valera, 2007; Bedos *et al.*, 2010; Fernández *et al.*, 2011).

En relación a la experiencia sexual de los machos, estudios previos indican que los machos cabríos con experiencia y sin experiencia sexual foto-estimulados son igual de eficientes para inducir la respuesta sexual en las hembras anéstricas multíparas (Valera, 2007; Flores Medina, 2011). Respecto a la paridad de las hembras, está reportado que las hembras multíparas y nulíparas exhiben respuesta estral y ovulatoria similar (100% 100% y 100% 95%, respectivamente) cuando son expuestas a machos con experiencia sexual, foto-estimulados (Luna-Orozco *et al.*, 2008).

Con base en los argumentos expuestos anteriormente, el presente estudio fue diseñado para determinar si los machos foto-estimulados sin experiencia sexual son capaces de inducir la respuesta sexual de las hembras nulíparas y multíparas mediante el efecto macho.

## **OBJETIVO**

Determinar el comportamiento sexual de los machos cabríos sin experiencia sexual foto-estimulados y, si estos machos son capaces de inducir la actividad ovárica en cabras anéstricas nulíparas y multíparas durante el efecto macho.

## **HIPÓTESIS**

Los machos cabríos sin experiencia sexual foto-estimulados son capaces de inducir la actividad ovulatoria de las hembras anéstricas nulíparas y multíparas durante el efecto macho.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Fotoperiodo

En los caprinos y ovinos originarios de latitudes templadas y/o adaptados a regiones subtropicales, el fotoperiodo es el principal factor medio ambiental que modula la estacionalidad de la actividad sexual (Malpaux *et al.*, 1996; Martin *et al.*, 1999; Delgadillo *et al.*, 2004; Duarte *et al.*, 2010). En machos ovinos y caprinos mantenidos bajo las variaciones naturales del fotoperiodo en regiones subtropicales, la actividad sexual inicia durante los días más largos del año y termina en los días más cortos del año (Walkden-Brown *et al.*, 1994; Delgadillo *et al.*, 1999, 2002; Duarte *et al.*, 2008). Los días largos sincronizan el inicio de la estación, mientras que los días cortos inician la actividad sexual (Malpaux *et al.*, 1989).

La glándula pineal traduce la información fotoperiódica mediante la secreción de melatonina (Karsch *et al.*, 1984). La melatonina, es sintetizada y secretada mediante la información luminosa que es percibida inicialmente por la retina y se trasmite por vía nerviosa (Malpaux *et al.*, 1987; Delgadillo y Chemineau, 1992; Delgadillo *et al.*, 2001). La secreción de esta hormona es de carácter endógeno, por lo tanto, la duración de la secreción de la melatonina depende de la duración del periodo de obscuridad (Malpaux *et al.*, 1987; Delgadillo y Chemineau, 1992; Delgadillo *et al.*, 2001). La secreción de la melatonina en los días cortos actúa estimulando la secreción de las gonadotropinas: LH (hormona luteinizante) y FSH (hormona folículo estimulante; Malpaux *et al.*, 1999).

## **2.2 Estacionalidad reproductiva en los caprinos en las zonas subtropicales**

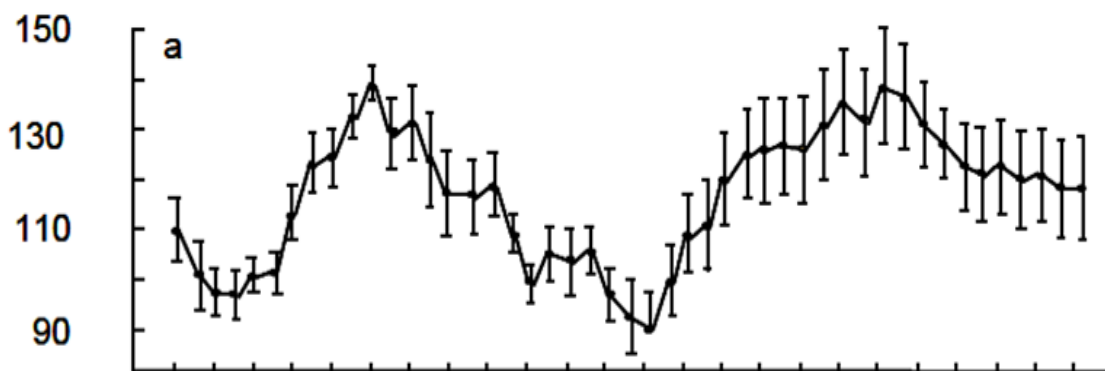
### **2.2.1 Machos**

En las regiones subtropicales de los hemisferios norte o sur, la mayoría de las razas caprinas muestran estacionalidad sexual. Por ejemplo, en los machos cashmere de Australia (29°S), la estación sexual inicia a finales de la primavera y termina a finales del otoño (Walkden-Brown *et al.*, 1997). En el subtrópico mexicano (26°N) la estación sexual de los machos inicia a finales de primavera y termina en invierno, presentando un periodo de reposo sexual que inicia a principios de invierno y termina a finales de primavera (Delgadillo *et al.*, 1999, 2002).

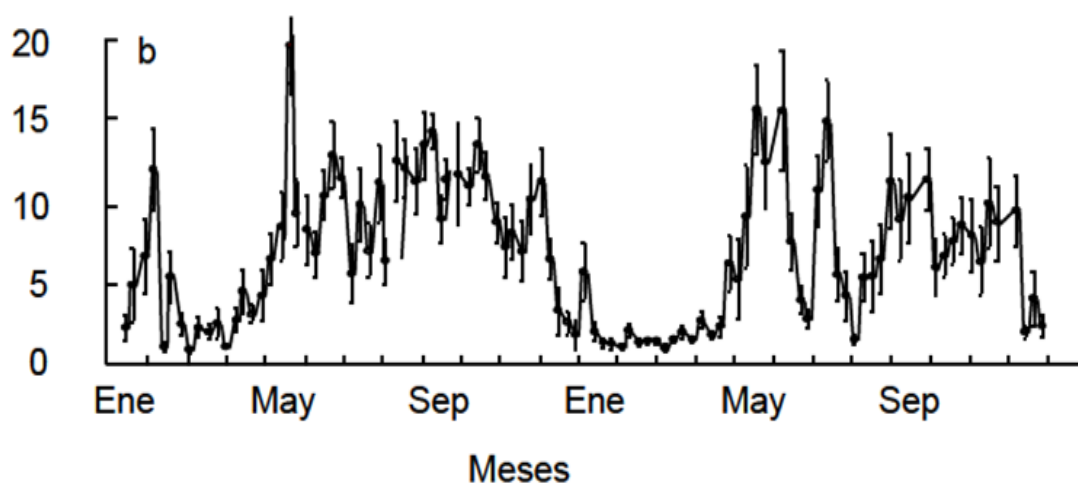
En los machos durante la estación sexual, la talla testicular, las concentraciones plasmáticas de testosterona, el peso testicular, el olor, el comportamiento sexual y la producción espermática cuantitativa y cualitativa se incrementan. En cambio, durante la estación de reposo sexual (invierno y primavera), los valores de las variables antes mencionadas disminuyen considerablemente (Walkden-Brown *et al.*, 1997; Delgadillo *et al.*, 1999; Figura 1).



Peso testicular (g)



Testosterona (ng/ml)



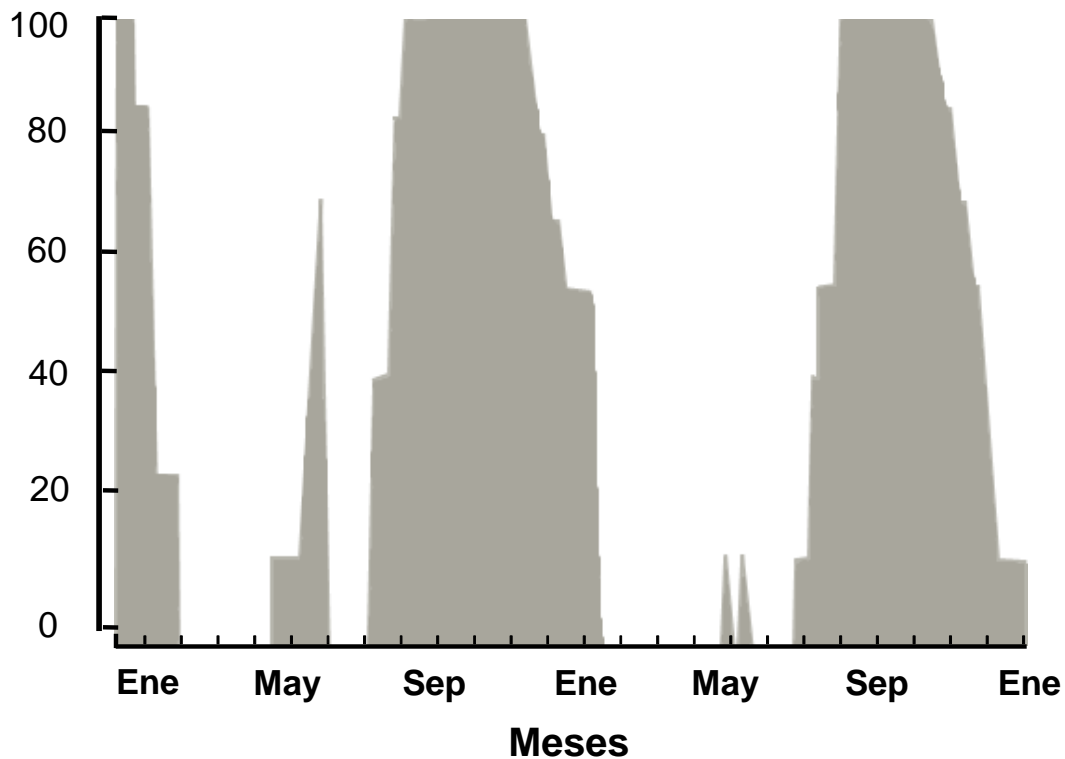
**Figura 1.** Variaciones estacionales (promedio  $\pm$  EEM) del peso testicular (a) y las concentraciones plasmáticas de testosterona (b) de los machos cabríos locales del norte de México (26° N) mantenidos en estabulación (Modificada de Delgadillo *et al.*, 1999).

### 2.2.2 Hembras

Las hembras caprinas originarias o introducidas a las latitudes subtropicales manifiestan una estacionalidad reproductiva. Está documentado que en las cabras originarias o introducidas al subtrópico de México (26°N), en las locales de Argentina (30°S, Rivera *et al.*, 2003) y en las cashmere de Australia (29°S), la estación sexual, caracterizada por ciclos ovulatorios y estrales cada 21 días, los cuales inician en el otoño y terminan en el invierno (Restall, 1992). En cambio, el anestro estacional, es caracterizado por la ausencia de ciclos estrales y la ovulación, y se presenta en la primavera y el verano (Duarte *et al.*, 2008; Figura 2).

En las hembras de la raza Malagueña localizadas en el sur de España (36° N), y en las hembras de la Comarca Lagunera localizada en la región subtropical de México (26° N), expuestas a la luz natural, la estación sexual en las hembras inicia en agosto-septiembre y termina a finales de enero (Gómez-Brunet *et al.*, 2003; Duarte *et al.*, 2010).

## Hembras ovulando (%)



**Figura 2.** Variaciones estacionales de la actividad ovulatoria de las cabras locales del norte de México (26° N) mantenidas en estabulación, alimentadas adecuadamente y sometidas a las variaciones naturales del fotoperíodo (Duarte *et al.*, 2008).

### 2.3 Relaciones socio-sexuales

En los caprinos y ovinos, las relaciones sociales modifican la actividad sexual de hembras y machos (Ungerfeld, 2007; Delgadillo *et al.*, 2009). Está reportado que el genotipo de algunas de las razas de los animales domésticos (cabras, ovejas, cerdas, vacas) la introducción de un macho induce la actividad ovulatoria, si las hembras se encuentran en un estado de quiescencia reproductiva. Este fenómeno se presenta en las hembras en diferentes estados fisiológicos como es el caso de las hembras pre-

púberes, en las hembras en anestro estacional o en el anestro post-parto (Hemsworth *et al.*, 1982; Martin *et al.*, 1986; Rekwot *et al.*, 2000; Delgadillo, 2011; Delgadillo y Martin, 2015). Como se mencionó previamente, la re-activación sexual de un grupo de hembras mediante la introducción repentina de un macho se le conoce como efecto macho (Underwood, 1944; Shelton, 1960; Delgadillo *et al.*, 2015).

Se ha demostrado en diversos estudios en caprinos localizados en las zonas subtropicales, que la actividad sexual es inducida y sincronizada en la hembra mediante la introducción del macho lo que provoca un incremento en la pulsatilidad de la LH y la ovulación (Fernández *et al.*, 2011; Delgadillo *et al.*, 2012; Martínez-Alfaro *et al.*, 2014). La pulsatilidad de la LH permanece elevada hasta la ovulación durante el contacto macho-hembra (Vielma *et al.*, 2009).

## **2.4 Factores que modifican la respuesta sexual de las hembras caprinas**

### **2.4.1 Experiencia sexual de las hembras caprinas**

Las hembras expresan comportamientos sexuales característicos como son la atractividad, la proceptividad y la receptividad. La atractividad son las acciones que realiza la hembra para llamar la atención del macho. La proceptividad son los comportamientos que realiza la hembra para que el macho se aproxime a ella y permitirle la cópula. La receptividad es la aceptación de la monta (Beach, 1976). Está demostrado que las hembras caprinas adquieren experiencia sexual mediante las relaciones socio-sexuales, esto es, por el cortejo, por la monta con intromisión o sin intromisión del pene, por la percepción del sexo opuesto cuando el macho o la hembra se encuentran sexualmente activos o receptivos, respectivamente. Investigaciones

previas indican que aquellas hembras caprinas y ovinas sin experiencia sexual cuando están en contacto por primera vez con el macho no disminuyen la pulsatilidad de la LH (Gelez *et al.*, 2004; Fernández *et al.*, 2011).

En cambio, en las hembras ovinas sin experiencia sexual la respuesta sexual, determinada por el estro y la ovulación, muestra cambios considerables. Por ejemplo, las ovejas sin experiencia sexual ovulan en menor proporción (27%) que aquellas con experiencia sexual (74% Murtagh *et al.*, 1984). Asimismo, las ovejas sin experiencia sexual son menos proceptivas y receptivas que aquellas con experiencia sexual (Beach, 1976; Gelez *et al.*, 2004; Hawken *et al.*, 2008). Además, el 62% de las ovejas sin experiencia sexual manifiestan conducta estral, mientras que el 100% de las hembras experimentadas sexualmente muestran respuesta estral cuando se exponen a los machos (Gelez *et al.*, 2004). Por el contrario, Fernández *et al.* (2011) reportaron que la proporción de cabras que mostraron comportamiento estral no difirió entre las cabras con experiencia y sin experiencia sexual, cuando son expuestas a machos sexualmente activos durante 15 días al efecto macho (100% y 95%, respectivamente).

#### **2.4.2 Paridad de las hembras**

En la presente tesis se define como una hembra nulípara a aquella cabra que no ha experimentado un parto en su vida productiva y una cabra múltipara cuando ha experimentado más de dos partos en su vida productiva. Está demostrado que el número de partos que ha experimentado una hembra influye en su respuesta sexual cuando son sometidas al efecto macho. Por ejemplo, Murtagh *et al.* (1984) y Walkden-Brown *et al.* (1993), demostraron que la respuesta sexual, determinada por el

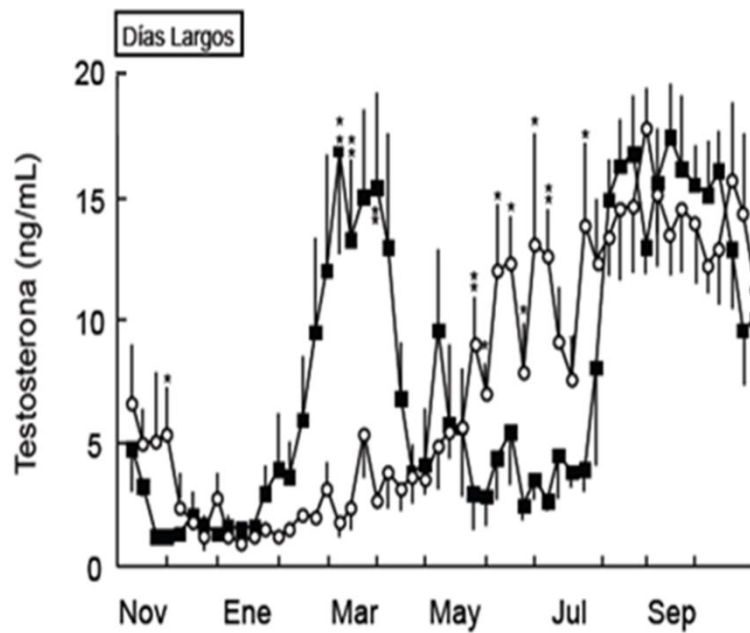
comportamiento estral y la actividad ovulatoria en las ovejas y en las cabras, es menor en las hembras nulíparas comparadas con las hembras múltiparas.

Contrario a lo anteriormente expuesto, Luna-Orozco *et al.* (2008), demostraron que la paridad en las hembras no modifica su respuesta sexual, si se exponen a machos sexualmente activos mediante el efecto macho. Estos investigadores reportaron que tanto las hembras nulíparas como las múltiparas exhiben respuesta estral y ovulatoria similar (100% 95% y 100% 100%, respectivamente).

## **2.5 Factores que modifican la respuesta sexual de los machos**

### **2.5.1 Comportamiento sexual de los machos**

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 monta, el automarcaje, el flehmen, las montas con y sin penetración del pene (Fabre-Nys, 2000; Flores *et al.*, 2000). Los machos caprinos que recibieron un tratamiento fotoperiódico a partir del 1 de noviembre al 15 de enero y están sexualmente activos a partir del 15 de marzo, presentan una mayor intensidad del comportamiento sexual durante la época reposo sexual (Figura 3) y son más eficientes para inducir la respuesta sexual (estro-ovulación) en las hembras que son expuestas a dichos machos mediante el efecto macho (Delgadillo *et al.*, 2002; Delgadillo *et al.*, 2015).



**Figura 3.** Variaciones de las concentraciones plasmáticas de testosterona (promedio  $\pm$  EEM) en 2 grupos de machos locales del subtrópico mexicano (26°N) sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo (testigo  $\circ$ ), o a 2.5 meses de días largos artificiales (16 h de luz) a partir del 1 de noviembre (DL,  $\blacksquare$ ; modificado de Delgadillo *et al.*, 2002).

## 2.5.2 Intensidad del comportamiento sexual del macho

En un estudio realizado por Perkins *et al.* (1992), definieron a los carneros como machos sexualmente inactivos si exhibían un comportamiento sexual de nivel bajo, y aquellos que mostraron un alto desempeño sexual los llamaron machos con alto comportamiento sexual. En una investigación realizada por Perkins y Fitzgerald (1994), encontraron un mayor porcentaje de ovejas que ovularon cuando fueron expuestas a machos que mostraron alto comportamiento sexual comparadas con aquellas expuestas a machos con bajo comportamiento sexual (95% y 78%, respectivamente). Posteriormente, Flores *et al.* (2000), expusieron machos sexualmente inactivos (mantenidos en condiciones de fotoperiodo natural) y machos sexualmente activos (sometidos a un tratamiento fotoperiódico de días largos por 2.5 meses más melatonina) a hembras anéstricas. Los resultados indicaron que 2/34 cabras (6%) ovularon de las expuestas a los machos sexualmente inactivos, mientras que la totalidad de las cabras 40 de 40 mostró ovulación cuando fueron expuestas a machos sexualmente activos (100%).

Recientemente, Delgadillo *et al.* (2015) mostraron que la presencia de machos sexualmente activos, los cuales fueron sometidos previamente a un tratamiento fotoperiódico de días largos (16 h luz/día), mantuvieron la actividad ovárica en las hembras durante largos periodos independientemente del fotoperiodo del subtropico de México. Los machos en este estudio se intercambiaban cada dos meses y las hembras permanecieron durante todo el estudio. En dicho estudio se demostró que todas las hembras que permanecieron en contacto con machos sexualmente activos mostraron ciclicidad ovárica (determinada indirectamente mediante progesterona plasmática)



durante dos años consecutivos, mientras que las hembras expuestas a machos inactivos, no mostraron ciclicidad ovárica cerca del mes de mayo en cada año del experimento.

### **2.5.3 Experiencia sexual de los machos**

Por lo general, los machos de algunas especies domésticas cuando se exponen por primera vez a las hembras muestran un comportamiento sexual deficiente (Katz *et al.*, 1988). Por ejemplo, Hulet *et al.* (1964), observaron al exponer carneros por primera vez a hembras receptivas, el 30% fueron sexualmente inactivos (644/2175.). También está reportado que cuando se crían y se desarrollan carneros en un solo grupo unisexual (solo machos), muestran un desempeño sexual bajo, así como, baja tasa de eyaculación cuando son adultos y se exponen a ovejas por primera vez (Price *et al.*, 1994). Asimismo, cuando se exponen carneros jóvenes sin experiencia sexual por primera vez a ovejas en estro un 20-35% de los machos muestra bajo rendimiento sexual (Katz *et al.*, 1988; Price *et al.*, 1988).

Por el contrario, los machos cabríos sin experiencia sexual, además de ser criados en grupo unisexual y sometidos a un tratamiento fotoperiódico, muestran actividad sexual cuando están en contacto por primera vez con cabras anovulatorias, estimulando su actividad reproductiva de manera similar a los machos cabríos adultos con experiencia sexual previa (Flores Medina, 2011; Bedos *et al.*, 2014).

Por ello el presente estudio se planteó para determinar si los machos cabríos sin experiencia sexual foto-estimulados son capaces de inducir la respuesta sexual de las hembras nulíparas y multíparas mediante el efecto macho.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Comarca Lagunera, localizada en el norte de México (latitud 26° 37'N) y a una altitud de 1100 msnm.

#### 3.2 Machos

Se utilizaron machos cabríos ( $n = 4$ ) locales, cuya fecha promedio de nacimiento ( $\pm$  EEM) fue el 29 de diciembre  $\pm$  2.0 días. Los machos se destetaron a los 40 días. Posteriormente, los machos fueron puestos en un corral (5 x 5 m) y se criaron en total aislamiento de cualquier señal sensorial (visual, auditiva, táctil, olfativa) de las hembras. La alimentación proporcionada se basó en alfalfa henificada *ad libitum* (que contenía 18% de PC y 1.95 Mcal/kg de energía) y una cantidad de concentrado comercial (18% de PC y 2.05 Mcal/kg de energía) de acuerdo a sus requisitos nutricionales. El agua y los minerales se les proporcionó *ad libitum*.

#### 3.3 Tratamiento fotoperiódico

Cuando los machos contaban con 10 meses de edad fueron sometidos a un tratamiento fotoperiódico. Este tratamiento inició el 1 de noviembre de 2014 y terminó el 15 de enero de 2015. Así, los machos recibieron 2.5 meses de días largos artificiales (16 horas luz/día), posteriormente al día 16 de enero, los machos sólo recibieron las variaciones naturales del fotoperiodo. Este tratamiento fotoperiódico provoca un incremento en la secreción de testosterona y en el volumen testicular, además estimula el comportamiento sexual de los machos (Delgadillo *et al.*, 2002).

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 todo 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 horas. Posteriormente, se volvían a encender de las 17:00 horas a las 22:00 horas, con ello se proporcionaron 16 horas luz y 8 horas oscuridad. A partir del 16 de enero de 2015, se suspendió la luz artificial. Los machos fueron alimentados con alfalfa henificada *ad libitum* (18% de PC) y concentrado comercial (14% de PC). En marzo cuando los machos tenían 15 meses de edad, el peso y la condición corporal registrados fue de  $40.0 \pm 1.5$  kg y  $2.8 \pm 0.08$  puntos, respectivamente.

### **3.3.1 Hembras**

Se utilizaron hembras locales. Se conformaron dos grupos de hembras pertenecientes a un mismo hato caprino. Un grupo de hembras nulíparas ( $n = 20$ ) y el otro de hembras múltiparas ( $n = 20$ ). La edad promedio de las hembras nulíparas y múltiparas fue de 10 y 30 meses, respectivamente. Las hembras nulíparas y múltiparas registraron una condición corporal de  $2.0 \pm 0.1$ , utilizando una escala de 1 a 4 puntos; donde 1 es delgada y 4 obesa (Walkden-Brown *et al.*, 1997). En marzo, 15 días antes de iniciar el experimento, todas las cabras experimentales fueron sometidas a un estudio de ultrasonografía transrectal, para ello se utilizó el dispositivo Aloka SSD- 500 conectado a una sonda transrectal lineal de 7.5 MHz para determinar el estado ovárico de las hembras. Los resultados indicaron que las hembras se encontraban anovulatorias. La alimentación de las hembras se basó en alfalfa henificada *ad libitum* (que contenía 18% de PC y 1.95 Mcal/kg de energía), de acuerdo a sus requisitos

nutricionales. El agua y los minerales se les proporcionó *ad libitum*. Tres días antes del inicio del experimento, las hembras nulíparas (10/grupo) y múltiparas (10/grupo) fueron alojadas en corrales (4 x 4 m), con la finalidad de que se adaptaran a las condiciones experimentales.

### **3.3.2 Efecto macho**

El 30 de marzo de 2015 a las 08:00 horas, los machos sin experiencia sexual foto-estimulados fueron puestos simultáneamente en los grupos de las hembras nulíparas y múltiparas. Se utilizó la proporción de 1 macho x 10 hembras. Los machos permanecieron con las hembras durante 15 días y se intercambiaron diariamente entre los grupos de hembras.

## **3.4 Variables evaluadas**

### **3.4.1 Machos**

En los machos, el comportamiento sexual se determinó durante 1 hora los días 0,1 y 2 post-introducción de los machos con las hembras nulíparas y múltiparas. Las conductas sexuales registradas en los machos fueron: olfateos ano-genitales, automarcajes, flehmen, aproximaciones laterales, intentos de monta, montas con y sin penetración del pene (Flores *et al.*, 2000).

### **3.4.2 Hembras**

En las hembras, la respuesta ovulatoria (número de cabras que ovularon/número de cabras expuestas al macho) se determinó el día 19 post-introducción de los macho, para este propósito se utilizó nuevamente el ultrasonido transrectal. La tasa ovulatoria

fue determinada mediante el número de cuerpos lúteos detectados en ambos ovarios al momento de realizar las ecografías.

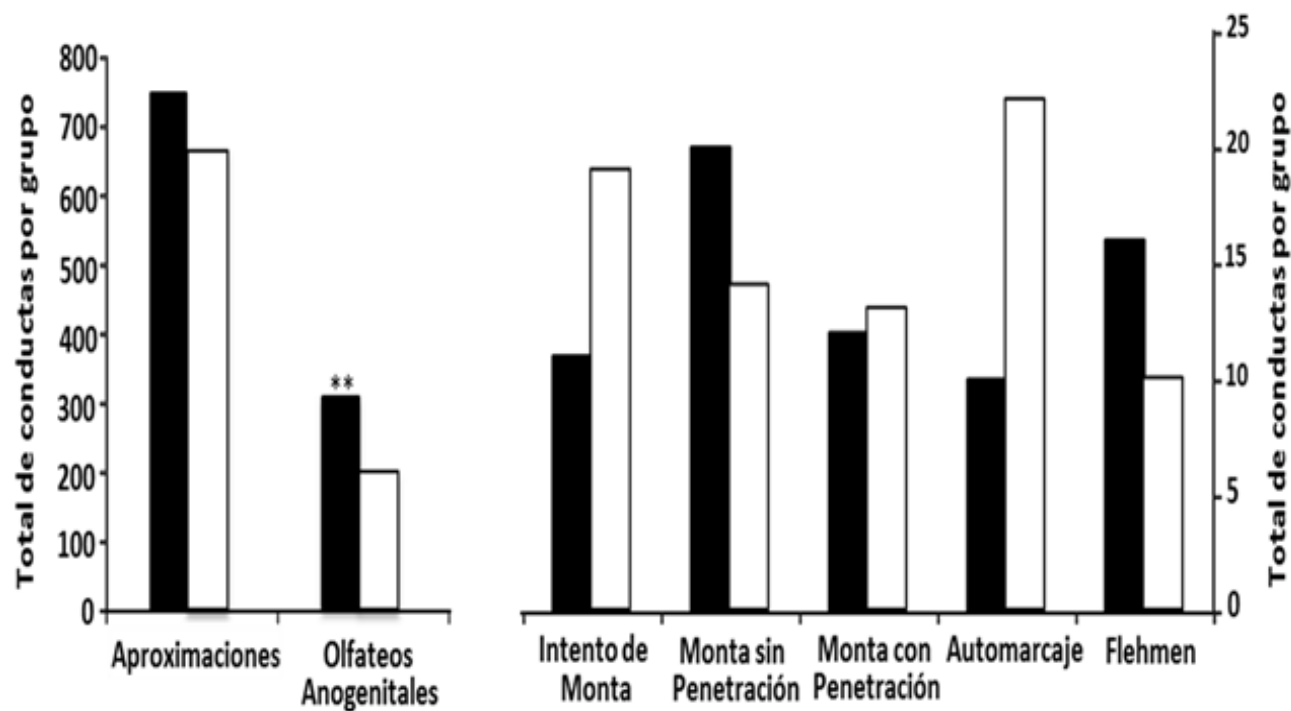
### **3.5 Análisis estadístico**

La frecuencia diaria de los comportamientos sexuales de los machos, el porcentaje de hembras que ovularon y las tasas de ovulación se compararon entre grupos utilizando la prueba de Chi-cuadrada. El análisis estadístico se realizó utilizando el software SYSTAT 13 (2009).

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Comportamiento sexual de los machos sin experiencia sexual

La frecuencia de las conductas de los machos sin experiencia sexual expuestos a las hembras nulíparas y multíparas se observa en la Figura 4.



**Figura 4.** Frecuencia total en el comportamiento sexual de los machos sin experiencia sexual expuestos a las hembras nulíparas (■) y multíparas (□) \*\*( $P=0.001$ ).

## **4.2 Respuesta de las hembras al efecto macho**

### **4.2.1 Porcentaje de cabras que ovularon**

No se detectó diferencia en el porcentaje de hembras nulíparas (100%, 20/20) y multíparas (95%, 19/20;  $P=1.0$ ) que ovularon cuando fueron expuestas a los machos sin experiencia sexual.

### **4.4.2 Tasa ovulatoria**

La tasa ovulatoria registrada post-introducción de los machos no difirió ( $P=0.154$ ) entre las cabras nulíparas ( $1.4 \pm 0.11$ ) y multíparas ( $1.5 \pm 0.11$ ).

## V. DISCUSIÓN

Los resultados de la presente tesis muestran concordancia con la hipótesis presentada anteriormente, ya que los machos sin experiencia sexual foto-estimulados, mostraron comportamiento sexual y estimularon la actividad ovárica tanto de las cabras anéstricas nulíparas como de las cabras múltiparas durante el efecto macho. El comportamiento sexual mostrado por los machos sin experiencia sexual foto-estimulados expuestos a las hembras nulíparas y múltiparas, fue alto en los dos grupos de hembras. Aunque los machos sin experiencia sexual foto-estimulados realizaron más olfateos a las hembras nulíparas que a las múltiparas, los machos sin experiencia sexual presentaron conducta sexual en un número que pueden considerarse elevado comparado con machos en reposo sexual. De manera general el comportamiento sexual mostrado por los machos del presente estudio difieren de aquellos que indican que los machos ovinos sin experiencia sexual cuando están por primera vez con las hembras muestran nulas o bajas conductas sexuales (Katz *et al.*, 1988; Price *et al.*, 1988). Esta variación en el comportamiento sexual se ha observado en carneros donde a pesar de la variabilidad en comportamiento sexual de los machos, éstos fueron capaces de preñar a las hembras ovinas (Katz, 2008). La respuesta en los comportamientos sexuales mostrados por machos jóvenes y sin experiencia sexual de la presente tesis es similar al reportado por Martínez-Alfaro *et al.* (2014) en machos adultos con experiencia sexual foto-estimulados. Los resultados de la presente tesis concuerda con estudios previos en machos cabríos adultos foto-estimulados, en relación al desempeño sexual mostrado por los machos cabríos sin experiencia sexual foto-estimulados (Loya Carrera *et al.*, 2014). Aún más los hallazgos del presente



estudio concuerdan con los resultados reportados por Valera (2007) quién indica que los machos cabríos sin experiencia y con experiencia sexual inducidos a una actividad sexual intensa en el periodo de reposo sexual natural, muestran alto comportamiento sexual.

En lo que refiere a la actividad ovulatoria mostrada por las hembras, no se encontró diferencia significativa en relación a la repuesta ovulatoria y el la tasa ovulatoria entre los dos grupos de cabras que fueron expuestas a los machos sin experiencia sexual foto-estimulados. La respuesta ovulatoria mostrada por las cabras nulíparas y multíparas expuestas a machos sin experiencia sexual foto-estimulados es similar a la respuesta en la misma variable a la mostrada por las cabras anéstricas nulíparas y multíparas expuestas a machos sexualmente activos con experiencia sexual como lo muestra los resultados obtenidos por Luna-Orozco *et al.* (2008). De igual manera los resultados del presente estudio muestran concordancia con el estudio de Martínez-Alfaro *et al.* (2014), donde un alto porcentaje de hembras multíparas ovularon (19/20 95%) cuando fueron expuestas a machos sexualmente activos en comparación con cero ovulaciones (0/20 0%) registrada en hembras multíparas expuestas a machos que no despliegan un comportamiento sexual. Por el contrario, los resultados de la presente tesis difieren con los hallazgos reportados por Murtagh *et al.* (1984) y Oldham *et al.* (1985), quiénes indican que un mayor porcentaje de ovejas multíparas (62%) de la raza Merino ovulan en comparación con las nulíparas (24%), ya que en el presente estudio la totalidad de las cabras nulíparas (100%) y un (95%) de las cabras multíparas ovularon. En otros estudios realizados en cabras, se observa un efecto similar, donde las multíparas responden mejor que las nulíparas. Por ejemplo,

las cabras multíparas muestran actividad ovulatoria más alta en comparación con las nulíparas cuando se exponen a los machos (90% vs 30%; Walkden-Brown *et al.*, 1993). Probablemente, la repuesta ovulatoria baja encontrada en las nulíparas se debe a que los machos utilizados no recibieron tratamiento fotoperiodico para estimular su comportamiento sexual.

Asimismo, las ovejas muestran una respuesta ovulatoria baja en comparación con los resultados obtenidos en la presente tesis. En un estudio realizado por Ungerfeld *et al.* (2008) donde indica que los carneros Merino adultos inducen mayor repuesta reproductiva en las ovejas, determinada por el comportamiento estral, ovulaciones y fertilidad en comparación con los carneros jóvenes (48%, 78%, 59% y 35%, 61%, 21%, respectivamente). De igual manera, los carneros utilizados en dicho estudio no fueron inducidos a mejorar su desempeño sexual.

## **VI. CONCLUSIÓN**

Los machos cabríos sin experiencia sexual foto-estimulados inducen la actividad ovulatoria de manera similar en las cabras nulíparas y múltiparas mediante el efecto macho.

## VII. LITERATURA CITADA

- Beach, F.A., 1976. Sexual attractivity, proceptivity, and receptivity in female mammals. *Horm. Behav.* 7:105-138.
- Bedos, M., Duarte, G., Flores, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Hernández, 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. *Domest. Anim. Endocrinol.* 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. *Horm. Behav.* 58, 473–477.
- Delgadillo J.A, Fitz-Rodríguez, G., Duarte, G., Véliz, F.G., Carrillo, E., Flores, J.A, Vielma J., Hernández, H., Malpoux, B., 2004. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reprod Fertil Dev*;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. *Horm. Behav.* 69;8–15.

- Delgadillo, J. A., Martin, G.B., 2015. Alternative methods for control of reproduction in small ruminants: A focus on the needs of grazing industries. *Animal Frontiers*. 5;p. 57-65
- Delgadillo, J.A., 2011. Environmental and social cues can be used in combination to develop sustainable breeding techniques for goat reproduction in the subtropic. *Animal*. 5;74-81.
- Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpoux, 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., Malpoux, B., 2001. Induction of sexual activity of male creole goats in subtropical northern México using long days and melatonin. *J. Anim. Sci.* 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. *J. Reprod. Fertil.* 94;45-55.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpoux, B., 2002. Induction of sexual activity of lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificial long days. *J. Anim. Sci.* 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. *Behavioral Brain Research*. 200;304–314.
- Delgadillo, J.A., Ungerfeld, R., Flores, J.A., Hernandez, H., Fitz-Rodriguez, G., 2011. The ovulatory response of anoestrous goats exposed to the male effect in the subtropics is unrelated to their follicular diameter at male exposure. *Reprod. Dom. Anim.* 46;687–691.
- Delgadillo, J.A., Vielma, J., Hernandez, H., Flores, J.A., Duarte, G., Fernández, I.G., Keller, M., Gelez, H., 2012. Male goat vocalizations stimulate the estrous behavior and LH secretion in anestrus goats that have been previously exposed to bucks. *Horm. Behav.* 62;525-30.
- 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. *Domest. 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 subtropics is responsive to photoperiod. *Anim. Reprod. Sci.* 120;65-70.
- Fabre-Nys, C., 2000. Le comportement sexuel des caprins: contrôle hormonal et facteurs sociaux. *INRA Prod. Anim.* 13;11-13.
- 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 anestrous goats exposed to sexually active males. *Horm. Behav.* 60;484-488.

Flores Medina, E., 2011. La inexperiencia sexual de los machos tratados con días largos no disminuye la respuesta sexual de las cabras anovulatorias sometidas al efecto macho. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila., México, pp. 31.

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.

Gelez, H., Archer, E., Chesneau, D., Lindsay, D.R., Fabre-Nys, C., 2004. Role of experience in the neuroendocrine control of ewes sexual behavior. *Horm. Behav.* 45;190-200.

Gómez-Brunet, A., Santiago-Moreno, J., Micheo, J.M., Sánchez, A., González-Blunes, A., López-Sebastián, A., 2003. Variación Anual de la actividad ovulatoria en la cabra de raza Malagueña. XXVIII Jornadas Científicas de la S.E.O.C. Madrid, España.

Hawken, P.A.R., Evans, A.C.O. Beard, A.P., 2008. Prior exposure of maiden ewes to rams enhances their behavioral interactions with rams but is not a pre-requisite to their endocrine response to the ram effect. *Anim. Reprod. Sci.* 108;13-21.

- Hemsworth, P.H., Salden, N.T.C, Hoogerbrugge, A., 1982. The influence of the post-weaning social environment on the weaning to mating interval of the sow. *Anim. Prod.* 35;41-48.
- Hulet, C. V., R. L. Blaekwell and S. K. Ercanbrack., 1964. Observations on sexually inhibited rams. *J. Anim. Sci.* 23:1095
- Karsch, F.J., Bittman, E.L., Foster, D.L., Goodman, R.L., Legan, S.J., Robinson, J.E., 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent Prog. Horm. Res.* 40;185–232.
- Katz, L.S., 2008. Variation in male sexual behavior. *Anim. Reprod. Sci.* 105;64-71.
- Katz, L.S., Price, E.O., Wallach, S.J.R., Zenchak, J.J., 1988. Sexual performance of rams reared with or without females after weaning. *J. Anim. Sci.* 66;1166-1173.
- 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. *Anim. Reprod. Sci.* 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. *Anim. Repr. Sci.* 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. *Biol. Reprod.* 36;1333-1341.



- Malpaux, B., Robinson, J.E., Wayne, N.L., Karsch, F.J., 1989. Regulation of the onset of the breeding season of the ewe: importance of long days and of an endogenous reproductive rhythm. *J. Endocrinol.* 122;269-278.
- Malpaux, B., Thiéry, J.C., Chemineau, P., 1999. Melatonin and the seasonal control of reproduction. *Reprod. Nutr. Dev.* 39;355-366.
- Malpaux, B., Viguié, C., Skinner, D.C., Thiéry, J.C., Pelletier, J., Chemineau, P., 1996. Seasonal breeding in sheep mechanism of action of melatonin. *Anim. Repr. Sci.* 42;109-117.
- Martin, G.B., Oldham, C.M., Cognie, Y., Pearce, D.T., 1986. The physiological response of anovulatory ewes to the introduction of rams. A review. *Livest. Prod. Sci.* 15;219-247.
- 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. *Reprod. Fertil. Dev.* 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.

- Murtagh, J.J., Gray, S.J., Lindsay, D.R., Oldham, C.M., 1984. The influence of the ram effect in 10-11 month-old Merino ewes on their subsequent performance when introduced to rams again at 15 months of age. *Anim Prod in Aust.* 15, 490-493.
- Oldham, C.M., D.T. Pearce, S.J. Gray., 1985. Progesterone priming and age of ewe affect the life-span of corpora lutea induced in the seasonally anovulatory Merino ewe by the "ram effect". *J. Reprod. Fertil.* 75;29-33.
- 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. *J. Anim. Sci.* 72;51-55.
- Perkins, A., Fitzgerald, J.A., Price, E.O., 1992. Luteinizing Hormone and Testosterone Response of Sexually Active and Inactive Rams. *J. Anim. Sci.* 70;2086-2093.
- Price, E.O., Borgwardt, R., Judith, K., Blacksaw, B.A., Dally, M.R., Erhard, H., 1994. Effect of early experience on the sexual performance of yearling rams. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 42;41-48.
- Price, E.O., Katz, L.S., Wallach, S.J.R., Zenchak, J.J., 1988. The relationship of male-male mounting to the sexual preferences of young rams. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 21;347-355.
- Rekwot, P., Ogwu, D., Oyedipe, E., Sekoni, V., 2000. Effects of bull exposure and body growth on onset of puberty in Bunaji and Freisian x Bunaji heifers. *Reprod. Nutr. Dev.* 40;359-367.

- Restall, B.J., 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim Reprod Sci.* 27;305-318.
- Rivera, G. M., Alanis, G. A., Chaves, M. A., Ferrero, S. B., & Morello, H. H., 2003. Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. *Small. Rumin. Res.* 48;109-117.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SIAP 2014b. Apartado Producción Ganadera Anual. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/ganaderia-resumen-estatal-pecuario/>. Fecha de acceso: 31 de agosto de 2015.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SIAP. 2014a. Apartado Población Ganadera Anual. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/opt/poblagand/caprino.pdf>. Fecha de acceso: 31 de agosto de 2015.
- Shelton, M., 1960. Influence of the presence of a male goat on the initiation of estrous cycling and ovulation of Angora does. *J. Anim. Sci.* 19;368-375.
- SYSTAT 13, 2009. Chicago, IL, USA.
- Underwood, E.J., Shier, F.L., Davenport, N., 1944. Studies in sheep husbandry in Western Australia. V. The breeding season of Merino crossbred and British breed ewes in the agricultural districts. *J. Dep. Agric. West. Aust.* 11;135–143.
- Ungerfeld, R. 2007. Socio-sexual signalling and gonadal function: Opportunities for reproductive management in domestic ruminants. *Reproduction in Domestic Ruminants* Nottingham University Press, Nottingham, UK. VI. Pp. 207-221.

- Ungerfeld, R., Ramos, M.A., González-Pensado, S.P., 2008. Ram effect: Adult rams induce a greater reproductive response in anestrus ewes than yearling rams. *Anim Reprod Sci.* 103;271-277.
- Valera, M.A., 2007. La inexperiencia sexual de los machos cabríos no disminuye su eficiencia para estimular la actividad estral de las cabras anéstricas mediante el efecto macho. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila., México, pp. 27.
- Vielma, J., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A., 2009. Male sexual behavior contributes to the maintenance of high LH pulsatility in anestrus female goats. *Horm. Behav.* 56;444-449.
- Walden-Brown, S.W., Restall, B.J., Norton, B.W., Scaramuzzi, B.W., Martin, G.B., 1994. Effect of nutrition of seasonal patterns of LH, FSH and testosterone concentration, testicular mass, sebaceous gland volume and odor in Australian cashmere goats. *J. Reprod. Fertil.* 102;351-360.
- Walden-Brown, S.W., B.J. Restall, Henniawati, 1993. The male effect in the Australian cashmere goat. 2. Role of olfactory cues from the male. *Anim. Reprod. Sci.* 32;55-67.
- Walden-Brown, S.W., Martin, G.B., Restall, B.J., 1999. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 54;243-257.

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. Rumin. Res.* 26;239-252.