

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**



**La cópula previa en cabras con experiencia sexual no influye sobre la respuesta estral y tasa de preñez expuestas a machos foto-estimulados**

**POR**

**JOSÉ FERNANDO DE LEÓN HERNÁNDEZ**

**TESIS**

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

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA**

**DICIEMBRE DE 2016**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

LA CÓPULA PREVIA EN CABRAS CON EXPERIENCIA SEXUAL NO INFLUYE  
SOBRE LA RESPUESTA ESTRAL Y TASA DE PREÑEZ EXPUESTAS A MACHOS  
FOTO-ESTIMULADOS

POR  
JOSÉ FERNANDO DE LEÓN HERNÁNDEZ

TESIS

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


MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR:

PRESIDENTE:

  
DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA

VOCAL:

  
DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

VOCAL:

  
DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

VOCAL SUPLENTE:

  
DR. GERARDO DUARTE MORENO

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



Coordinador de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

LA CÓPULA PREVIA EN CABRAS CON EXPERIENCIA SEXUAL NO INFLUYE  
SOBRE LA RESPUESTA ESTRAL Y TASA DE PREÑEZ EXPUESTAS A MACHOS  
FOTO-ESTIMULADOS

POR  
JOSÉ FERNANDO DE LEÓN HERNÁNDEZ

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACION 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. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

ASESOR:

  
DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

ASESOR:

  
DR. GERARDO DUARTE MORENO

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



TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2016

## **AGRADECIMIENTOS**

**A la Dra. Ilda Graciela Fernández García**, por haberme dado la oportunidad de trabajar a lado suyo, pero sobre todo por apoyarme y haberme dado la confianza para terminar mi proyecto y así concluir mi etapa de estudiante de licenciatura.

**A los doctores del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA), Dra. Ilda Graciela Fernández García, Dr. José Alfredo Flores Cabrera, Dr. Horacio Hernández Hernández y Dr. Gerardo Duarte Moreno.** Gracias por brindarme su amistad y apoyo a lo largo de mi proyecto de tesis.

**A los profesores de la UAAAN**, por los conocimientos trasmitidos para mi formación profesional.

## DEDICATORIA

**A Dios:** Gracias por darme la fe y la oportunidad de concluir una meta más en mi vida y ser tan generoso al tener una vida llena de amor.

**A mis padres,** Sr. Raúl Humberto De León Ramírez y Sra. Margarita Hernández Morales, por apoyarme incondicionalmente durante todos mis estudios, quiero decirles que este logro no solo es mío, si no de ustedes también.

**A mis hermanos,** Karla Margarita De León Hernández y Raúl Humberto De León Hernández, por estar presentes en cada paso de carrera como universitario.

**A mi familia,** por ser el motivo más grande de este sueño, y por su apoyo incondicional.

**A mis compañeros y amigos,** Griselda Aidé Vázquez Cavazos, Jouseph Jair Torres Tovar, Gustavo Piña Cadena, Sergio Favela Espino, Carlos Eduardo Arenivar Sepúlveda. Gracias por su apoyo y amistad a lo largo de mi carrera de licenciatura.

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar si las cabras anéstricas con experiencia sexual muestran mejor respuesta estral y tasa de preñez que las cabras sin experiencia sexual expuestas a machos foto-estimulados. Se utilizaron machos cabríos ( $n=2$ ) enteros que fueron sometidos a 2.5 meses de días largos del 1 de noviembre al 15 de enero, posteriormente los machos percibieron las variaciones del fotoperiodo natural. Se utilizaron hembras que fueron separadas de sus madres a los 3 días de edad y fueron alimentadas artificialmente con leche de cabra hasta los 40 días de edad. Posteriormente se dividieron aleatoriamente en dos grupos. El primer grupo, hembras con experiencia sexual ( $n = 10$ ) tuvo contacto visual, auditivo, olfativo, táctil y sexual con 2 machos vasectomizados durante la estación reproductiva natural previa. El segundo grupo, hembras sin experiencia sexual ( $n = 9$ ) fue aislado del contacto visual, auditivo, olfativo y táctil proveniente de machos de su misma especie. El porcentaje de hembras que expresaron comportamiento estral durante los 15 días de exposición al macho sexualmente activo no difirió entre los cabras con experiencia y sin experiencia sexual (80%, 8/10 y 100%, 9/9, respectivamente;  $P = 0.156$ ). Asimismo, el porcentaje de la tasa de preñez no difirió entre las hembras con experiencia sexual (60%, 6/10) y sin experiencia sexual (88%, 8/9;  $P = 0.153$ ). Se concluye que las cabras anéstricas con experiencia y sin experiencia sexual muestran similar respuesta estral y tasa de preñez cuando se exponen a machos fotoestimulados.

**Palabras clave:** Cabras, experiencia sexual, efecto macho, fotoperiodo, estación reproductiva.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	3
HIPÓTESIS	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Estacionalidad reproductiva en caprinos en zonas subtropicales	4
2.2. Fotoperiodo	4
2.3. Estacionalidad reproductiva en machos cabríos	5
2.4. Estacionalidad reproductiva en hembras caprinas	6
2.5. Tratamiento de fotoperiodo	7
2.6. Efecto macho	8
2.7. Factores que modifican la respuesta al efecto macho	9
Hembras	10
<b>Tiempo de contacto</b>	<b>10</b>
2.8. Experiencia sexual en las hembras	10
2.9. Tipo de estímulo en el canal cérvico-vaginal	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1. Localización del área de estudio	12
3.2. Hembras	13
3.3. Tratamiento de fotoperiodo aplicado a los machos cabríos	13
3.4. Preparación de las hembras	14
3.5. Efecto macho	15
3.6. Variables evaluadas	16
Hembras	16
3.7. Análisis estadísticos	17
4. RESULTADOS	18
4.1. Porcentaje total de estros en los 15 días del efecto macho	18
4.2. Tasa de preñez	18

5. DISCUSIÓN	19
6. CONCLUSIÓN	22
7. LITERATURA CITADA	23



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página	
Figura 1	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 fotoperiodo.	7
Figura 2	La introducción de un macho foto-estimulado a un grupo de cabras anéstricas estimula y sincroniza la actividad.	9
Figura 3	Tratamiento fotoperiódico aplicado a los machos cabríos.	14
Figura 4	Frecuencias de aproximaciones, olfateos, automarcajes, flehemen, intentos de monta, monta sin intromisión y monta con intromisión en los machos expuestos a las hembras sin experiencia y con experiencia sexual.	16

## 1. INTRODUCCIÓN

Los caprinos contribuyen a la autosuficiencia alimentaria de los pequeños productores mediante el suministro de alimentos como carne, leche, piel, y por ingresos en efectivo de venta de animales. Otra característica valiosa que poseen los caprinos es su gran capacidad para adaptarse a diversos ambientes, entre ellos, condiciones adversas. Diversos estudios indican que los pequeños rumiantes en los países en vías de desarrollo resalta su importancia para la subsistencia de este sector marginado (Braker *et al.*, 2002).

México posee aproximadamente 10 millones de cabezas de ganado caprino, siendo la población más grande del Continente Americano (SAGARPA, 2012). En nuestro país la población caprina está distribuida en varios estados que comprende dos zonas distintas: la zona árida con el 64% de la población caprina y la zona semiárida con un 36% (Aréchiga *et al.*, 2008).

El ganado caprino es una especie con estacionalidad reproductiva. Las hembras presentan un periodo de anestro estacional y otro de reproducción, y también los machos presentan durante un año un periodo de reposo sexual y otro de actividad sexual (Delgadillo *et al.*, 2012). La duración e intensidad del periodo de actividad sexual depende de la interacción de factores tanto genéticos como ambientales. Los factores ambientales son de mayor importancia, donde el fotoperiodo es el factor que regula la actividad sexual. Así la estacionalidad sexual de una raza caprina es determinada y depende en gran medida por la latitud en la que se explota. Por ello, en las últimas décadas se ha tratado de encontrar alternativas que permitan la reproducción de los

caprinos fuera de la estación natural de reproducción con la finalidad de tener disponibilidad de productos de origen caprino durante todo el año (Delgadillo *et al.*, 2003).

Para dicho fin se han desarrollado diversos métodos para inducir la reproducción de las hembras caprinas durante el anestro estacional, mediante el fenómeno de bioestimulación sexual conocido como efecto macho, que consta de la exposición repentina del macho a un grupo de hembras, en las que induce y sincroniza su actividad sexual (Delgadillo *et al.*, 2009). En la Comarca Lagunera de México (26°) durante el efecto macho se utilizan machos foto-estimulados, sometidos previamente a un tratamiento de días largos (16 horas de luz) que incrementa su actividad sexual durante el reposo sexual natural (marzo-abril, Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Delgadillo y Vélez, 2010).

Sin embargo, la respuesta sexual de las hembras cuando son sometidas al efecto macho puede variar, ya que en ella influyen varios factores como tiempo de contacto entre el macho y la hembra, la intensidad en el comportamiento sexual de los machos, el número parto de las hembras, y por experiencia sexual de las hembras (Luna-Orozco *et al.*, 2008; Fernández *et al.*, 2011; Bedos *et al.*, 2012; Muñoz *et al.*, 2016). Por ello, el presente estudio fue planteado para determinar si la respuesta estral y reproductiva entre cabras anéstricas con experiencia antes del efecto macho y sin experiencia sexual puede ser diferente.

## **OBJETIVO**

Determinar si las cabras anéstricas con experiencia sexual muestran mejor respuesta estral y tasa de preñez que las cabras sin experiencia sexual expuestas a machos foto-estimulados.

## **HIPÓTESIS**

Las cabras anéstricas con experiencia sexual muestran un comportamiento estral más intenso y una tasa de preñez más elevada que las hembras sin experiencia sexual cuando son expuestas a machos foto-estimulados.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Estacionalidad reproductiva en caprinos en zonas subtropicales

Los animales con reproducción estacional como los ovinos y los caprinos, con el fin de asegurar la supervivencia y por consiguiente su especie enfrentan las condiciones del medio ambiente con una estrategia reproductiva bien definida: seleccionan la época de apareamientos para que los partos ocurran en las condiciones más favorable (Lincoln y Short, 1980). De este modo los partos normalmente suceden en la primavera, donde encuentran clima y disponibilidad de alimentos adecuados para el desarrollo de sus recién nacidos (Bronson y Heideman, 1994).

### 2.2. Fotoperiodo

Los animales que manifiestan estacionalidad reproductiva, como los ovinos y caprinos, alternan periodos de actividad e inactividad ovárica (anestro) durante el año. Este comportamiento se relaciona con el fotoperiodo; que es el principal factor medioambiental que controla la actividad reproductiva en los caprinos y ovinos, el cual es interpretado por el animal por la variación en la secreción de melatonina. Esta hormona es utilizada como una señal, ya que a diferencia de otras variables, el ciclo luminoso anual es una variable constante de un año a otro, siendo el indicador más confiable de la época del año (Gatica *et al.*, 2012). El fotoperiodo actúa a partir de la información luminosa que es captada inicialmente por la retina, desde donde el impulso se transmite por vía nerviosa hasta la glándula pineal, la cual produce melatonina en respuesta a la percepción de luz y oscuridad (Malpoux *et al.*, 1997). Esta hormona solamente se secreta durante las horas de oscuridad (Bittman *et al.*, 1983), por lo que existe mayor tiempo de secreción de melatonina circulante en los días con menos horas

luz (días cortos), como los que se presentan en las estaciones del año en otoño e invierno. El tiempo de la secreción de melatonina disminuye en los días con menos horas de oscuridad (días largos), como los que se presentan en las estaciones de primavera y el verano.

En los caprinos, los días cortos estimulan la actividad reproductiva y los días largos son inhibidores de la misma. La cabra al igual que la mayoría de las especies estacionales manifiesta un ritmo endógeno de reproducción, siendo las variaciones anuales del fotoperiodo las encargadas de sincronizar dicho ritmo endógeno, en un periodo de tiempo de un año (Malpaux *et al.*, 1989).

### **2.3. Estacionalidad reproductiva en machos cabríos**

En los machos cabríos de la Comarca Lagunera, ubicada en el subtrópico de México, el fotoperiodo tiene un valor importante ya que influye en el desarrollo del ciclo sexual anual. Esto se demostró al someter a un grupo de machos a una alternativa de 3 meses de días largos (16h luz/día) y 3 meses de días cortos (10h luz/día) durante el transcurso de 2 años consecutivos. Otro grupo de machos testigo se sometió a variaciones naturales de fotoperiodo. En los machos testigo, la secreción de testosterona se incrementó en el mes de mayo, se mantuvo elevada hasta el mes de noviembre y disminuyó en el mes de diciembre, meses que corresponden a la estación sexual. En cambio, en el grupo experimental la secreción de testosterona se incrementó invariablemente durante los días cortos artificiales y disminuyó durante los días largos artificiales (Delgadillo *et al.*, 2004). Lo anterior indica que el fotoperiodo es el responsable del ciclo anual de reproducción en esta especie.

#### **2.4. Estacionalidad reproductiva en hembras caprinas**

En las cabras de la Comarca Lagunera del norte de México (26°) se ha demostrado que el fotoperiodo está involucrado en el desarrollo del ciclo sexual anual (Duarte *et al.*, 2010; Figura 1). En un estudio (Duarte *et al.*, 2010) donde se utilizaron tres grupos de cabras, donde un grupo recibió variaciones normales del fotoperiodo, y los otros dos grupos de hembras fueron sometidas a un tratamiento de fotoperiodo de tres meses de días largos (16 horas de luz/día), alternados con tres meses de días cortos (10 horas de luz/día), durante dos años consecutivos. Los resultados indicaron que las cabras que recibieron el fotoperiodo natural desplegaron estacionalidad en las ovulaciones. En cambio, en las cabras que fueron sometidas a la alternancia de días largos y cortos de fotoperiodo donde la actividad ovárica inició en promedio  $67 \pm 2$  días después del cambio de los días largos a los días cortos, y dicha actividad terminó en promedio  $25 \pm 3$  días después del cambio de los días cortos a los días largos. Los resultados de dicho estudio muestran que las cabras de esta región son sensibles a los cambios del fotoperiodo, por lo que esta señal ambiental controla el inicio de la estación reproductiva en condiciones naturales.

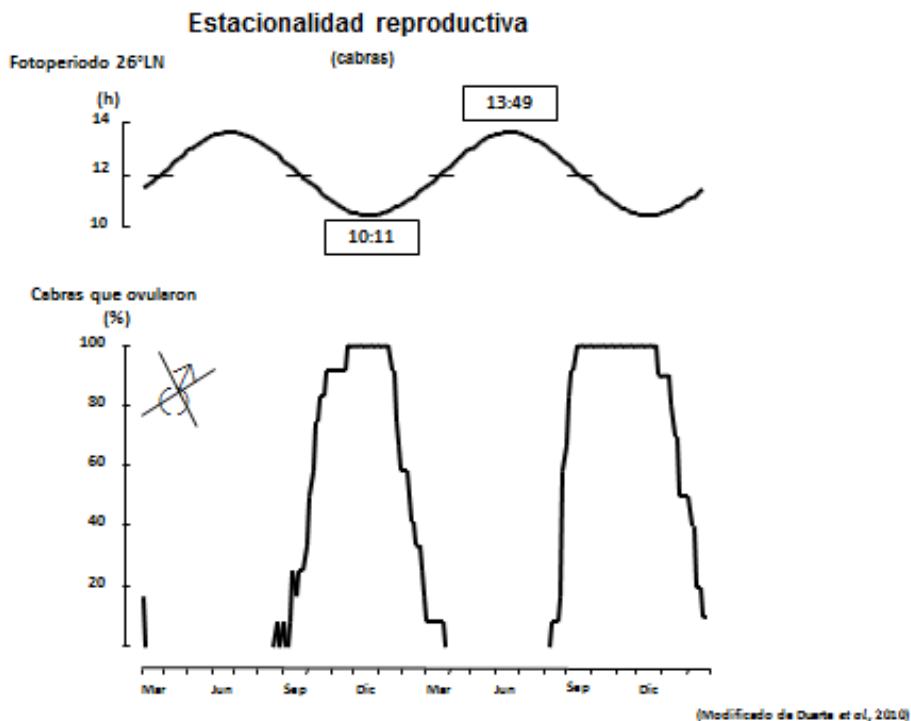


Figura 1. Variaciones estacionales de la actividad ovulatoria de las cabras locales del norte de México (26° N) mantenidas en estabulación, alimentadas adecuadamente y sometidas a las variaciones naturales del fotoperiodo.

## 2.5. Tratamiento de fotoperiodo

La estacionalidad reproductiva en los machos puede ser modificada mediante la aplicación de un tratamiento de fotoperiodo. El tratamiento de fotoperiodo consiste en someter a los machos a 2.5 meses de días largos (16 horas luz) del 1 de noviembre al 15 de enero. Los corrales donde los machos se alojan son equipados con lámparas fluorescentes, con intensidad luminosa en toda el área del corral de al menos 300 lux a la altura del nivel de los ojos de los machos. Las lámparas son programadas para encenderse automáticamente de las 06:00 a las 08:00 h y posteriormente, se vuelven a encender de las 17:00 a las 22:00 h. Esto proporciona 16 h luz y 8 h de oscuridad. A partir del 16 de enero se suspende la luz artificial y los machos reciben las variaciones



naturales del fotoperiodo. Este tratamiento de fotoperiodo provoca un incremento en la secreción de testosterona y el volumen testicular, además estimula el comportamiento sexual de los machos (Delgadillo et al., 2002).

En el contexto de la aplicación del tratamiento de fotoperiodo, se llevó a cabo un estudio con la finalidad de determinar la respuesta de los machos cabríos sometidos a diferentes tratamientos de días largos durante el reposo sexual. En dicho estudio se utilizaron cinco grupos de machos (5 machos/grupo); el grupo control, fue expuesto a fotoperiodo natural; los cuatro restantes recibieron 16 h de luz por 75, 45, 30 y 15 días de días largos (DL). El tratamiento de luz fue suspendido en el 15 de enero. Los resultados indicaron que la testosterona se incrementó primero ( $>5$  ng/ml) en los machos que recibieron 45 y 75 DL, lo cual ocurrió entre el  $14 \pm 4$  y  $17 \pm 1$  de febrero, respectivamente. Posteriormente se incrementó en los grupos de 30 y 15 días de DL, el  $20 \pm 3$  y  $28 \pm 5$  de marzo, respectivamente. Estos resultados sugieren que el tratamiento de fotoperiodo tan corto como de 30 días de DL estimula la secreción de testosterona en los machos durante el reposo sexual natural (Ponce et al., 2014).

## **2.6. Efecto macho**

Mediante la introducción repentina de un macho a un grupo de hembras anéstricas ovinas y caprinas es posible estimular y sincronizar la actividad sexual en los días subsiguientes (Shelton, 1980; Martin et al., 1986). A esta técnica de bioestimulación sexual se le conoce como efecto macho. Durante el efecto macho participan las señales sensoriales como las visuales, las auditivas, las olfativas, las táctiles y también el comportamiento sexual, mismos que ejercen un papel relevante para inducir la actividad sexual en las hembras (Walkden-Brown et al., 1997; Delgadillo et al., 2009; Figura 2).



Figura 2. La introducción de un macho foto-estimulado a un grupo de cabras anéstricas estimula y sincroniza la actividad la actividad sexual.

## 2.7. Factores que modifican la respuesta al efecto macho

### Machos

#### Intensidad del comportamiento sexual de los machos

Estudios previos indican que más del 80% de las cabras anéstricas expuestas a machos sexualmente activos que despliegan alto nivel de comportamiento sexual muestran al menos un estro, en cambio el 10% de ellas exhiben comportamiento estral al exponerlas machos sexualmente inactivos (Flores *et al.*, 2000). Asimismo, un alto porcentaje de ovejas que ovulan (95%) al ser expuestas a carneros con alto nivel de desempeño sexual comparadas con ovejas expuestas a carneros con baja actividad sexual (78%; Perkins y Fitzgerald, 1994). Esto estudios muestran que el comportamiento sexual de los machos es un factor importante para estimular la actividad sexual de las hembras caprinas (Rivas-Muñoz *et al.*, 2007; Delgadillo *et al.*, 2009).

Recientemente se demostró que los machos foto-estimulados despliegan alto nivel de comportamiento sexual comparados con los machos no tratados. En este estudio

se observó que las hembras anéstricas expuestas a los machos foto-estimulados ya sea que estén o no familiarizado con las hembras inducen más del 80% de estros y ovulaciones comparadas con las hembras expuestas a los machos no tratados donde la respuesta sexual es baja o nula (0-11% de respuesta sexual; Muñoz *et al.*, 2016).

## **Hembras**

### **Tiempo de contacto**

Un estudio indica que la exposición de hembras anéstricas a machos sexualmente activos (tratados con días largos) solamente por 16 h/d/ de contacto durante 15 días induce alta respuesta sexual en la dichas hembras (>90% de ovulaciones; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007). Asimismo, en otro estudio donde se expusieron hembras anéstricas a machos foto-estimulados por 4, 8, 12 y 16 h/d durante 15 días, las ovulaciones fueron 100%, 100%, 100% y 94.1%, respectivamente y 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. Estos estudios sugieren que un contacto mínimo de 4 h/d con el macho sexualmente activo induce la actividad ovulatoria en las hembras anéstricas (Bedos *et al.*, 2010).

### **2.8. Experiencia sexual en las hembras**

Las hembras adquieren experiencia sexual a través de las relaciones socio-sexuales, por contacto físico total o restringido entre machos y hembras. Así, una hembra con experiencia sexual es aquella que ha tenido contacto sexual o social de manera total o restringida con el sexo opuesto.

En las hembras ovinas, la experiencia sexual modifica la respuesta estral, esto es, las ovejas con experiencia sexual son más receptivas (aceptan más montas con

intromisión) que las ovejas sin experiencia sexual durante su primera exposición al macho (Gelez *et al.*, 2004; Chanvallon *et al.*, 2009).

Asimismo, las ovejas sin experiencia sexual muestran menos conductas dirigidas al macho en comparación con las experimentadas sexualmente (Gelez *et al.*, 2004; Hawken *et al.*, 2008). Además un bajo porcentaje de ovejas sin experiencia sexual manifiestan conducta estral (62%), que las que tienen experiencia sexual (100%, Gelez *et al.*, 2004). En comparación, las hembras caprinas anéstricas con experiencia y sin experiencia sexual expuestas a los machos foto-estimulados muestran alto nivel de comportamiento estral (100 y 95%, respectivamente; Fernández *et al.*, 2011). Los estudios antes mencionados sugieren que la experiencia sexual modifica la respuesta sexual en las hembras ovinas cuando son expuestas por primera vez a los machos.

### **2.9. Tipo de estímulo en el canal cérvico-vaginal**

Estudios previos indican que la duración del estro es factible de ser modificada por el estímulo recibido. En cabras de la raza Nubia se llevó a cabo un estudio con el objetivo de determinar el efecto de la intromisión del pene del macho sobre la duración del estro. El estudio incluyó dos grupos de cabras; un grupo recibió monta e intromisión del macho y el otro grupo sólo les fue permitido la monta. Posteriormente, en los dos grupos de cabras el estro fue sincronizado artificialmente. Los resultados indicaron que las cabras que recibieron monta e intromisión del macho, disminuyó la duración del estro (Romano y Fernandez Abella, 1997).

En caprinos, está demostrado que las cabras en contacto total con el macho, donde participan las señales sensoriales como las olfativas, las auditivas, las visuales y

las táctiles, así como la monta con intromisión incrementan la secreción de oxitócica (McNeilly y Alison Ducker, 1972).

Los estudios antes descritos muestran que las hembras caprinas que reciben intromisión del pene en su vagina reducen la duración del estro y ejercen un efecto positivo en el transporte del esperma.

Aunque en los estudios antes mencionados (Gelez *et al.*, 2004; Hawken *et al.*, 2008; Chanvallon *et al.*, 2009; Fernández *et al.*, 2011), las hembras tanto ovinas como caprinas con experiencia sexual no recibieron monta con intromisión de los machos antes del efecto macho. Por ello, el presente estudio se diseñó para conocer la respuesta sexual en las hembras con experiencia sexual y copuladas antes del efecto macho.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización del área de estudio**

El estudio se realizó en las instalaciones del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y en

el ejido Ricardo Flores Magón, localizados en el municipio de Torreón, Coahuila. Este municipio se encuentra a una latitud de 26°N y a una altitud que varía de 1100 a 1400 m sobre el nivel del mar (CONAGUA, 2000).

### **3.2. Hembras**

Se utilizaron hembras caprinas nacidas en promedio el día 10 enero ( $\pm 2$  días). Dichas hembras fueron separadas de sus madres a los tres días de edad y fueron alimentadas con leche de cabra hasta los 40 días de edad. A partir de esta edad y hasta que finalizó el estudio las hembras tuvieron acceso a heno de alfalfa *ad libitum* la cual contenía 18% de proteína cruda y 1.95 Mcal/kg de energía metabolizable y concentrado comercial conteniendo 18% de proteína cruda y 1.95 Mcal/kg de energía metabolizable, de acuerdo a sus requerimientos.

Las hembras fueron asignadas con al azar a dos grupos a partir de los 41 días de edad y fueron puestas en corrales abiertos (5 x 5m). El primer grupo de hembras con experiencia sexual (n = 10) tuvo contacto visual, auditivo, olfativo y táctil con 2 machos vasectomizados. Durante la estación reproductiva natural las hembras recibieron monta con intromisión de los machos vasectomizados. Las hembras permanecieron en contacto con los machos vasectomizados hasta la siguiente estación reproductiva (12 meses de edad). En el segundo grupo de hembras sin experiencia sexual (n = 9) fue aislado de machos de su misma especie.

### **3.3. Tratamiento de fotoperiodo aplicado a los machos cabríos**

Se utilizaron dos machos enteros con tres años de edad, además ya tenían experiencia sexual, estos machos fueron sometidos a 2.5 meses de días largos del 1 de noviembre al 15 de enero, posteriormente los machos percibieron las variaciones del

fotoperiodo natural. Los corrales donde fueron alojados los machos cabríos fueron equipados con lámparas fluorescentes de 75 watts cada una. Teniendo una intensidad luminosa en todo el corral de al menos 300 lux a nivel de los ojos de los machos. Dichas lámparas (8) 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 (Figura 3). A partir del 16 de enero, se suspendió la luz artificial y los machos recibieron las variaciones naturales del fotoperiodo hasta el final del experimento. Dicho tratamiento de fotoperiodo provoca un incremento en la secreción de testosterona y el volumen testicular, además estimula el comportamiento sexual de los machos (Delgadillo *et al.*, 2002). La alimentación de los machos consistió de alfalfa henificada (18% de proteína cruda) y concentrado comercial (14% de proteína cruda).



Figura 3. Tratamiento fotoperiodico aplicado a machos cabríos.

### **3.4. Preparación de las hembras**

En los días -20 y -10 de marzo previo a la introducción de los machos en los dos grupos de hembras se evaluó el estado anovulatorio de éstas, el cual fue determinado

por la ausencia de cuerpos lúteos. Para este fin se realizó un examen transrectal con un ultrasonido Aloka SSD-500, equipado con un transductor de 7.5 MHz (Evans *et al.*, 2000).

Tres días antes del inicio del experimento, el 22 de marzo cuando tenían 14 meses de edad, se determinó la condición corporal de las hembras experimentales, el cual indicó los siguientes valores:  $2.8 \pm 0.08$  y  $2.5 \pm 0.07$  para las hembras sin experiencia y con experiencia sexual, respectivamente ( $P > 0.05$ ).

### **3.5. Efecto macho**

El 25 de marzo a las 11:00 h los dos grupos de hembras sin experiencia y con experiencia sexual fueron puestos en contacto con 1 macho sexualmente activos. Los machos permanecieron con las hembras durante 15 días y se intercambiaron diariamente en cada grupo de hembras.

Para verificar que los machos estaban sexualmente activos, se observó cada macho de 08:00 a 8:20 en los días 0, 1 y 2, post-introducción de los machos con las hembras. Las conductas de actividad sexual registradas fueron: aproximaciones laterales, olfateos ano-genitales, intentos de monta, montas sin y con penetración, (Flores *et al.*, 2000; Loya-Carrera *et al.*, 2014; Figura 4).



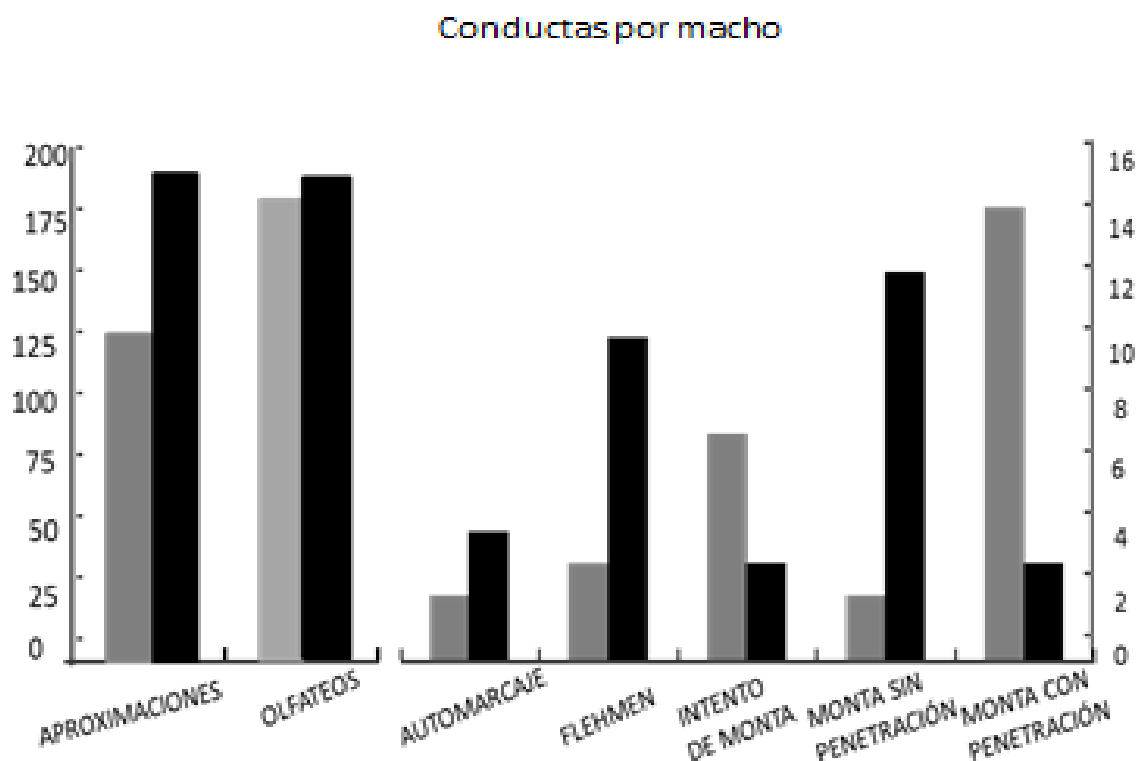


Figura 4. Frecuencias de aproximaciones, olfateos, automarcajes, flehemen, intentos de monta, monta sin intromisión y monta con intromisión en los machos expuestos a las hembras sin experiencia ■ y con experiencia sexual ■.

### 3.6. Variables evaluadas

#### Hembras

- **Porcentaje total de estros en los 15 días del efecto macho:** número total de cabras, expresado en porcentaje que mostraron al menos una conducta estral en los 15 días que el macho permaneció con las hembras.
- **Tasa de preñez:** Es el número expresado en porcentaje de hembras preñadas/número de hembras expuestas al macho, el cual se realizó a los 36 días post-introducción del macho con las hembras.

Para la medición de la conducta estral se registró el comportamiento estral dos veces al día mediante observación visual de las 08:00-09:00 h y de las 18:00-19:00 h, dichas observaciones fueron realizadas por personal capacitado y con experiencia. Se consideró que una hembra se encontraba en estro cuando permaneció inmóvil al ser montada por el macho (Chemineau *et al.*, 1992).

### **3.7. Análisis estadísticos**

Los porcentajes de hembras que mostraron comportamiento estral durante los 15 días de exposición al macho, en el primer y segundo comportamiento estral y la tasa de preñez fueron comparados entre los grupos de hembras utilizando la prueba Exacta de Fisher. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete estadístico SYSTAT13 (2009).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Porcentaje total de estros en los 15 días del efecto macho

El porcentaje de hembras que expresaron comportamiento estral durante los 15 días de exposición al macho sexualmente activo no difirió entre las cabras sin experiencia y con experiencia sexual con intromisión (100%, 9/9 y 80%, 8/10, respectivamente;  $P = 0.156$ ).

### 4.2. Tasa de preñez

El porcentaje de la tasa de preñez no difirió entre las hembras sin experiencia (88%, 8/9) y con experiencia sexual con intromisión (60%, 6/10;  $P = 0.153$ ).

## 5. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio muestran que las cabras anéstricas con experiencia sexual muestran similar respuesta estral y tasa de preñez que las cabras sin experiencia sexual expuestas a machos foto-estimulados. Entonces, los resultados encontrados en el presente estudio indican que en las cabras con experiencia y sin experiencia sexual expuestas a machos fotestimulados mostraron similar respuesta estral y reproductiva. Los resultados de la presente tesis, indican que los porcentajes de estros durante los 15 días de exposición al macho, así como la tasa de preñez no fueron diferentes significativamente entre las cabras con experiencia sexual copulatoria antes del efecto macho y sin experiencia expuestas a machos fotoestimulados.

En el presente estudio las cabras con experiencia sexual recibieron montas con intromisión durante la estación reproductiva natural previa al efecto machos mientras que las cabras sin experiencia sexual permanecieron aisladas de machos (sin señales auditivas, olfativas, visuales y táctiles) a partir que fue suspendida la lactancia artificial (40 días). En el presente estudio se esperaba encontrar mejor respuesta estral y reproductiva en aquellas hembras que recibieron todas las señales sensoriales del sexo opuesto así como la monta con intromisión del macho. Sin embargo, la respuesta estral no indicó diferencia significativa entre los dos grupos de cabras, con y sin intromisión previa del macho. La respuesta estral en las cabras con experiencia y sin experiencia sexual en el presente estudio es similar a los hallazgos reportados en estudios previos, donde fueron utilizadas cabras con experiencia sexual (Rivas-Muñoz *et al.*, 2007; Luna-Orozco *et al.*, 2008). Además, la alta respuesta estral (100%) observada en el grupo de cabras sin experiencia sexual en el presente estudio, y en comparación con la reportada

en ovejas sin experiencia sexual es considerablemente baja (24%; Murtagh *et al.*, 1984). La diferencia en la respuesta estral desplegada por las cabras del presente estudio y en las ovejas utilizadas por Murtagh *et al.* (1984), se encuentra en el tipo de macho utilizado, esto es, las cabras fueron expuestas a machos fotoestimulados y las ovejas fueron expuestas a machos tratados con testosterona. Asimismo, la tasa de preñez reportada en el actual estudio es similar a la observada en estudios previos, donde fueron utilizadas hembras con experiencia sexual antes del efecto macho (Bedos *et al.*, 2010; Loya-Carrera *et al.*, 2014).

En los caprinos, en el contexto del efecto macho, actividad que se lleva a cabo en la Comarca Lagunera (26°), está ampliamente reportado que los machos fotoestimulados, esto es, machos tratados previamente con días largos durante los meses de noviembre, diciembre, a mediados de enero, inducen e incrementan su actividad sexual en marzo y abril, meses considerados como parte del reposo sexual natural (Delgadillo *et al.*, 2002; Bedos *et al.*, 2014, Loya-Carrera *et al.*, 2014). Los machos fotoestimulados incrementan el nivel de testosterona, la producción espermática, el comportamiento sexual y el olor (Delgadillo *et al.*, 1999). Dichos componentes son elementos clave para estimular la actividad sexual en las hembras en anestro estacional. Además, está demostrado que los machos sexualmente inactivos (no tratados con días largos) son ineficientes para inducir la actividad sexual en las hembras anéstricas comparados con los machos sexualmente activos tratados con días largos (Muñoz *et al.*, 2016).

Entonces, la intensa actividad sexual desplegada por los machos fotoestimulados, es el elemento clave para inducir la respuesta sexual en las hembras anéstricas, esto es,

independientemente de que tengan experiencia sexual previa o sea la primera vez que están en contacto con el macho fotoestimulado.

## **6. CONCLUSIÓN**

Se concluye que las cabras anéstricas sin experiencia sexual muestran similar respuesta estral y reproductiva a las cabras con experiencia sexual expuestas a machos fotoestimulados.

## 7. LITERATURA CITADA

Aréchiga, C.F., Aguilera, J.I., Rincón, R.M., Méndez de Lara, S., Bañuelos, V.R., Meza-Herrera, C.A. 2008. Situación actual y perspectiva de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and Agroecosystem*. 9: 1-14.

Bedos, M., Flores, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Keller, M., Malpoux, B., Poindron, P. 2010. Four hours of daily contact with sexually active males is sufficient to induce fertile ovulation in anestrus goats. *Hormones and Behavior*. 58:473–7.

Bedos, M., Velázquez, H., Fitz, G., Flores, J.A., Hernández, H., Duarte, G. 2012. Sexually active bucks are able to stimulate three successive groups of females per day with a 4-hour period of contact. *Physiology and Behavior*. 106:259–63.

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.

Bittman, E.L., Karsch, F.J., Hopkins, J.W. 1983. Role of the pineal gland in ovine photoperiodism: regulation of seasonal breeding and negative feedback effects of estradiol upon luteinizing hormone secretion. *Endocrinology*. 113:329-336.

Braker, M.J.E., Udo, H.M.J., Webb, E.C. 2002. Impacts of intervention objectives in goat production within subsistence farming systems in South Africa. *South African Journal of Animal Science* 32:187-191.

Bronson, F.H., Heideman, P.D. 1994. Seasonal regulation of reproduction in mammals. En: Knobil E, Neil JD, editors. *The Physiology of Reproduction*. New York: Raven Press: 541-584.

Chanvallon, A., Fabre-Nys, C. 2009. In sexually naive anestrus ewes, male odour is unable to induce a complete activation of olfactory systems. *Behavioural Brain Research*. 205:272-279.

Chemineau, P., Daveau, A., Maurice, F., Delgadillo, J.A. 1992. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Ruminant Research*. 8:299-312.

CONAGUA. Disponible en: <http://sgp.cna.gob.mx/Publico/Mapoteca/Mapas.htm>.



Fecha de acceso: 28/10/2016.

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 goat in subtropical northern Mexico. *Theriogenology*. 52:727-737.

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

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., Fitz, R., G., Duarte, G., Véliz, F.G., Carrillo, E., Flores, J.A., Vielma, J., Hernandez, H., Malpaux, B. 2004. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reproduction Fertility and Development*. 16:471-478.

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., Véliz, L.I. 2010. Stimulation of reproductive activity in anovulatory Alpine goats exposed to bucks treated only with artificially long days. *Animal*. 4:2012-2016.

Delgadillo, J.A., Duarte, G., Flores, J.A., Vielma, J., Hernández, H., Fitz, G., Bedos, M., Fernández, I.G., Muñoz, M., Retana, M.S., Keller, M. 2012. Control of the sexual activity of goats without exogenous hormones: Use of photoperiod, male effect and nutrition. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 15:15-27.

Duarte, G., Nava, M.P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2010. Ovulatory activity of female goat adapted to the subtropics is responsive to photoperiod. *Animal Reproduction Science*. 120:65-70.

Evans, A.C.O., Duffy, P., Haynes, N., Boland, M.P. 2000. Waves of follicle development during the estrous cycle in sheep. *Theriogenology*. 53:699-715.

Fernández, I.G., Luna-Orozco, J.A., 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 of fertility in anestrus goats exposed to sexually active males. *Hormones and Behavior*. 60:484-488.

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. *Biology of Reproduction*. 62:1409-1414.

Gatica, M.C., Celi, I., Guzmán, J.L., Zarazaga, L.A. 2012. Utilización de fotoperiodo e implantes de melatonina para el control de la reproducción en caprinos Mediterráneos. *REDVET*. 13:10:1-15.

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

Hawken, P.A.R., Evans, A.C.O., Beard, A.P. 2008. Prior exposure of maiden ewes to rams enhances their behavioural interactions with rams but is not a prerequisite to their endocrine response to the ram effect. *Animal Reproduction Science*. 108:13-21.

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

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

Loya-Carrera, J., Bedos, M., Ponce, C., Hernandez, 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.

Malpoux, 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. *Journal of Endocrinology*. 122: 269-278.

Malpoux, B.; J.A. Delgadillo, J.A., Chemineau, P. 1997. Neuroendocrinología del fotoperiodo en el control de la actividad reproductiva. Seminario Internacional: Tópicos Avanzados en Reproducción Animal. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Estado de México. 145: 23-41.

Martin, G.B., Oldham, C.M., Cognié, Y., Pearce, D.T. 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams. A Review. *Livest. Production Science*. 15:219-247.

McNeilly, A. S., Alison Ducker, H. 1972. Blood levels of oxytocin in the female goat during coitus and in responses to stimuli associated with mating. *J Endocrinol*. 54:399-406.

Muñoz, A.L., Bedos, M., Aroña, R.M., Flores, J.A., Hernández, H., Moussu, 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 and Behavior*. 158:137-142.

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. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod*. 15:490-493.

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 of Animal Science*, 72:51-55.

Ponce, J.L., Velázquez, H., Duarte, G., Bedos, M., Hernández, H., Keller, M. 2014. Reducing exposure to long days from 75 to 30 days of extralight treatment does not decrease the capacity of male goats to stimulate ovulatory activity in seasonally anovulatory females. *Domest Animal Endocrinology*. 48:119–25.

Rivas, M.R., Fitz, G., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2007. Stimulation of estrous or discontinuous exposure to males. *Journal of Animal Science*. 85:1257-1263.

Romano J.E., Fernandez Abella, D. 1997. Effect of service and vaginal-cervical anesthesia on estrus duration in dairy goats. *Teriogenology*. 45:691-696.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2012. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/boletines2/paginas/2012B592.aspx>. Fecha de acceso: 2 de Octubre de 2016.

Shelton, M. 1980. Influence of the presence of a male goat on the initiation of oestrous cycling and ovulation of angora does. *Journal of Animal Science*. 19:56-162.

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.