

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



**La inexperiencia sexual en los machos foto-estimulados no
disminuye su capacidad para inducir la respuesta sexual en cabras
nulíparas o multíparas**

Tesis

**Que presenta PABLO IVÁN SIFUENTES LAMÓNT como
requisito parcial para obtener el título de**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila

Junio 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL CIENCIA ANIMAL

La inexperiencia sexual en los machos foto-estimulados
no disminuye su capacidad para inducir la respuesta
sexual en cabras nulíparas o múltiparas.

POR
PABLO IVÁN SIFUENTES LAMÓNT

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. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

VOCAL


DR. GERARDO DUARTE MORENO

VOCAL SUPLENTE


DRA. JESSICA ANABEL LOYA CARRERA


DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila

Junio 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL CIENCIA ANIMAL

La inexperiencia sexual en los machos foto-estimulados no
disminuye su capacidad para inducir la respuesta sexual en
cabras nulíparas o múltiparas

POR
PABLO IVÁN SIFUENTES LAMÓNT

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

PRESIDENTE


DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA

VOCAL


DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

VOCAL

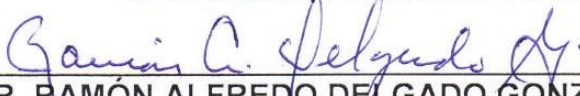

DR. GERARDO DUARTE MORENO

VOCAL


DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

VOCAL SUPLENTE


DRA. JESSICA ANABEL LOYA CARRERA


DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Torreón, Coahuila


Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal
Junio 2017

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, Lourdes Jacqueline Lamónt Martínez por haberme escogido como hijo y apoyarme toda la vida.

A mi hermana, Ana Cecilia Sifuentes Lamónt, por ser mi amiga y darme su incondicional apoyo.

A mi Alma Mater, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por aceptar mi ingreso y por contar con un equipo magistral de maestros.

A la Dra. Ilda Graciela Fernández García, por brindarme su ayuda y aceptarme en su proyecto de investigación.

A la Dra. Jessica Anabel Loya Carrera, por su ayuda en la elaboración de la presente tesis.

A los profesores del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA), Dr. Gerardo Duarte Moreno y Dr. Horacio Hernández Hernández, por ofrecerme sus recomendaciones y sabiduría, a lo largo de los estudios de licenciatura, en Clínica de Caprinos y Ovinos y en Pequeñas Especies, y en Metodología de la Investigación.

DEDICATORIAS

A mi madre, Lourdes Jacqueline Lamónt Martínez por siempre tener fe.

A mi hermana, Ana Cecilia Sifuentes Lamónt, mi compañera de aventuras.

A mi hija, Nader el motivo por estudiar la carrera de medicina veterinaria y zootecnia.

A mis amigos, Abel, Manuel, Maribel, Miguel y Susana, por su apoyo incondicional.

A las actrices, Elena, Lileana, Marycel y Maythe por sus palabras de aliento y buena vibra.

RESUMEN

Los machos cabríos sin experiencia sexual muestran bajo comportamiento sexual durante su primera exposición con las cabras, además inducen baja respuesta sexual en ellas. En el presente estudio se determinó si los machos cabríos sin experiencia sexual foto-estimulados inducen la respuesta sexual y reproductiva en las cabras anéstricas nulíparas y múltiparas mediante el efecto macho. En abril, los machos sin experiencia sexual fueron expuestos a dos grupos de cabras anéstricas, uno de nulíparas (n= 30) y el otro de múltiparas (n= 30) durante 15 días consecutivos. Se registró la frecuencia total de las conductas sexuales de los machos en los días 0, 1 y 2 post-introducción con ambos grupos de hembras. La frecuencia total de aproximaciones fue mayor en los machos en contacto con las múltiparas que con las nulíparas ($P = 0.001$). Asimismo, los olfateos ano-genital, los intentos de monta, los flehmen, el automarcaje, las montas con y sin intromisión no difirieron entre los machos expuestos a los dos grupos de hembras ($P > 0.05$). La proporción de ciclos cortos (53% y 63%; $P = 0.601$) y ciclos normales (43% y 30%; $P = 0.422$) no difirió entre cabras nulíparas y múltiparas. La tasa de gestación no difirió entre nulíparas (83%) y múltiparas (80%; $P = 1.00$). Se concluye que los machos sin experiencia sexual foto-estimulados son capaces de inducir la respuesta sexual en cabras anéstricas nulíparas o múltiparas mediante el efecto macho.

Palabras clave: Caprinos, experiencia sexual, efecto macho, fotoperiodo.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE CUADROS	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
HIPÓTESIS.....	3
OBJETIVO.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Estacionalidad reproductiva en los caprinos en zonas subtropicales.....	4
2.1.1 Machos.....	4
2.1.2 Hembras.....	6
2.2 El fotoperiodo.....	7
2.3 Factores que modifican la respuesta sexual en las hembras.....	8
2.3.1 Relaciones socio-sexuales.....	8
2.3.2 Experiencia sexual en las hembras.....	9
2.3.3 Número de partos.....	9
2.4 Factores que modifican la respuesta sexual en los machos.....	10
2.4.1 Comportamiento sexual en los machos.....	10
2.4.2 Tratamiento de luz artificial adicional en el macho para inducir la respuesta sexual en la hembra.....	11
2.4.3 Intensidad del comportamiento sexual del macho.....	12
3. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1 Localización del área de estudio.....	14
3.2 Machos.....	14
3.3 Tratamiento de fotoperiodo.....	15
3.4 Hembras.....	16
3.5 Efecto macho.....	17
3.6 Variables evaluadas.....	17
3.6.1 Machos.....	17
3.6.2 Hembras.....	17
3.6.3 Muestreo sanguíneo e Inmunoensayo.....	18
3.6.4 Análisis estadístico.....	19
4. RESULTADOS	20
4.1 Comportamiento sexual de los machos sin experiencia sexual.....	20
4.2 Respuesta de las cabras nulíparas y múltíparas al efecto macho.....	21
4.2.1 Ciclos ováricos cortos y ciclos ováricos normales.....	21
5. DISCUSIÓN	22
6. CONCLUSIÓN	24
7. LITERATURA CITADA	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variaciones anuales de las horas luz en el fotoperiodo (Adaptado de Duarte <i>et al.</i> , 2008)	4
Figura 2. Variaciones estacionales (promedio \pm SEM) 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 <i>et al.</i> , 1999).	5
Figura 3. Variaciones estacionales de la actividad ovulatoria en las cabras locales del norte de México (26° N) mantenidas en estabulación, alimentadas adecuadamente y sometidas a las variaciones naturales del foto-período (Modificada de Duarte <i>et al.</i> , 2008).....	7
Figura 4. Variaciones de las concentraciones plasmáticas de testosterona (promedio \pm SEM) en 3 grupos de machos locales del subtrópico mexicano (26°N) sometidos a las variaciones naturales del foto-período (testigo \square), o a 2.5 meses de días largos artificiales (16 h de luz) a partir del 1 de noviembre seguidos de la aplicación de 2 implantes subcutáneos de melatonina (DL + MEL, \bullet) o de días naturales (DL, \blacksquare) (Delgadillo <i>et al.</i> , 2002).....	11
Figura 5. Frecuencias en las aproximaciones, olfateos, automarcajes, flehmen, intento de monta, monta sin y con intromisión en machos sin experiencia sexual expuestos a cabras anéstricas nulíparas (\blacksquare) y múltíparas (\square)..	20

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Respuesta ovulatoria y reproductiva en cabras anéstricas nulíparas y multíparas expuestas a machos sin experiencia sexual foto-estimulados... .. 21

1. INTRODUCCIÓN

La caprinocultura es de gran importancia en México, ya que posee aproximadamente 10 millones de cabezas de ganado caprino. La Comarca Lagunera cuenta con el 4.8% del inventario nacional de ganado caprino (413 217 caprinos; SIAP, 2015). En dicha Comarca, esta actividad siempre ha reportado balance positivo en producción de leche y carne. En el año de 2013 se obtuvieron 60 358 000 litros de leche de cabra (SIAP, 2015), y en el 2014 aumentó a 61 678 000 litros, lo que representó una tasa de crecimiento de 2.2 % anual.

La Comarca Lagunera se ubica en los estados de Coahuila y Durango en el norte de México. En Coahuila, se encuentran los municipios de Torreón, Matamoros, San Pedro, Fco. I. Madero y Viesca, y en Durango, Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo, Mapimí, Rodeo, Nazas, San Juan de Guadalupe, San Luis del Cordero, General Simón Bolívar y San Pedro del Gallo.

Se ubica en el subtrópico mexicano falta agregar ubicación completa (latitud, 26°23' N y longitud, 104°47' O). Generalmente, la mayoría de los partos ocurren de noviembre a enero, lo que sugiere que la mayoría de las gestaciones ocurren entre finales de agosto, septiembre y octubre. Por ello, en las últimas décadas se han implementado alternativas que permitan romper dicha estacionalidad reproductiva, y por consiguiente lograr que las cabras tengan sus partos en la época que en condiciones naturales no ocurren (Delgadillo *et al.*, 2003).

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

Sin embargo, la respuesta de las hembras a esta bioestimulación puede ser influenciada por algunos factores como: la intensidad del comportamiento sexual del macho, el tiempo de contacto entre machos y hembras, la experiencia sexual del macho y de la hembra, y el número de partos (Murtagh *et al.*, 1984; Price *et al.*, 1998; Gelez *et al.*, 2004; Bedos *et al.*, 2012, 2014; Muñoz *et al.*, 2016).

En ovinos, los carneros sin experiencia sexual, son los machos que no han tenido contacto sexual previo con las hembras, y exhiben bajo comportamiento sexual durante su primera exposición a las hembras (Katz *et al.*, 1988; Price *et al.*, 1988). En cambio, en caprinos, los machos cabríos sin experiencia sexual foto-estimulados muestran alto comportamiento sexual durante su primer contacto con las cabras anéstricas múltiparas (hembras que han experimentado más de un parto en su vida productiva), además estos machos inducen eficientemente la respuesta sexual en dichas hembras (Flores, 2011). También, las hembras ovinas y caprinas nulíparas (aquellas que no han tenido parto en su vida productiva) muestran baja respuesta sexual (estro y

ovulación) comparadas con las multíparas (Martin *et al.*, 2004; Simões *et al.*, 2008; Chanvallon *et al.*, 2010).

Por ello, el presente estudio fue diseñado para determinar si los machos sin experiencia sexual foto-estimulados podrían inducir la respuesta sexual en cabras anéstricas nulíparas durante el efecto macho.

HIPÓTESIS

Los machos cabríos sin experiencia sexual foto-estimulados son capaces de inducir la respuesta sexual en las hembras anéstricas nulíparas y multíparas.

OBJETIVO

Comparar si los machos sin experiencia sexual foto-estimulados inducen la respuesta sexual y reproductiva en las cabras anéstricas nulíparas y multíparas mediante el efecto macho.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Estacionalidad reproductiva en los caprinos en zonas subtropicales

2.1.1 Machos

En las regiones subtropicales en los hemisferios norte o sur, la mayoría de las razas de caprinos y ovinos muestran una marcada estacionalidad reproductiva. En dichas especies los animales mantenidos bajo las variaciones naturales de luz 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). El fotoperiodo en esta región varía de 13 h 41 min de luz en el solsticio de verano a 10 h 19 min de luz en el solsticio de invierno (Duarte *et al.*, 2008; Figura 1).

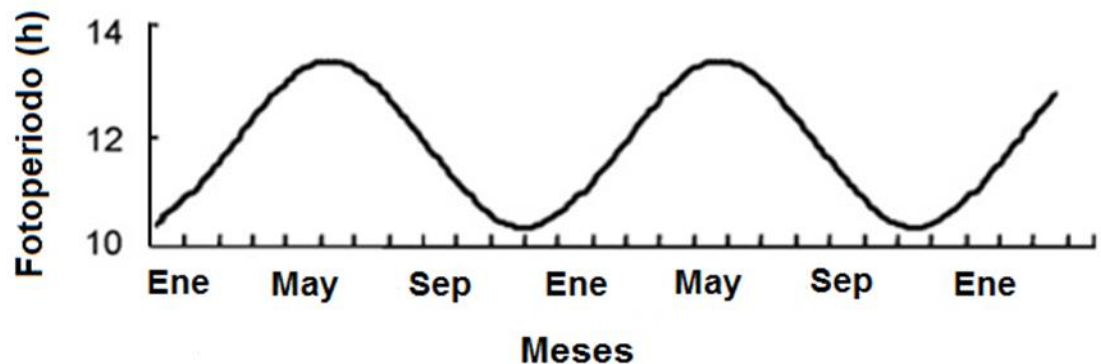


Figura 1. Variaciones anuales de las horas luz en el fotoperiodo (Adaptado de Duarte *et al.*, 2008)

En los machos cabríos de la raza Payoya localizadas en el sur de España (37° N), y en los locales de la Comarca Lagunera localizados en la zona subtropical del norte de México (26° N), la estación sexual inicia en mayo-junio y termina en diciembre-enero, presentando un periodo de reposo sexual que

inicia en enero-febrero y termina en abril-mayo (Delgadillo *et al.*, 1999, 2002; Zarazaga *et al.*, 2009).

Durante la estación sexual, el peso testicular, las concentraciones plasmáticas de testosterona, el olor, el comportamiento sexual y la producción espermática cuantitativa y cualitativa son elevados. En cambio, durante el periodo de reposo sexual (invierno-primavera) los valores de las variables antes mencionadas se muestran bajos, o a nivel basal (Walkden-Brown *et al.*, 1997; Pérez-Clariget *et al.*, 1998; Delgadillo *et al.*, 1999; Figura 2).

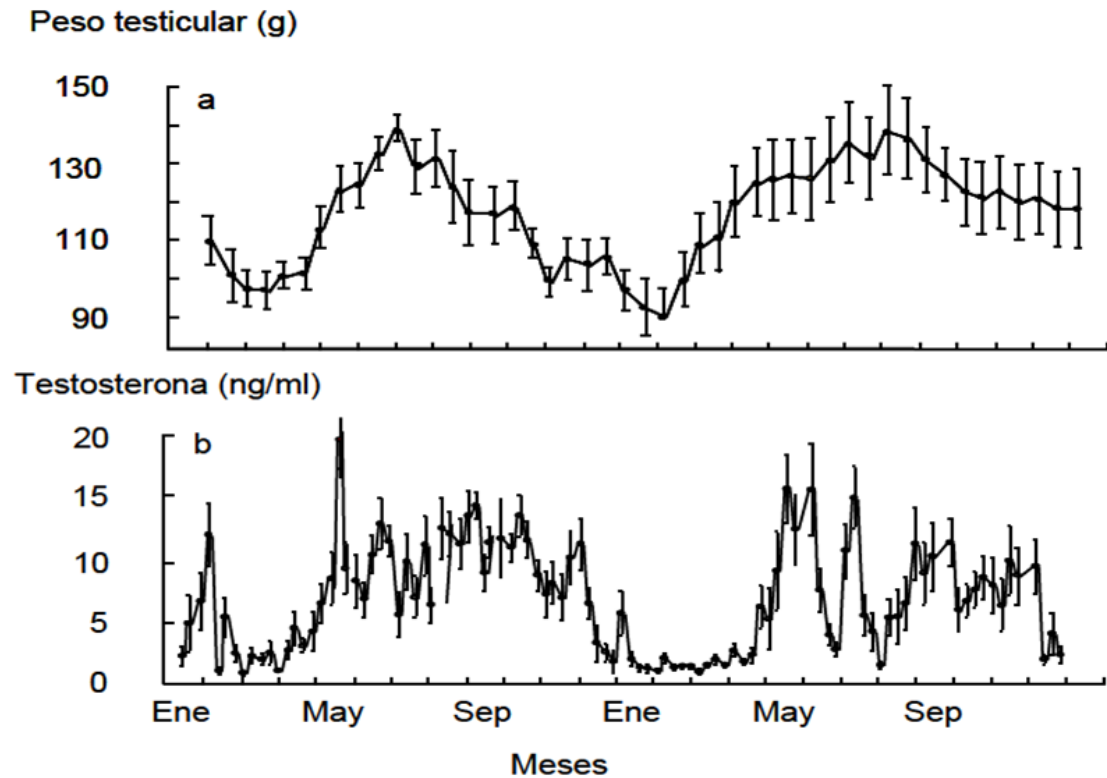


Figura 2. Variaciones estacionales (promedio \pm EEM) del peso testicular (a) y las concentraciones plasmáticas de testosterona (b) de los machos cabríos locales del norte de México (26° N) mantenidos en estabulación (Modificada de Delgadillo *et al.*, 1999).

2.1.2 Hembras

Las hembras originarias de latitudes subtropicales, también manifiestan estacionalidad reproductiva. Está documentado que en las cabras adaptadas u originarias del subtrópico de México (26°N), las locales de Argentina (30°S) y las Cashmere de Australia (29°S), la estación sexual se caracteriza por la presencia de ciclos ovulatorios y estrales cada 21 días, iniciando en el otoño y terminando en el invierno (Restall, 1992).

En las hembras de la raza Malagueña localizadas en el sur de España (36° N), y en aquellas de la Comarca Lagunera, la estación sexual inicia en agosto-septiembre y termina en febrero-marzo (Gómez-Brunet *et al.*, 2003; Duarte *et al.*, 2008).

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

Hembras ovulando (%)

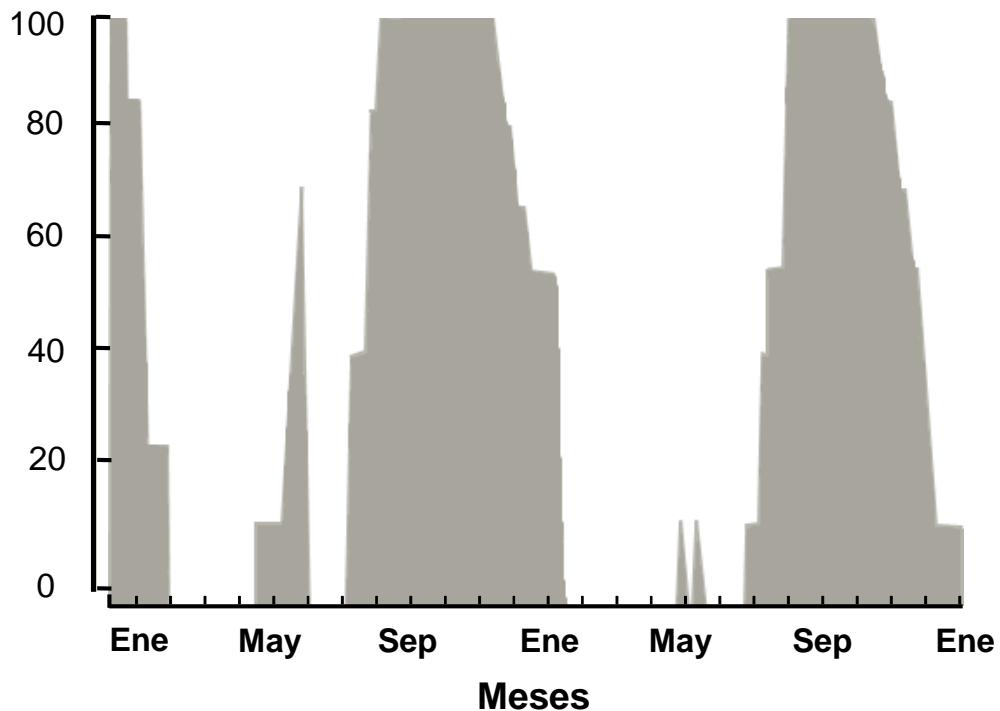


Figura 3 Variaciones estacionales de la actividad ovulatoria en las cabras locales del norte de México (26° N) mantenidas en estabulación, alimentadas adecuadamente y sometidas a las variaciones naturales del foto-período (Modificada de Duarte *et al.*, 2008).

2.2 El fotoperíodo

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

En el subtrópico, en dicha especie los animales mantenidos bajo las variaciones naturales de luz, la actividad sexual la inician durante los días más largos del año y termina en los días más cortos del año (Walkden-Brown *et al.*, 1994; Delgadillo *et al.*, 1999, 2002; Duarte *et al.*, 2008). Los días largos sincronizan probablemente el inicio de la estación reproductiva, mientras que

los días cortos determinan la duración de la actividad sexual (Malpaux *et al.*, 1989).

El fotoperiodo se encuentra regulado por medio de la secreción de la melatonina, secretada por la glándula pineal, la secreción de la melatonina se estimula por medio de la información luminosa, la cual es percibida inicialmente por la retina y se trasmite por vía nerviosa (Malpaux *et al.*, 1987; 1997; Delgadillo y Chemineau, 1992; Delgadillo *et al.*, 2001). La duración de la secreción de esta hormona depende de la duración del periodo de obscuridad (Malpaux *et al.*, 1987, 1988; Delgadillo y Chemineau, 1992; Delgadillo *et al.*, 2001).

Las secreciones de melatonina en los días cortos actúan en el hipotálamo premamilar para estimular la secreción de la GnRH y por consecuencia las gonadotropinas LH y FSH (Malpaux *et al.*, 1999).

2.3 Factores que modifican la respuesta sexual en las hembras

2.3.1 Relaciones socio-sexuales

En los caprinos y ovinos, las relaciones socio-sexuales modifican la actividad sexual en las hembras (Ungerfeld, 2007). Además, está reportado que la introducción de un macho a un grupo de hembras caprinas y ovinas en anestro estacional induce la actividad sexual. Esta técnica de bioestimulación de la actividad sexual en las hembras mediante la introducción de un macho se le conoce como efecto macho (Underwood, 1944; Shelton, 1960; Delgadillo *et al.*, 2015).

2.3.2 Experiencia sexual en las hembras

Estudios previos indican que la experiencia sexual modifica la respuesta sexual en las hembras (Gelez *et al.*, 2004). Las hembras adquieren experiencia sexual mediante las relaciones socio-sexuales, por el contacto sexual con el sexo opuesto, por el contacto restringido con el macho y por la exposición repetida al mismo estímulo visual, auditivo o táctil (Gelez *et al.*, 2004; Fernández *et al.*, 2011; Loya-Carrera *et al.*, 2017).

En ovinos, la respuesta sexual de las ovejas sin experiencia sexual muestra cambios significativos. Por ejemplo, las ovejas sin experiencia sexual ovulan en menor proporción (27%) que aquellas con experiencia sexual (73%; Murtagh *et al.*, 1984). Además, las ovejas sin experiencia sexual son menos proceptivas y receptivas que aquellas con experiencia sexual (Gelez *et al.*, 2004; Hawken *et al.*, 2008).

En los caprinos, un estudio reciente indica que las hembras locales de la Comarca Lagunera, de 14 meses de edad, sin experiencia y con experiencia sexual muestran conductas proceptivas y de receptividad de manera similar cuando son expuestas a machos con experiencia sexual foto-estimulados (Loya-Carrera *et al.*, 2017).

2.3.3 Número de partos

Estudios previos muestran que el número de partos que ha tenido hembra influye en la eficiencia reproductiva. 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 (hembras que no han tenido un parto) comparadas con las hembras múltiparas (hembras que con más de un parto).

Sin embargo, Luna-Orozco *et al.* (2008), demostraron que el número de parto, en ovejas o cabras no modifica la respuesta sexual si se exponen a machos con experiencia sexual sexualmente activos durante el efecto macho. Estos investigadores reportaron que las cabras nulíparas y múltiparas exhiben respuesta estral y ovulatoria similar (100% 100% y 100% 95%, respectivamente).

2.4 Factores que modifican la respuesta sexual en los machos

2.4.1 Comportamiento sexual en 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 montas, el automarraje, el flehmen y las montas con intromisión (Flores *et al.*, 2000; Fabre-Nys, 2000). Los machos sometidos a un tratamiento de foto-periodo presentan un mayor despliegue de comportamiento sexual, siendo a su vez más eficientes para estimular la respuesta sexual en las hembras sometidas al efecto macho.

2.4.2 Tratamiento de luz artificial adicional en el macho para inducir la respuesta sexual en la hembra

Los machos que han sido sometidos a un tratamiento de luz son más eficientes para inducir la respuesta sexual (estro y ovulación) en las cabras anéstricas en comparación con los machos que se encuentran en reposo sexual natural (Delgadillo *et al.*, 2002; Delgadillo *et al.*, 2015; Figura 4).

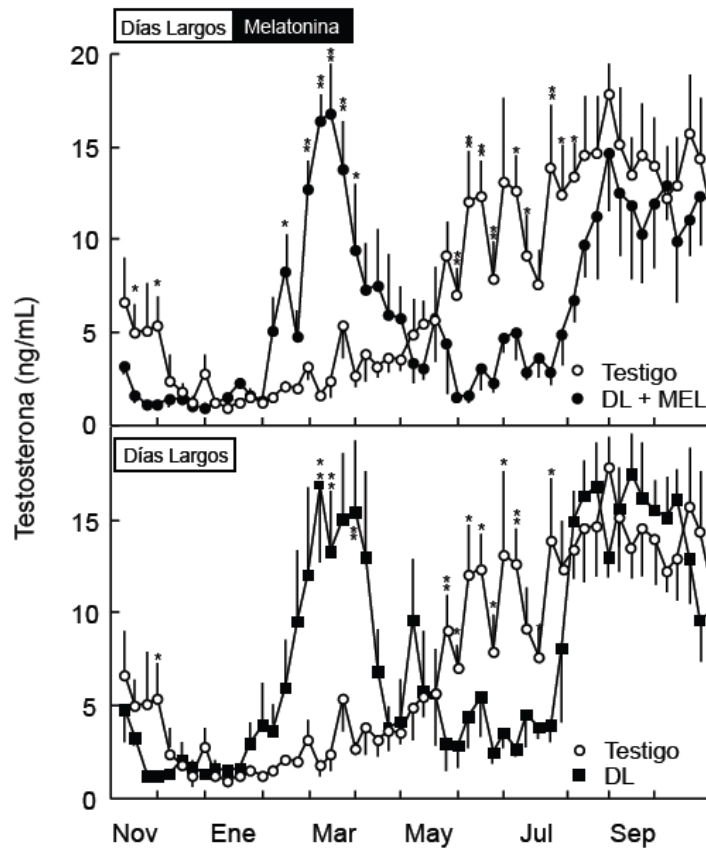


Figura 4. Variaciones de las concentraciones plasmáticas de testosterona (promedio \pm EEM) en 3 grupos de machos locales del subtrópico mexicano (26°N) sometidos a las variaciones naturales del foto-período (testigo \square), o a 2.5 meses de días largos artificiales (16 h de luz) a partir del 1 de noviembre seguidos de la aplicación de 2 implantes subcutáneos de melatonina (DL + MEL, \bullet) o de días naturales (DL, \blacksquare). Las muestras sanguíneas fueron obtenidas una vez a la semana (Delgadillo *et al.*, 2002).

2.4.3 Intensidad del comportamiento sexual del macho

En un estudio realizado por Perkins *et al.* (1994), definieron a los carneros como sexualmente inactivos si exhibían nivel bajo de comportamiento sexual, y a aquellos que mostraron un alto desempeño sexual los llamaron machos con alto comportamiento sexual. En otro estudio Perkins y Fitzgerald (1994), detectaron mayores ovulaciones en ovejas que fueron expuestas a machos con nivel alto de comportamiento sexual que aquellas expuestas a machos con nivel bajo de comportamiento sexual (95% y 78%, respectivamente).

En otro estudio, fueron expuestos dos grupos de machos, uno sexualmente inactivos (mantenidos en condiciones de fotoperiodo natural) y otro de machos sexualmente activos (sometidos a un tratamiento de fotoperiodo de días largos por 2. 5 meses más melatonina) a hembras anéstricas. Los resultados indicaron menor porcentaje de ovulaciones en las hembras expuestas a los machos sexualmente inactivos, en cambio la totalidad de las cabras ovularon cuando fueron expuestas a machos sexualmente activos (6% y 100%, respectivamente; Flores *et al.*, 2000).

Delgadillo *et al.* (2015) demostraron que la presencia de machos sexualmente activos, aquellos que han sido sometidos previamente a un tratamiento de días largos (16 h luz/día), mantuvieron la actividad cíclica ovárica en las hembras. En dicho estudio se demostró que todas las hembras que permanecieron en contacto con machos sexualmente activos mostraron ciclos ováricos (determinada mediante progesterona plasmática) durante dos estaciones reproductivas consecutivas (en anestro), mientras que las hembras expuestas a machos inactivos, no mostraron ciclos ováricos cerca del 5to mes en cada año del experimento.

2.4.4 Experiencia sexual en los machos

De manera general, los machos en algunas especies mamíferas cuando se exponen por primera vez a las hembras muestran bajo comportamiento sexual (Katz *et al.*, 1988). Por ejemplo, Hulet *et al.* (1964), observaron que, al exponer carneros por primera vez a hembras receptivas, estos machos fueron sexualmente inactivos (644/2175, 30%). También está reportado cuando se crían carneros en un solo grupo unisexual (solo machos), estos machos al llegar a la edad adulta muestran un bajo desempeño sexual al exponerlos a las ovejas por primera vez, además muestran baja tasa de eyaculación (Price *et al.*, 1994). Asimismo, cuando se expusieron carneros jóvenes sin experiencia sexual por primera vez a ovejas en estro, estos machos muestran bajo comportamiento sexual (20-35%; Katz *et al.*, 1988; Price *et al.*, 1998). Estos estudios sugieren que los machos sin experiencia sexual exhiben bajo comportamiento sexual durante su primera exposición a las ovejas. En cambio, en caprinos, los machos sin experiencia sexual foto-estimulados, además de haber sido criados en grupo unisexual son capaces de mostrar comportamiento sexual durante el primer contacto con las cabras anéstricas, mostrando comportamiento sexual similar al mostrado por los machos con experiencia sexual (Flores, 2011; Bedos *et al.*, 2014).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del área de estudio

El presente estudio se realizó en Torreón, Coahuila, este municipio se encuentra en la latitud, 26°23' N, longitud, 104°47' W, y altitud de 1100 msnm (CONAGUA, 2000).

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

3.2 Machos

Se utilizaron machos cabríos locales (n = 6) de la Comarca Lagunera con fecha promedio de nacimiento del 29 de diciembre (± 2.0 días; \pm eem). 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 hembras y de otros machos de su misma especie. La alimentación proporcionada se basó en alfalfa henificada *ad libitum* (que contenía 18% de proteína cruda y 1.95 Mcal/kg de energía) y en concentrado comercial (18% de proteína cruda y 2.05 Mcal/kg de energía) de acuerdo a sus requisitos nutricionales. El agua y los minerales se les proporcionó a libre acceso.

3.3 Tratamiento de fotoperiodo

Cuando los machos contaban con 11 meses de edad fueron sometidos a un tratamiento de fotoperiodo artificial. Este tratamiento de fotoperiodo 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 recibieron las variaciones de la luz natural. 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).

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 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. A partir del 16 de enero de 2015, se suspendió la luz artificial. Los machos fueron alimentados con alfalfa henificada (18% de PC) y concentrado comercial (14% de PC).

En marzo, cuando los machos tenían 15 meses de edad, contaban con peso corporal y condición corporal promedio de 40.0 ± 1.5 kg y 2.8 ± 0.08 , respectivamente.

3.4 Hembras

Se conformaron dos grupos de hembras pertenecientes a un mismo hato caprino, un grupo de hembras nulíparas ($n = 30$) y el otro por hembras multíparas ($n = 30$). La edad promedio de las hembras nulíparas fue de 1.5 años y de las multíparas fue de 3.5 años. En marzo, 20 y 10 días antes de iniciar el experimento, todas las cabras experimentales fueron sometidas a un estudio de ultrasonografía transrectal para determinar el estado ovárico en las hembras, para ello se utilizó el dispositivo marca Aloka SSD- 500 el cual estaba conectado a un transductor de 7.5 MHz lineal. Los resultados indicaron que las hembras se encontraban anovulatorias. La alimentación de las hembras fue *ad libitum* y se basó en alfalfa henificada con 18% de proteína cruda y 1.95 Mcal/kg de energía, de acuerdo a sus requisitos nutricionales. El de agua y los minerales se les proporcionó *ad libitum*.

Tres días antes del inicio del experimento las hembras nulíparas (10/subgrupo) y multíparas (10/subgrupo) fueron puestas en corrales (4 x 4 m), con la finalidad de que se adaptaran a las condiciones experimentales.

En marzo, al iniciar el experimento, la condición corporal en las hembras nulíparas y multíparas fue de 2.8 ± 0.08 y 2.5 ± 0.07 , respectivamente ($P = 1.00$).

3.5 Efecto macho

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

3.6 Variables evaluadas

3.6.1 Machos

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

3.6.2 Hembras

Se determinaron los ciclos cortos y normales. Se consideró un ciclo corto cuando el nivel de plasmático de progesterona se incrementó (≥ 0.5 ng/ml) del 2-7 día post-introducción del macho para posteriormente bajar de nuevo al nivel basal y volviendo a incrementarse de los días 7-9 post-introducción del macho. Asimismo, es considerado un ciclo normal cuando se presentó un incremento sostenido en el nivel de progesterona de los días 2-7 post-introducción del

macho (Chemineau *et al.*, 2006). La tasa de preñez (número de hembras preñadas/número de hembras expuestas al macho) se obtuvo mediante ultrasonografía abdominal a los 50 días post-introducción del macho. Para este fin se utilizó el mismo equipo de ultrasonido conectado a la sonda abdominal de 3.5 MHz.

3.6.3 Muestreo sanguíneo e Inmunoensayo

El muestreo sanguíneo para determinar el nivel plasmático de progesterona se llevó a cabo durante 16 días consecutivos (días 0-15) post-introducción de los machos. Las muestras fueron colectadas mediante venopunción de la vena yugular, y se depositaron en tubos de 5 ml conteniendo heparina (30 μ L) como anticoagulante. El plasma se obtuvo mediante centrifugación de las muestras sanguíneas a 3500 \times g durante 30 min, posteriormente el plasma fue almacenado a -20°C hasta que se llevó a cabo la determinación hormonal. La concentración de progesterona plasmática se determinó mediante Radioinmunoensayo (PROG-CTRIA Cisbio Bioassays) de acuerdo a la técnica descrita por Grajales *et al.* (2010). La sensibilidad del ensayo fue 0.05 ng/ml. El coeficiente de variación intra-ensayo fue de 9.13%.

3.6.4 Análisis estadístico

En los machos, la frecuencia total de cada comportamiento sexual fue comparada entre grupos con la prueba Chi cuadrada. Los ciclos cortos y normales y la tasa de gestación fueron comparadas entre grupos con la prueba exacta de Fisher. El análisis estadístico se realizó con el software SYSTAT 13 (2009).

4. RESULTADOS

4.1 Comportamiento sexual de los machos sin experiencia sexual

Durante los días 0, 1 y 2 post-introducción de los machos con las hembras, se registró la frecuencia total de las conductas sexuales. La frecuencia en las aproximaciones fue mayor en los machos en contacto con las multíparas que con las nulíparas ($P = 0.001$). Asimismo, los olfateos no difirieron entre los machos en contacto con las nulíparas y multíparas ($P > 0.05$). También, los intentos de monta, los flehmen, el automarcaje, las montas con y sin intromisión no difirieron entre los machos en contacto expuestos a los dos grupos de hembras ($P > 0.05$, en todas las conductas; Figura 5).

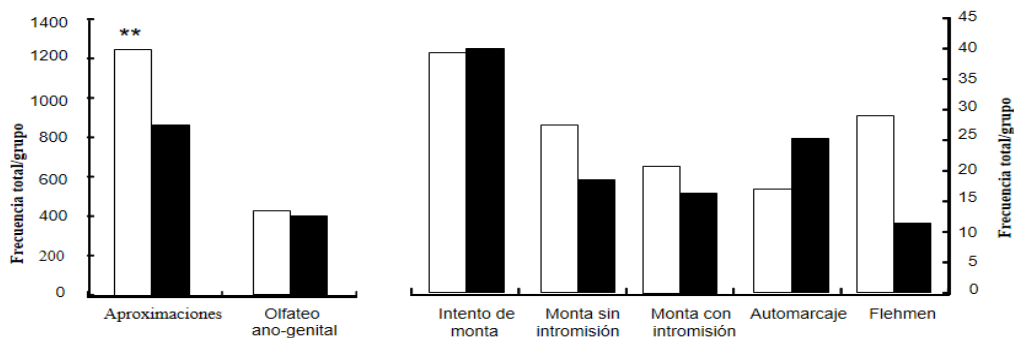


Figura 5. Frecuencias en las aproximaciones, olfateos, automarcajes, flehmen, intento de monta, monta sin y con intromisión en machos sin experiencia sexual expuestos a cabras anéstricas nulíparas (■) y multíparas (□). El comportamiento sexual fue observado 1 h (08:00-09:00) los días 0, 1 y 2 post-introducción de los machos a los grupos de hembras. Los machos recibieron un tratamiento de fotoperiodo mediante la exposición de días largos artificiales (16 h de luz/día) del 1 de noviembre al 15 de enero. **($P < 0.001$).

4.2 Respuesta de las cabras nulíparas y multíparas al efecto macho

4.2.1 Ciclos ováricos cortos y ciclos ováricos normales

El porcentaje de hembras que presentaron ciclos ováricos cortos y normales no difirió entre nulíparas y multíparas ($P = 0.60$ y $P = 0.42$, respectivamente; Tabla 1; Figura 2). Asimismo, el porcentaje de preñez no difirió entre las nulíparas y multíparas ($P = 1.00$; Cuadro 1) expuestas a los machos sin experiencia sexual.

Cabras	n	Ciclos cortos (%)	Ciclos normales (%)	Tasa de preñez (%)
Nulíparas	30	54 ^a	46 ^a	83 ^a
Multíparas	30	64 ^a	36 ^a	80 ^a

Literales iguales en la misma columna indica no diferencia significativa.

Cuadro 1. Respuesta ovulatoria y reproductiva en cabras anéstricas nulíparas y multíparas expuestas a machos sin experiencia sexual fotoestimulados. Los machos recibieron un tratamiento de fotoperiodo mediante la exposición a días largos artificiales (16 h de luz/día) del 1 de noviembre al 15 de enero.

5. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio muestran que los machos sin experiencia sexual foto-estimulados estimularon la actividad sexual tanto en las nulíparas y como en las múltiparas. De hecho, la actividad ovulatoria fue alta y similar entre las nulíparas y múltiparas. Las proporciones de ciclos cortos y normales fueron similares entre las nulíparas y múltiparas. De hecho, la tasa de gestación no difirió entre los dos grupos de cabras.

Los resultados del presente estudio muestran que los machos sin experiencia sexual exhibieron conductas sexuales como olfateos ano-genitales, aproximaciones, flehmen, intento de monta, monta con y sin intromisión durante el primer contacto (día 0) con las nulíparas y el mismo comportamiento los exhibieron con las múltiparas. En nuestro estudio el nivel comportamiento sexual mostrado por los machos sin experiencia sexual foto-estimulados es similar al desplegado por machos con experiencia sexual foto-estimulados reportado en estudios previos (Bedos *et al.*, 2014; Delgadillo *et al.*, 2011; Ponce *et al.*, 2014; Loya-Carrera *et al.*, 2014). Aunque, en el presente estudio los machos sin experiencia mostraron variación en las frecuencias en las aproximaciones (días 1 y 2) y olfateos ano-genitales (día 2). Esta variación en el comportamiento sexual en los machos sin experiencia sexual también se ha observado en machos con experiencia sexual de acuerdo a reportes previos donde los machos fueron sometidos a un tratamiento de fotoperiodo, y posteriormente expuestos a hembras anéstricas en el contexto del efecto macho (Loya-Carrera *et al.*, 2014; Luna-Orozco *et al.*, 2008). Por el contrario, nuestros resultados difieren de los reportados en carneros sin experiencia

sexual, donde un porcentaje considerable (26-28%) mostró inactividad sexual durante la primera interacción sexual con las hembras y aquellos machos que mostraron actividad sexual, el comportamiento sexual desplegado fue bajo (Katz *et al.*, 1988; Price *et al.*, 1994). Una posible explicación del bajo comportamiento sexual mostrado por los carneros sin experiencia sexual y contrastante con el alto nivel del comportamiento sexual desplegado por los machos cabríos sin experiencia sexual, se debe a que los machos sin experiencia sexual recibieron previamente un tratamiento de fotoperiodo artificial (del 1 de noviembre al 15 de enero). Está demostrado que los machos tratados con días largos incrementan su comportamiento sexual, olor y vocalizaciones características que influyen en la respuesta sexual de las hembras (Martínez-Alfaro *et al.*, 2014).

En la presente tesis el porcentaje de ciclos cortos y normales fue similar entre las cabras nulíparas y múltiparas (>55% y >32%). En cambio, en las ovejas un mayor porcentaje de múltiparas exhibieron ciclos normales comparadas con las nulíparas (67% y 0%, respectivamente; Chanvallon *et al.*, 2010). De igual manera, los machos sin experiencia sexual fertilizaron un alto porcentaje de cabras tanto nulíparas como múltiparas (>83%), este porcentaje es similar al reportado en estudios previos donde las cabras fueron expuestas a machos con experiencia sexual foto-estimulados (Bedos *et al.*, 2012; Ponce *et al.*, 2014; Loya-Carrera *et al.*, 2014). Por el contrario, en ovejas la tasa de preñez fue más baja (7.4%) cuando fueron expuestas a machos jóvenes con falta de experiencia sexual que en aquellas en contacto con machos adultos (28.1%; Ungerfeld *et al.*, 2008). Los resultados antes mencionados muestran que la aplicación previa de un tratamiento de fotoperiodo es posible inducir el

comportamiento sexual en los machos sin experiencia sexual durante el reposo sexual y estimular la actividad sexual de las cabras anéstricas sin considerar si las hembras han experimentado o no un parto.

6. CONCLUSIÓN

Los machos sin experiencia sexual foto-estimulados son capaces de inducir la respuesta sexual y reproductiva en cabras anéstricas nulíparas y multíparas durante el efecto macho.

7. LITERATURA CITADA

- Bedos, M., Velázquez, H., Fitz-Rodríguez, G., Flores, J.A., Hernández, H., Duarte, G., Vielma, J., Fernández, I.G., Retana-Martínez, M.S., Muñoz-Gutiérrez, M., Keller, M., Delgadillo, J.A. 2012. Sexually active bucks are able to stimulate three successive groups of females per day with a 4- hour period contact. *Physiol. & Behav.* 206, 259-263.
- 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. *Domest. Anim. Endocrinol.* 48:93-99.
- Chanvallon, A., Blache, D., Chadwick, A., Esmaili, T., Hawken, P.A.R., Martin, G.B., 2010. Sexual experience and temperament affect the response of Merino ewes to the ram effect during the anoestrous season. *Anim. Reprod. Sci.* 119, 205-2011.
- Chemineau, P., Pellicer-Rubio, M.T., Lassoued, N., Khaldi, G., Monniaux, D., 2006. Male-induced short oestrous and ovarian cycles in sheep and goats: a working hypothesis. *Reprod. Nutr. Dev.* 46, 417- 429.
- CONAGUA. Disponible en: <http://sgp.cna.gob.mx/Publico/Mapoteca/Mapas.htm>.
Fecha de acceso: 28/10/2016.
- 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., 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., 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., Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Malpoux, 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-Rodríguez G, Duarte G, Veliz 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., Véliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Hernández, H., Fernández, I.G., 2006. Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. *Reprod. Nutr. Dev.* 46, 391-400.
- 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. *Behav. Brain Res.* 200: 304–314.

- Delgadillo, J.A., Vélez, L.I., 2010. Stimulation of reproductive activity in anovulatory Alpine goats exposed to bucks treated only with artificially long days. *Animal*. 10, 1-5.
- 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., Ungerfeld, R., Flores, J.A., Hernández, H., Fitz-Rodríguez, 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.* 46,687–91.
- Delgadillo, J.A., Vielma, J., Hernández, 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 anestrous goats that have been previously exposed to bucks. *Horm. Behav.* 62, 525–30.
- 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.
- 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 anestrus goats exposed to sexually active males. *Horm. Behav.* 60, 484-488.
- Flores, J.A., Véliz, F.G., Pérez-Villanueva, J.A., Martínez De La Escalera, G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpaux, 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.
- Flores Medina, Elizabeth., 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 Maestría UAAAN, Torreón México, 50 pp.
- 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.
- 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 pre-requisite to their endocrine response to the ram effect. *Anim. Reprod. Sci.* 108: 13-21.

- Hulet, C. V., R. L. Blakwell and S. K. Ercanbrack. 1964. Observations on sexually inhibited rams. *J. Anim. Sci.* 23:1095
- Katz, L.S., Price, E.O., Wallach, S.J.P., Zenchak, J.J., 1988. Sexual performance of rams reared with or without females after weaning. *J. Anim. Sci.* 66, 1166.
- 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.
- Loya-Carrera, J. A., Ramírez, S., Terrazas, A., Hernández, H., Vielma, J., Duarte, G., & Fernández, I. G. (2017). Sexually inexperienced anestrous goats are able to exhibit sexual behaviors exposed to sexually active bucks. *J. Anim. Behav. Biometeorol*, 5(2), 64-71.
- Luna-Orozco, J.R., Fernández, I.G., Gelez, H., Delgadillo, J.A. 2008. Parity of female goats does not influence their estrous and ovulatory responses to the male effect. *Anim. Reprod. Sci.* 106:352-360.
- 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., Chemineau, P., Moenter, S.M., Wayne, N.L., Woodfill, C.J.L., Karsch, F., 1988. Reproductive and refractoriness of the ewe to inhibitory photoperiod is not caused by alteration of the circadian secretion of melatonin. *Neuroendocrinology.* 48, 264-270.

- 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., Viguié, C., Skinner, D.C., Thiéry, J.C., Pelletier, J., and Chemineau, P., 1996. Seasonal breeding in sheep mechanism of action of melatonin. *Anim. Reprod. Sci.* 42, 109-117.
- Malpaux, B., Vigué, C., Skineer, D., Thiéry, J.C., Pellerter, J., Chemineau, P., 1997. Control of the circannual rhythm of reproduction by melatonin in the ewe. *Brain. Res. Bull.* 44, 431-438.
- Malpaux, B., Thiéry, J.C., Chemineau, P., 1999. Melatonin and the seasonal control of reproduction. *Reprod. Nutr. Dev.* 39, 355-366.
- 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.
- Martin G.B, Rodger J, Blache D. 2004. Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. *Reprod Fertil Dev.*, 491-501

- Martínez-Alfaro, J.C., Hernández, H., Flores, J.A., Duarte, G., Fitz-Rodríguez, G., Fernández, I.G., Bedos, M., Chemineau, P., Keller, M., Delgadillo, J.A., Vielma, J., 2014. Importance of intense male sexual behavior for inducing the preovulatory LH surge and ovulation in seasonally anovulatory female goats. *Theriogenology*. 82, 1028–1035.
- Muñoz, A.L., Bedos, M., Aroña, R.M., Flores, J.A., Hernández, H., Moussub, C., Briefer, E.F., Chemineau, P., Keller, M., Delgadillo, J.A., 2016. Efficiency of the male effect with photostimulated bucks does not depend on their familiarity with goats. *Physiol. Behav.* 158, 137-142.
- Murtagh, J.J., Gray, S.J., Linsay, 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.
- Pérez Clariget, R., Forsberg, M., Rodríguez-Martínez, H., 1998. Seasonal variation in live weight, testes size, testosterone, LH secretion, melatonin and thyroxine in Merino and Corriedale rams in a subtropical climate. *Acta Vet Scand.* 39, 35-47
- 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.
- Ponce, J.L., Velázquez, H., Duarte, G., Bedos, M., Hernández, H., Keller, M., Chemineau, P., Delgadillo, J.A., 2014. Reducing exposure to long days from 75 to 30 days of extra-light treatment does not decrease the capacity of male goats to stimulate ovulatory activity in seasonally anovulatory females. *Domest. Anim. Endocrinol.* 48, 119–125.

- Price, E. O., and S.J.R. Wallach. 1990. Rearing bulls with females fails to enhance sexual performance. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 26:339-347.
- Price, E.O., Estep D.Q., Wallach, S.J., Dally, M.R., 1991. Sexual performance of rams as determined by maturation and sexual experience. *J. Anim. Sci.* 69, 1047-1052.
- Price, E.O., Borgwardt, R., Blackshaw, J.K., Blackshaw, A., Dally, M.R., Erhard, H., 1994. Effect of early experience on the sexual performance of yearling rams. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 42, 41–48.
- Price, E.O., Borgwardt, R., Orihuela, A., 1998. Early sexual experience fails to enhance sexual performance in male goats. *J Anim Sci.* 76, 718-720.
- Restall, B.J., 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim Reprod Sci.* 27, 305-318.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2001. NORMA oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. *Diario Oficial de Federación*, 22 de Agosto 2001.
- 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.
- SIAP. 2015. Disponible en:
http://nube.siap.gob.mx/publicaciones_siap/pag/2015/Atlas-Agroalimentario-2015. Fecha de acceso 15 de mayo de 2017.
- Simões, J., Almeida, J.C., Baril, G., Azevedo, J., Fontes, P., Mascarenhas, R., 2007. Assessment of luteal function by ultrasonographic appearance and measurement of corpora lutea in goats. *Anim. Reprod. Sci.* 97, 36-46.

- Simões, J., Baril, G., Almeida, J.C., Azevedo, J., Fontes, P., Mascarenhas, R., 2008. Time of ovulation in nulliparous and multiparous goats. *Animal*. 2:5, 761–768.
- SYSTAT 13, 2009. Cranes Software International Ltd, San José, CA, 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, Forsberg M, Rubianes E. 2004. Overview of the response of anoestrous ewes to the ram effect. *Reprod. Fertil. Dev.* 16: 479-490.
- Ungerfeld, R. 2007. Socio-sexual signaling 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 anestrous ewes than yearling rams *Anim. Reprod. Sci.* 103, 277-271.
- Vielma, J., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A., 2009. Male sexual behavior contributes to the maintenance of high LH pulsatility in anestrous female goats. *Horm Behav.* 56, 444-449.
- Walkden-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., 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., 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.
- 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.
- Zarazaga, L.A., Guzman, J.L., Domínguez, C., Pérez, M.C., Prieto, R., 2009. Effects of season and feeding level on reproductive active and semen quality in Payoya buck goats. *Theriogenology.* 71, 1316-1325.