

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS



Los machos sin experiencia sexual foto-estimados en condiciones de restricción social disminuyen el comportamiento sexual pero no su capacidad para estimular la respuesta sexual en cabras en anestro en primavera

POR:

JOSÉ GUILLERMO ROBLERO MORENO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA

OCTUBRE, 2019

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

Los machos sin experiencia sexual foto-estimulados en condiciones de restricción social disminuyen el comportamiento sexual pero no su capacidad para estimular la respuesta sexual en cabras en anestro en primavera

Por:

JOSE GUILHERMO ROBLERO MORENO

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:


DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA
Presidente


DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ
Vocal


DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA
Vocal


MC. ANDRÉS SÁNCHEZ HERNÁNDEZ
Vocal Suplente


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



Torreón, Coahuila, México
Octubre 2019

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

Los machos sin experiencia sexual foto-estimulados en condiciones de restricción social disminuyen el comportamiento sexual pero no su capacidad para estimular la respuesta sexual en cabras en anestro en primavera

Por:

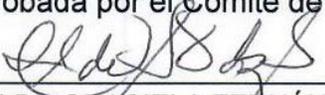
JOSE GUILERMO ROBLERO MORENO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA
Asesor Principal


DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA
Coasesor


DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ
Coasesor


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

Torreón, Coahuila, México
Octubre 2019



AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitir realizar mis sueños y poder culminar la carrera.

A mis padres, José Rubio Roblero López y Sandy Patricia Moreno Rodríguez por toda la ayuda brindada a lo largo de toda la carrera de Médico Veterinario Zootecnista.

A mi hermana, Ingrid Monserrat Roblero Moreno por ser también una gran amiga y brindarme todo su apoyo.

A mi novia, Reyna Francisca Barboza González por estar siempre presente cuando lo necesito y por brindarme todo a su apoyo.

A mi *Alma Mater*, *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro* por brindarme la gran oportunidad de realizar mi sueño y culminar mi carrera de Médico Veterinario Zootecnista.

A la Dra. Ilda Graciela Fernández García, por tomarme en cuenta en su proyecto de investigación y por permitirme realizar la presente tesis.

A todos los miembros del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (*CIRCA*) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

DEDICATORIA

A mis padres, José Rubio Roblero López y Sandy Patricia Moreno Rodríguez por estar siempre apoyándome y darme las fuerzas para seguir adelante.

A Dios, por permitir realizar mis sueños y poder culminar la carrera.

A mi novia, Reyna Francisca Barboza González por darme el mejor regalo de la vida y apoyarme siempre.

A mi bebé, por ser una motivación más en el desarrollo de la presente tesis.

A toda mi familia, por brindarme el apoyo siempre.

RESUMEN

El objetivo de la presente tesis fue determinar si los machos sin experiencia sexual foto-estimulados individualmente disminuyen su comportamiento sexual, y si estos machos son capaces de inducir la actividad estral en cabras en anestro estacional. Se utilizaron dos grupos de machos sin experiencia sexual. Un grupo de cinco machos fue puesto en un corral (5 × 5 m), y los otros cinco machos, cada uno de ellos fue puesto individualmente en un corral (2 × 2 m). En estas dos condiciones de alojamiento se aplicó un tratamiento de días largos artificiales (16 h de luz y 8 h de obscuridad por días) durante 2.5 meses, a partir del 1 de noviembre hasta 15 de enero. Los machos fueron expuestos a hembras anéstricas durante 15 días consecutivos. En los machos se determinó el comportamiento sexual en los días 0, 1 y 2 post-introducción de los machos con las hembras. En los días 0, 1 y 2, las aproximaciones fueron mayores en los machos alojados en grupo que en los alojados individualmente ($P < 0.0001$). En los días 0 y 2, los olfateos ano-genitales fueron mayores en los machos alojados en grupo ($P < 0.0001$), pero el día 1 no difirió entre los grupos de machos ($P > 0.05$). Los intentos de monta no difirieron entre los grupos de machos ($P > 0.05$). En el día 1, las montas con intromisión no difirieron entre los grupos de machos, pero el día 2 fueron más en los machos alojados en grupo que en los individuales ($P < 0.001$). En el día 0, los automarcajes se expresaron más en los machos alojados en grupo ($P < 0.001$), mientras que en los días 1 y 2 no difirió entre los dos grupos ($P > 0.05$). En el día 0 se observó más flehmen en los machos alojados individualmente ($P < 0.001$), mientras que en los días 1 y 2 no difirió entre los machos ($P > 0.05$). La proporción de hembras que presentaron ciclos estrales cortos, así como su duración no difirió entre los dos grupos de hembras ($P > 0.05$ en cada variable). Se concluye que los machos sin experiencia sexual foto-estimulados individualmente disminuyeron el comportamiento sexual, pero fueron capaces de estimular la actividad sexual en cabras en anestro estacional.

Palabras clave: Caprinos, Fotoperiodo, Estacionalidad, Comportamiento sexual, Efecto macho.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
HIPÓTESIS	3
OBJETIVO.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Estacionalidad reproductiva en pequeños rumiantes	4
2.2 Fotoperiodo.....	5
2.3 Tratamientos fotoperiódicos artificiales para inducir la actividad sexual de los machos.....	6
2.4 Interacciones socio-sexuales.....	8
2.5 Efecto macho	8
2.6 Factores que afectan la actividad sexual de los machos cabríos	9
2.6.1 Estrés térmico.....	9
2.7 Comportamiento sexual en machos cabríos	11
2.8 Experiencia sexual en caprinos.....	13
2.9 Ciclo estral corto y normal en hembras caprinas	13
3.0 Estrés por aislamiento social.....	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1 Localización del área de estudio.....	17
3.2 Machos	17
3.3 Tratamiento fotoperiódico en los machos.....	18
3.4 Hembras.....	19
3.5 Efecto macho	20
3.6 Variables determinadas	20
3.6.1 Machos	20
3.6.2 Hembras.....	20

3.7 Análisis estadístico	21
4. RESULTADOS	22
4.1 Comportamiento sexual de los machos sin experiencia sexual alojados individual y grupalmente	22
4.2 Respuesta en las cabras expuestas a los machos sin experiencia sexual fotoestimulados individualmente	23
5. DISCUSIÓN	25
6. CONCLUSIONES	27
7. LITERATURA CITADA	28

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Concentraciones plasmáticas de testosterona en machos criollos en el norte subtropical México (26'N) sujetos a cambios al fotoperiodo natural (Modificada de Delgadillo <i>et al.</i> , 1999).	4
Figura 2 Variaciones estacionales en la actividad ovulatoria en cabras locales del norte de México (26° N; Modificada de Duarte <i>et al.</i> , 2008).	5
Figura 3 Variaciones anuales de las horas luz en el fotoperiodo (Modificado de Duarte <i>et al.</i> , 2008).	6
Figura 4 La fotografía muestra machos cabríos sometidos a tratamiento de días largos artificial (16 horas luz y 8 h de oscuridad/día/2.5 meses), iniciando el 1 de noviembre al 15 de enero. Posteriormente los machos reciben el fotoperiodo natural. El Tratamiento periódico se llevó a cabo en las instalaciones de Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA) en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.	7
Figura 5 Comportamiento sexual del macho cabrío expresado por aproximaciones laterales, automarcaje, olfateos anogenitales, intento de monta, flehmen y montas con intromisión (Tomado de Hart y Jones, 1975).	12
Figura 6 Machos sin experiencia sexual sometidos a tratamiento de días largos artificiales (16 h de luz/8 h de oscuridad) durante 2.5 meses, a partir del 1 de noviembre al 15 de enero, posteriormente los machos recibieron el fotoperiodo natural. En estas condiciones cinco machos sin experiencia fueron alojados en grupo social en un corral (a), y cinco machos sin experiencia sexual fueron alojados individualmente en corral con restricción social (b).	19
Figura 7 Conductas sexuales como aproximaciones, olfateos anogenitales, intentos de monta, montas con intromisión, automarcaje y flehmen, en machos sin experiencia sexual alojados individualmente (□) y en machos sin experiencia sexual alojados en grupo (■). El comportamiento sexual fue observado de 08:00 a 09:00 h, los días 0, 1 y 2 post-introducción de los machos con los grupos de hembras. Los machos fueron sometidos a un tratamiento fotoperiódico de días largos artificiales (16 h luz y 8 horas de oscuridad/día) de 1 de noviembre al 15 de enero, posteriormente los machos recibieron el fotoperiodo natural.	23

1. INTRODUCCIÓN

En México, estados como Durango, Coahuila, Puebla, Oaxaca, San Luis Potosí, Guerrero, Zacatecas, Guanajuato y Michoacán desarrollan la caprinocultura. En Coahuila, el ganado caprino se desarrolla principalmente en regiones con bajos recursos naturales debido a la escasez de agua como consecuencia de sequías prolongadas (Andrade-Montemayor, 2017).

Generalmente la caprinocultura se practica en forma empírica, con poco desarrollo tecnológico, y pocas veces se llevan a cabo prácticas zootécnicas como la vacunación y desparasitación. En la Comarca Lagunera, región de los estados de Coahuila y Durango, el sistema productivo dominante es el pastoreo abierto donde los agostaderos se encuentran cercanos a las comunidades donde habitan los productores. La principal actividad se orienta a la producción de cabrito en pie, quienes comercializan su producto a intermediarios que acuden hasta las propias unidades productivas. El otro producto de la unidad caprina es la leche fresca, y de la misma manera que el cabrito se vende a intermediarios que la colectan diariamente durante la mayor parte del período de lactancia en las cabras. Los caprinos produjeron 167 000 toneladas de leche y 48 000 toneladas de carne en nuestro país (Andrade- Montemayor, 2017).

La especie caprina tiene una gran capacidad de adaptación al medio ambiente, por ello se localizan en latitudes tropicales, subtropicales, templadas y árticas (Chemineau *et al.*, 1992; Pellicer-Rubio *et al.*, 2007; Duarte *et al.*, 2010; Delgadillo *et al.*, 2012). A través de procesos evolutivos estos animales han

desarrollado diferentes estrategias de adaptación como cambios en sus funciones fisiológicas (preñez tardía, nacimiento, lactancia y destete, entre otras), para hacer frente a las fluctuaciones estacionales del clima y restringir su capacidad reproductiva en una época del año cuando las condiciones de mantenimiento son altamente desafiantes y los nacimientos coincidan con los picos anuales en la disponibilidad de alimento para asegurar la sobrevivencia de sus crías (Bronson, 1985). Como consecuencia los pequeños rumiantes modificaron su actividad reproductiva con su actividad reproductiva, esto es, estación de actividad sexual y estación de reposo sexual.

El efecto macho, en los ovinos, los primeros reportes de los cuales se tiene conocimiento referente a la capacidad de los carneros para estimular la actividad sexual en las ovejas fueron realizados por Girard (1813) y posteriormente por Underwood *et al.* (1944). Los machos cabríos sexualmente activos son eficientes para inducir y sincronizar la actividad estral y ovulatoria en las cabras anéstricas alojadas tanto en condiciones extensivas como en confinamiento a través de la técnica de bioestimulación sexual conocida como efecto macho (Delgadillo *et al.*, 2012, Andrade-Esparza *et al.*, 2018).

Algunos factores modifican la expresión del comportamiento sexual del macho cabrío, entre ellos se menciona la intensidad del comportamiento sexual, el tiempo de contacto entre los dos géneros, el reconocimiento previo, el aislamiento social y la experiencia sexual (Miranda-de la Lama y Mattiello, 2010; Bedos *et al.*, 2010, 2014; Muñoz *et al.*, 2016; Fernández *et al.*, 2018).

El presente estudio fue diseñado para investigar si la aplicación de días largos artificiales a machos sin experiencia sexual alojados individualmente puede afectar su respuesta a dicho tratamiento y, si estos machos modifican del despliegue del comportamiento sexual, así como, su capacidad para inducir la actividad estral sexual en cabras en anestro estacional.

HIPÓTESIS

La restricción social durante la crianza en machos sin experiencia sexual foto-estimulados afecta negativamente la expresión del comportamiento sexual.

OBJETIVO

Determinar si los machos sin experiencia sexual foto-estimulados individualmente disminuyen su comportamiento sexual, y si estos machos son capaces de inducir la actividad estral en cabras en anestro estacional.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Estacionalidad reproductiva en pequeños rumiantes

En los caprinos del norte subtropical de México, la reproducción es estacional, la cual está controlada por cambios en el fotoperiodo (Duarte *et al.*, 2010).

En la Comarca Lagunera los machos cabríos nacidos o adaptados a esta región presentan estacionalidad reproductiva la cual está caracterizada por un periodo de reposo sexual que inicia de enero-febrero y finaliza de mayo-junio, durante el reposo sexual disminuye la espermatogénesis, la testosterona, el comportamiento sexual, olor, y las vocalizaciones (Delgadillo *et al.*, 1999, 2002; Figura 1).

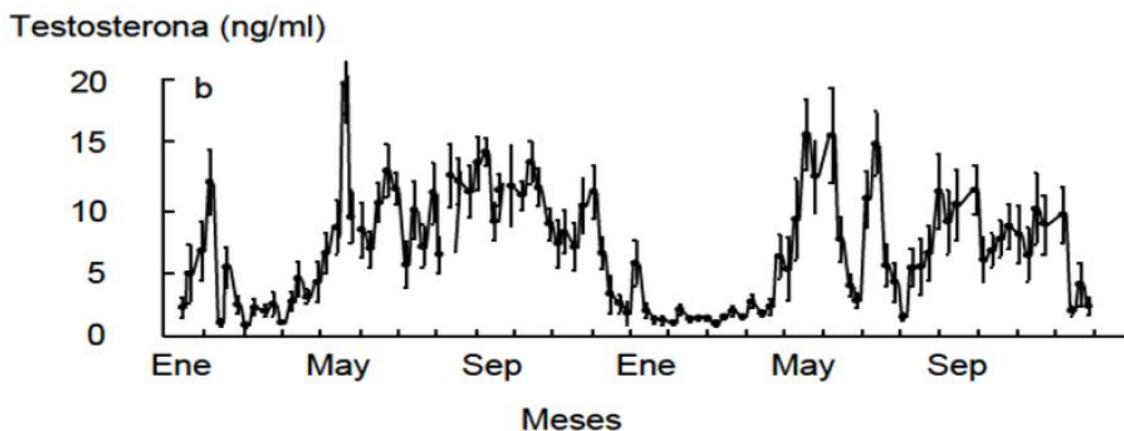


Figura 8. Concentraciones plasmáticas de testosterona en machos criollos en el norte subtropical de México (26'N) sujetos a cambios al fotoperiodo natural (Modificada de Delgadillo *et al.*, 1999).

En relación a las hembras caprinas de esta región, generalmente estos animales se mantienen con los machos en condiciones naturales de pastoreo,

comiendo solo vegetación natural (Delgadillo y Martin, 2015). Con este manejo, los nacimientos ocurren a partir de noviembre a febrero, lo que sugiere un patrón estacional de la actividad reproductiva, período denominado anestro estacional, el cual se inicia en los meses de enero-febrero y finaliza de agosto-septiembre (Duarte *et al.*, 2008). Tanto en cabras como en ovejas el anestro estacional se presenta con ausencia de ciclos estrales, receptividad sexual y ovulación (Duarte *et al.*, 2008; Arroyo, 2011).

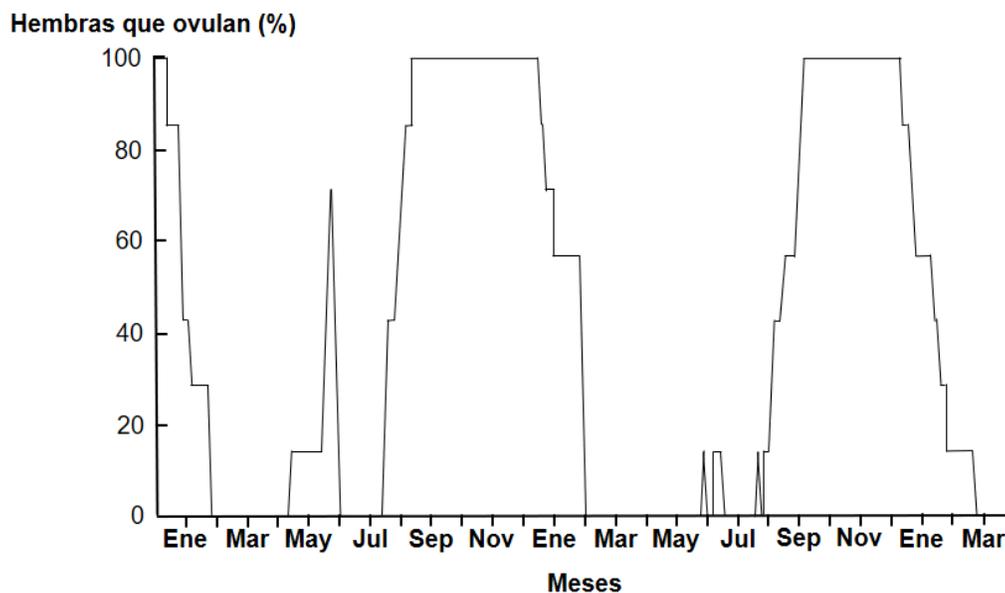


Figura 9. Variaciones estacionales en la actividad ovulatoria en cabras locales del norte de México (26° N; Modificada de Duarte *et al.*, 2008).

2.2 Fotoperiodo

Las variaciones estacionales en la reproducción de los ovinos y caprinos se debe al cambio en la duración del día durante el año. Esto determina el ritmo anual de secreción hormonal en el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas. En los machos, al

disminuir la duración de los días a partir del verano implica el aumento del tamaño testicular y, en consecuencia, la circunferencia escrotal, el nivel de secreción de LH, FSH y testosterona, así como la producción de espermatozoides cualitativa y cuantitativa (Delgadillo *et al.*, 1999; Figura 3). Esto significa que los días largos inhiben la actividad sexual, mientras que los días cortos la estimulan (Delgadillo *et al.*, 2003).

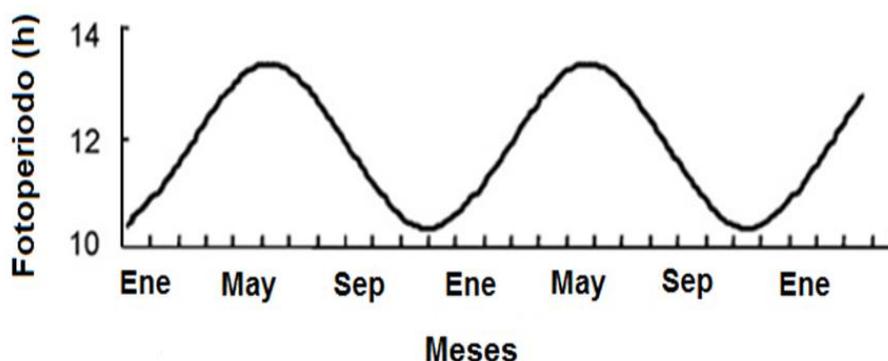


Figura 10. Variaciones anuales de las horas luz en el fotoperiodo (Modificado de Duarte *et al.*, 2008).

2.3 Tratamientos fotoperiódicos artificiales para inducir la actividad sexual de los machos

Actualmente se han desarrollado técnicas de control reproductivo que permiten optimizar las señales sensoriales y conductuales del macho con la finalidad de mejorar la actividad sexual durante el periodo de reposo sexual natural. Así, la actividad endocrina, el comportamiento sexual y el olor de los machos cabríos pueden ser inducidos mediante la aplicación previa de un tratamiento fotoperiódico (Delgadillo *et al.*, 2002). Los machos inducidos a desplegar intensa actividad sexual sometidos a un tratamiento de días largos artificiales mejoran la calidad de sus

señales sensoriales y, en consecuencia, la respuesta sexual en las hembras (Delgadillo *et al.*, 2008).

Los machos son sometidos a un tratamiento de días largos artificiales de 16 h luz y 8 h de oscuridad por día durante 2.5 meses, y expuestos posteriormente a las hembras en anestro estacional en marzo-abril (Bedos *et al.*, 2010; Loya-Carrera *et al.*, 2014; Figura 4).



Figura 11. La fotografía muestra machos cabríos sometidos a tratamiento de días largos artificiales (16 horas luz y 8 h de oscuridad/día/2.5 meses), iniciando el 1 de noviembre al 15 de enero. Posteriormente los machos recibieron el fotoperiodo natural. El Tratamiento periódico se llevó a cabo en las instalaciones de Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA) en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

2.4 Interacciones socio-sexuales

La reproducción animal es una consecuencia de la regulación de mecanismos neuroendocrinos endógenos y de factores externos que interactúan entre sí. El sistema neuroendocrino estimula o inhibe mecanismos fisiológicos y conductuales y muchos de ellos están controlados por el eje reproductivo. En los pequeños rumiantes, las interacciones socio-sexuales pueden actuar para estimular o inhibir la actividad reproductiva (Delgadillo *et al.*, 2008).

2.5 Efecto macho

El efecto macho constituye una técnica de bioestimulación sexual que se utiliza para inducir la actividad reproductiva tanto en ovejas como en cabras, esto es, la introducción repentina del macho en un grupo de hembras en anestro que provoca el reinicio de la ciclicidad, esto significa que del total de las hembras expuestas al macho un alto porcentaje presenta estros y ovulaciones en los primeros tres a cinco días, resultado de un incremento en la frecuencia de los pulsos de la hormona luteinizante (LH), seguido por un pico preovulatorio de la misma hormona culminando con la ovulación (De Lucas *et al.*, 2008; Delgadillo *et al.*, 2008).

Este fenómeno de bioestimulación sexual es multisensorial donde participan las señales auditivas, visuales, olfativas y táctiles de los machos y de las hembras. La respuesta en las hembras depende de la calidad de las señales sensoriales emitidas por el macho. Por ejemplo, durante el periodo de reposo sexual natural, la calidad de dichas señales sensoriales del macho como comportamiento sexual, olor, vocalizaciones disminuyen considerablemente, y en consecuencia la respuesta

sexual de las hembras a los machos es baja o ausente (Delgadillo *et al.*, 2009). El olor del macho desencadena el incremento en la frecuencia y amplitud de los pulsos de la hormona luteinizante (LH) (secreción de concentraciones plasmáticas; Martínez-Alfaro *et al.*, 2014). Entonces, la respuesta en las ovejas y en las cabras al efecto macho depende de factores internos y externos que operan en los dos géneros, como se ha mencionado anteriormente depende de la variación en la respuesta de las hembras a la presencia de los machos, la raza y a la calidad del estímulo otorgado por los machos (Álvarez y Zarco, 2001; Delgadillo *et al.*, 2008).

2.6 Factores que afectan la actividad sexual de los machos cabríos

2.6.1 Estrés térmico

El estrés es la respuesta del cuerpo a un estímulo que altera la homeostasis (Khansari *et al.*, 1990). En las hembras factores ambientales como altas o bajas temperaturas o el manejo inadecuado en estos animales pueden retrasar o suprimir los signos del comportamiento estral o hasta llegar a suprimir la ovulación, también es posible que el inicio del estro se retrase. Los factores estresantes, a través de los componentes hormonales del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal, son capaces de alterar la interacción entre la GnRH y la síntesis de estradiol, cuya elevación está directamente relacionada con el pico preovulatoria de LH y ovulación (Córdova-Izquierdo *et al.*, 2008).

En los carneros, las altas temperaturas disminuyen la expresión del comportamiento sexual. Cuando la temperatura ambiente es superior a los 37.8°C y la temperatura rectal alcanza o excede los 40°C se provoca una disminución del

número de espermatozoides eyaculados. Asimismo, en los verracos y en toros, las altas temperaturas afectan también la calidad del semen (McNitt y First, 1970; Stone, 1982; Brito *et al.*, 2002; Bhakat *et al.*, 2014). Durante la segunda semana que sigue al período de estrés térmico, la motilidad del semen disminuye y el porcentaje de espermatozoides anormales aumenta. Efectivamente 20 días posteriores al estrés térmico, el número de espermatozoides disminuye considerablemente (Chemineau *et al.*, 1986).

La exposición directa del testículo a temperaturas altas provoca alteraciones en algunas etapas críticas del ciclo espermatogénico. Por ejemplo, se limita el proceso de elaboración de las células sexuales, además se presenta una insensibilidad de los espermatozoides epididimarios, por ello el tiempo prolongado en la presentación de alteraciones en el semen eyaculado. Se ha observado que una breve exposición al estrés térmico, por ejemplo, de 6 h a 41 °C puede ser suficiente para inducir degeneraciones celulares durante el ciclo espermatogénico (Chemineau *et al.*, 1986).

En condiciones naturales, las altas temperaturas durante algunos días consecutivos pueden producir un efecto semejante sobre la calidad del semen. Sin embargo, las razas tropicales son generalmente menos sensibles a las altas temperaturas que las razas templadas importadas al trópico. Contrariamente a lo observado en éstas últimas, en las razas de ovinos locales en la India no presentan variaciones estacionales de la calidad del semen. Asimismo, los machos cabríos locales de la raza Criolla en la isla de Guadalupe son insensibles a la exposición

permanente al clima tropical, y la cantidad y calidad del semen se mantienen inalteradas (Chemineau *et al.*, 1986).

2.7 Comportamiento sexual en machos cabríos

El comportamiento sexual es un proceso estrictamente físico, registrable y verificable, que consiste precisamente en ser la actividad por la que un ser vivo puede desarrollar en su vida (Galarsi *et al.*, 2011). El comportamiento sexual en los machos cabríos, es expresado por varios comportamientos característicos como son las aproximaciones laterales, los olfateos ano-genitales, los intentos de monta, el automarraje, el flehmen y las montas con intromisión (Flores *et al.*, 2000).

El comportamiento sexual se expresa mediante conductas como las aproximaciones laterales, el cual es el acercamiento lateral que el macho realiza flexionando su pata delantera contra la hembra realizando patadas cortas y entrecortadas con movimientos con o sin extensión y retracción de la lengua, así como, realizando vocalizaciones de bajo tono (Fabre-Nys, 2000; Bedos *et al.*, 2016). El automarraje es expresado cuando el macho se arquea, gira su boca hacia su pene y rocía su barba con orina. El olfateo ano-genital es la identificación olfativa de la zona ano-genital de la hembra al perfumar su labio superior enrollándolo hacia su nariz (Fabre-Nys, 2000; Bedos *et al.*, 2016). En los intentos de monta, el macho realiza una breve escalada en el dorso de la hembra generalmente interrumpido por que la hembra intenta huir (Bedos *et al.*, 2016). Al realizar el flehmen el macho suele mostrar este comportamiento después de la investigación olfatoria en el área ano-genital o en orina recientemente secretada por las hembras. Este papel se lleva a

cabo por el órgano vomeronasal, el cual es el órgano sensorial periférico del sistema olfativo accesorio y consiste en dos tubos epiteliales ciegos llenos de moco que se encuentran a cada lado de la base del tabique nasal. En las machos cabríos el órgano vomeronasal se abre al conducto nasopalatino que se comunica con las cavidades oral y nasal en la detección quimiosensorial del estro (Ladewig *et al.*, 1980). Las montas con intromisión suceden después de un período de locomoción durante el cual el macho entra en erección del pene y luego se superpone con intromisión y eyaculación, esta conducta sexual es de corta duración (Ladewig *et al.*, 1980)

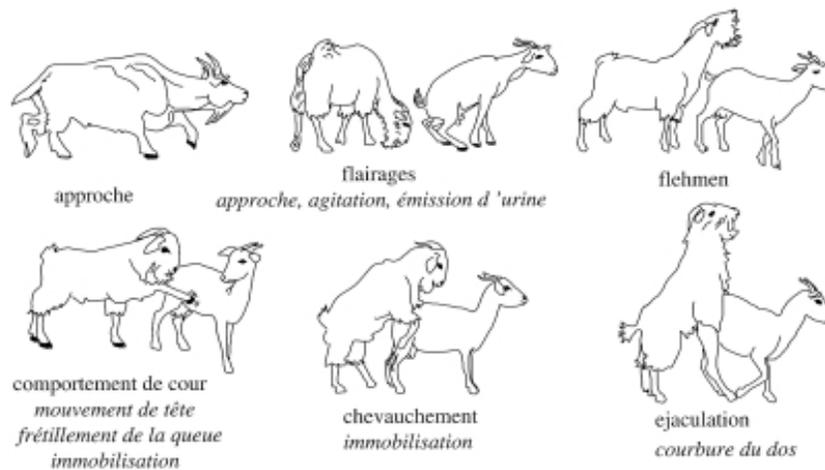


Figura 12. Comportamiento sexual del macho cabrío expresado por aproximaciones laterales, automarraje, olfateos ano-genitales, intento de monta, flehmen y montas con intromisión (Tomado de Hart y Jones, 1975).

2.8 Experiencia sexual en caprinos

Está demostrado que los machos con experiencia sexual despliegan intenso comportamiento sexual cuando son expuestos a las hembras, una y otra vez cuando son expuestos a ellas (Price *et al.*, 1991, 1994; Borg *et al.*, 1992; Véliz *et al.*, 2006). En cambio, los carneros sin experiencia sexual no logran desarrollar habilidades normales implicadas en el comportamiento sexual cuando fueron criados en grupo donde solo fueron carneros, esto es, grupo unisexual (Price y Smith, 1984). Similarmente, los carneros sin experiencia sexual, aquellos que no han interactuado con hembras muestran nulo o bajo comportamiento sexual cuando interactúan por primera vez con las ovejas (Price *et al.*, 1988, 1994). Sin embargo, los machos cabríos sin experiencia sexual foto-estimulados despliegan alto comportamiento sexual durante su primera interacción sexual con las hembras caprinas (Fernández *et al.*, 2018).

2.9 Ciclo estral corto y normal en hembras caprinas

En las cabras, el ciclo estral, se define como el intervalo que existe entre 2 expresiones sucesivas de cada comportamiento estral o el ciclo ovulatorio, es decir, es el intervalo entre dos ovulaciones sucesivas. El ciclo estral tienen una duración promedio de 21 días (rango 17-25 días; Chemineau *et al.*, 1992). Sin embargo, existen también ciclos estrales y ovulatorios de corta y larga duración (<17 días y >25 días, respectivamente; Chemineau *et al.*, 1992). Los ciclos cortos se presentan generalmente al inicio de la estación sexual, al final del anestro postparto o cuando las hembras son sometidas al efecto macho (Chemineau, 1983; Andrade-Esparza

et al., 2018). En cambio, los ciclos largos son más frecuentes al final de la estación reproductiva (Chemineau *et al.*, 1992).

Las cabras presentan ciclos cortos que se caracterizan por una secreción nula, baja o transitoria de progesterona por el cuerpo lúteo. Después del ciclo corto se presenta una segunda ovulación cuyo cuerpo lúteo es de duración normal donde el 90% de las hembras se acompaña de conducta estral (Álvarez y Zarco, 2001; Chemineau *et al.*, 1992). En ovejas, gran parte de ellas ovula a los 6 días después de la introducción del macho, pero la primera ovulación es silenciosa y no está acompañada de estrógeno. La primera ovulación también está acompañada de uno o dos ciclos cortos de 6-7 días de duración (Córdova-Izquierdo *et al.*, 2008).

La presencia de un cuerpo lúteo de vida corta se debe probable a que los folículos que se forman para que ocurra una ovulación son de mala calidad debido a la baja actividad de las gonadotropinas debido al anestro. Estos folículos presentan una baja calidad de células de la granulosa en comparación con las que se desarrollan durante la época reproductiva debido a estos folículos los cuerpos lúteos tienen un desarrollo anormal provocando que haya cantidades bajas de progesterona en sangre. La progesterona que circula es muy baja para bloquear las gonadotropinas y la nueva oleada folicular inducida por los machos cabríos continúa secretando estrógenos. Estos estrógenos provocan la secreción de prostaglandina y oxitocina, causando regresión del cuerpo lúteo (Chemineau *et al.*, 2006).

En cabras que muestran un ciclo de duración normal desde la primera ovulación inducida, la secreción de progesterona es muy diferente de lo que es observado durante un ciclo corto ya que, 4 días después de la introducción del

macho, la concentración la progesterona plasmática es >1 ng/ml (Chemineau *et al.*, 1984). En ovejas, después del ciclo corto, el cuerpo lúteo que se forma presenta características normales en cuanto a producción de progesterona y duración (Álvarez y Zarco, 2011).

3.0 Estrés por aislamiento social

El aislamiento social provoca que el comportamiento sexual en machos disminuya durante su exposición con las hembras (Duffy y Hendricks, 1973). Por ejemplo, en las ratas macho (*Rattus norvegicus*) que son expuestas a entornos diferentes en el inicio de su desarrollo muestran más conductas exploratorias comparadas con las que han sido alojadas en ambiente social aislado, es decir, estos machos muestran bajo comportamiento social, ello se debe probablemente que han tenido pocas interacciones sociales con sus compañeros previamente (Arakawa, 2005).

En cabras, un incremento en las vocalizaciones puede ser un indicador de aislamiento social (Boivin y Braadstad, 1996; Sievert *et al.*, 2011). De hecho, en las cabras aisladas de su grupo social, las concentraciones de cortisol se incrementan, lo que refleja un aumento del estrés social (Kannan *et al.*, 2002). Asimismo, en las cabras preñadas, el aislamiento social es estresante y es posible que se afecte el eje hipotálamo-hipofisario-adrenocortical, así como, el sistema simpático-adrenomedular de su descendencia (Duvaux-Ponter *et al.*, 2003).

También los cerdos socialmente aislados pueden no mostrar comportamiento sexual o bien mostrar bajo comportamiento sexual (Hemsworth *et al.*, 1977). El

aislamiento social prolongado disminuye las habilidades para llevar a cabo el apareamiento. La impotencia del animal es evidente para ejecutar las respuestas básicas del apareamiento y están presentes en el macho maduro socialmente aislado (Gerall, 1963).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del área de estudio

El presente trabajo de tesis se realizó en el ejido La Flor, municipio de Gómez Palacio, Durango, ubicado en la Comarca Lagunera. La cual se encuentra en la latitud, 26°23' N, longitud, 104°47' W, y altitud de 1100 msnm (CONAGUA, 2018).

En el presente estudio el manejo de los animales experimentales fue de acuerdo al protocolo la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999 de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, que indica las especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio (SAGARPA, 2001).

3.2 Machos

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

3.3 Tratamiento fotoperiódico en los machos

El 31 de octubre cuando los machos contaban con 10 meses de edad fueron separados en dos grupos de acuerdo a su peso corporal (26.0 ± 1.7 kg y 26.1 ± 1.2 kg) y condición corporal (2.5 ± 0.0 y 2.4 ± 0.1). Posteriormente, los machos fueron sometidos a un tratamiento fotoperiódico. Un grupo de cinco machos permaneció en el mismo corral (5×5 m; Figura 6) y los otros cinco machos, cada macho fue puesto en corrales individuales (2×2 m; Figura 6). En estas condiciones de alojamiento se aplicó el tratamiento fotoperiódico a cada grupo de machos el cual inició el 1 de noviembre y terminó el 16 de enero. Los corrales donde se alojaron los machos cabríos fueron equipados con lámparas fluorescentes de 75 watts cada una. Se comprobó que la intensidad luminosa en el corral fuera de al menos 300 lux a nivel de los ojos de los machos. Las lámparas fueron programadas para encenderse automáticamente de las 06:00 a las 09:00 h. Posteriormente, se volvían a encender de las 17:00 h a las 22:00 h, con ello se proporcionó 16 h luz y 8 h oscuridad. Así, los machos recibieron 2.5 meses de días largos artificiales, a partir del 16 de enero los machos solo recibieron las variaciones de la luz natural. El tratamiento fotoperiódico induce un incremento en la secreción de testosterona y el volumen testicular, además estimula el comportamiento sexual de los machos durante el reposo sexual (marzo-abril; Delgadillo *et al.*, 2002).



(a)

(b)

Figura 13. Machos sin experiencia sexual sometidos a tratamiento de días largos artificiales (16 h de luz/8 h de obscuridad) durante 2.5 meses, a partir del 1 de noviembre al 15 de enero, posteriormente los machos recibieron el fotoperiodo natural. En estas condiciones cinco machos sin experiencia fueron alojados en grupo social en un corral (a), y cinco machos sin experiencia sexual fueron alojados individualmente en corral con restricción social (b).

3.4 Hembras

Se utilizaron cabras multíparas ($n = 100$) pertenecientes a un mismo hato. La edad promedio de las cabras fue de 3 a 3.5 años. En marzo, 20 y 10 días antes de iniciar el experimento, todas las cabras fueron sometidas a un estudio de ultrasonografía transrectal para determinar el estado ovárico, para ello se utilizó el dispositivo marca Aloka SSD-500, el cual estaba conectado a un transductor lineal de 7.5 MHz. Los resultados indicaron que las cabras se encontraban anovulatorias. La alimentación se basó en alfalfa henificada proporcionada *ad libitum* y (18% de proteína cruda y 1.95 Mcal/kg de energía) y 200 gr diarios de concentrado comercial

(14% de proteína cruda y 2.5 Mcal/kg de energía). El agua y los minerales fueron proporcionados a libre acceso.

En marzo, tres días antes del inicio del experimento las cabras fueron divididas en dos grupos de 50 cabras cada uno, de acuerdo a su peso (33.3 ± 0.7 kg y 34.2 ± 0.9 kg), y condición corporal (1.8 ± 0.03 y 1.8 ± 0.04). Las cabras fueron puestas (10/subgrupo) en corrales (4 x 5 m).

3.5 Efecto macho

El efecto macho se llevó a cabo cuando los machos tenían 15 meses de edad. El día 30 de marzo a las 08:00 h, los machos fueron puestos simultáneamente con los dos grupos de cabras. Se utilizó la proporción de 1 macho por cada 10 cabras. Los machos permanecieron con las cabras durante 15 días, y se intercambiaron 08:00 h y 18:00 h dentro cada subgrupo de hembras.

3.6 Variables determinadas

3.6.1 Machos

El comportamiento sexual en los machos se observó de 08:00 a 09:00 h, los días 0,1 y 2 post-introducción de los machos con los grupos de las hembras. Las conductas sexuales registradas en los machos fueron: olfateos ano-genital, aproximaciones laterales, intento de monta, montas con intromisión, flehmen, y automarcajes (Bedos *et al.*, 2016).

3.6.2 Hembras

Se determinó el porcentaje de hembras que presentaron ciclos estrales cortos, así como su duración. Se define un ciclo estral corto como el número de días entre el inicio de dos estros consecutivos. La duración de un ciclo estral corto es de <17 días, mientras que un ciclo normal es de 17-25 días (Chemineau *et al.*, 1992).

3.7 Análisis estadístico

El comportamiento sexual de los dos grupos de machos se comparó utilizando una prueba Chi cuadrada de bondad de ajuste con una hipótesis nula con igual repartición de frecuencias conductuales. La proporción de hembras que mostraron ciclos estrales cortos fue comparada con una prueba Chi cuadrada. La duración de ciclos estrales cortos fue analizada con la prueba Kruskal-Wallis. Los datos se expresan como la media \pm eem. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo utilizando el paquete estadístico SYSTAT (2009).

4. RESULTADOS

4.1 Comportamiento sexual de los machos sin experiencia sexual alojados individual y grupalmente

En los días 0, 1 y 2, las aproximaciones fueron mayores en los machos alojados en un grupo que en los alojados individualmente ($P < 0.0001$). Asimismo, en los días 0 y 2 los olfateos ano-genitales fueron más frecuentes en los machos alojados en un grupo ($P < 0.0001$), pero el día 1 no difirió significativamente entre los grupos de machos ($P > 0.05$). Los intentos de monta no difirieron entre los grupos de machos ($P > 0.05$). En el día 1, las montas con intromisión no difirieron ($P > 0.05$) entre los grupos de machos, pero el día 2 fueron más frecuentes en los machos alojados en un grupo que en los individuales ($P < 0.001$). En el día 0, los automarcajes se expresaron más en los machos alojados en un grupo ($P < 0.001$), mientras que en los días 1 y 2 no difirieron entre los machos ($P > 0.05$). En el día 0 se observó más flehmen en los machos alojados individualmente ($P < 0.001$), mientras que en los días 1 y 2 no difirieron entre los machos ($P > 0.05$; Figura 7).



Figura 7. Conductas sexuales como aproximaciones, olfateos ano-genitales, intentos de monta, montas con intromisión, automarcaje y flehmen, en machos sin experiencia sexual alojados individualmente (□) y en machos sin experiencia sexual alojados en grupo (■). El comportamiento sexual fue observado de 08:00 a 09:00 h, los días 0, 1 y 2 post-introducción de los machos con los grupos de hembras. Los machos fueron sometidos a un tratamiento fotoperiódico de días largos artificiales (16 h luz y 8 horas de oscuridad/día) del 1 de noviembre al 15 de enero, posteriormente los machos recibieron el fotoperiodo natural ($P < 0.0001$).

4.2 Respuesta en las cabras expuestas a los machos sin experiencia sexual fotoestimulados individualmente

La proporción de hembras que presentaron ciclos estrales cortos no difirió entre las cabras expuestas a machos sin experiencia sexual alojados individualmente y los que tuvieron contacto con machos sin experiencia sexual

alojados en grupo social fue (36/50, 72% y 25/50,50%, respectivamente, $P > 0.05$),. Similarmente la duración de los ciclos estrales cortos no difirió entre las cabras expuestas a machos sin experiencia sexual individual y en grupo (5.9 ± 0.7 días y 6.1 ± 0.2 días, respectivamente, $P > 0.05$).

5. DISCUSIÓN

Los resultados de la presente tesis muestran que los machos sin experiencia sexual alojados en corral individual, disminuyeron la frecuencia en la expresión de conductas sexuales como los intentos de monta, las aproximaciones laterales y las montas con intromisión comparados con los machos sin experiencia sexual alojados en grupo social. Sin embargo, el grupo de machos sin experiencia sexual alojados en corral individual con restricción social fueron capaces de inducir la respuesta sexual en cabras en anestro estacional de manera similar a los machos sin experiencia sexual alojados en grupo sin restricción social.

Los resultados muestran que la restricción social en los machos sin experiencia sexual alojados en corral individual afectó el despliegue de algunas conductas sexuales como fueron los intentos de monta, las aproximaciones y las montas con intromisión. El presente resultado muestra concordancia en relación al aislamiento social en los animales reportados por Siebert *et al.* (2011) y Lacuesta *et al.* (2018). Por ejemplo, los machos cabríos que fueron criados aislados de hembras desde edad temprana, disminuyeron la frecuencia de los olfateos ano-genital, aproximaciones y flehmen comparados con los machos que fueron criados con hembras adultas (Lacuesta *et al.*, 2018). En cambio, en los machos del presente estudio disminuyó la frecuencia de los olfateos ano-genital, aproximaciones y las montas con intromisión en el día 3 post-introducción de los machos con las hembras. Dichos resultados sugieren que el aislamiento sexual en caprinos afecta el despliegue del comportamiento sexual, debido probablemente a que especie es gregaria (Miranda-de la Lama y Matiello, 2010). A pesar de que en los machos del

grupo aislado alojado individualmente desplegaron menos montas con intromisión durante los dos días de mediciones conductuales, es obvio que estos machos mejoraron e incrementaron esta conducta sexual. De hecho, los machos de otras especies domésticas también muestran el mismo patrón de comportamiento cuando son mantenidos aislados de hembras desde edad temprana de su desarrollo, este efecto se ha observado en toros (*Bos taurus*, Price y Wallach, 1990), en la rata macho (Arakawa, 2005), en el verraco (*Sus scrofa domesticus*, Hemsworth *et al.*, 1977), y en el carnero (*Ovis aries*, Katz *et al.*, 1988).

En relación a la respuesta sexual en cabras anéstricas expuestas a los machos sin experiencia sexual alojados individualmente o en grupo, la proporción de hembras que presentaron ciclos estrales cortos no difirió entre los dos grupos de machos. Esta respuesta sexual de dichas hembras es similar a la reportada previamente en cabras anéstricas expuestas a machos con experiencia sexual maduros (más de tres años de edad) sometidos al efecto macho (Rivas-Muñoz *et al.*, 2007; Muñoz *et al.*, 2016).

Los resultados obtenidos en la presente tesis son relevantes en el contexto de la reproducción caprina por qué se mostró que los machos sin experiencia sexual foto-estimulados alojados en corral individual fueron capaces de inducir la respuesta sexual de cabras en anestro estacional similar a los machos con experiencia sexual maduros. Este estudio demuestra la importancia de incrementar el comportamiento sexual en los machos durante el reposo sexual natural para inducir la actividad sexual en las cabras anéstricas y adelantar las ocurrencias de partos en la estación del año más favorable para la crianza de los cabritos.

6. CONCLUSIONES

Los machos sin experiencia sexual foto-estimulados individualmente disminuyeron el comportamiento sexual, pero fueron capaces de estimular la actividad estral en las cabras anestro estacional.

7. LITERATURA CITADA

- Álvarez, L., Zarco, L. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Veterinaria México*. 32:117-129.
- Andrade-Esparza, J.D., Espinoza-Flores, L.A., Hernández, H., Chemineau, P., Keller, M., Delgadillo, J.A. 2018. Extensive management conditions do not modify the frequency of short ovulatory cycles in progesterone-treated does exposed to sexually active males. *Animal Reproduction Science*. 199: 40-44.
- Andrade-Montemayor, H.M. 2017. Producción de caprino en México. *Tierra Caprino*. 18:24-27. VIII foro nacional del caprino, Santiago de Querétaro, México.
- Arroyo, J. 2011. seasonal reproductive station of sheep in Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14:829-845.
- Arakawa, H. 2005. Interaction between isolation rearing and social development on exploratory behavior in male rats. *Behavioural Processes*. 70:223–234.
- Bhakat, M., Mohanty, T. K., Gupta, A. K., Abdullah, M. 2014. Effect of Season on Semen Quality of Crossbred (Karan Fries) Bulls. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 11:632-637.
- Bedos, M., Flores, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Keller, M., Malpoux, B., Poindron, P., Delgadillo, J.A. 2010. Four hours of daily contact with sexually active males

is sufficient to induce fertile ovulation in anestrus goats. *Hormones and Behavior*. 58:473–477.

Bedos, M., Velázquez, H., Fitz-Rodríguez, G., Flores, J.A., Hernández, H., Duarte, G., Vielma, J., Fernández, I.G., Renata-Marquez, 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 of contact. *Physiology & Behavior*. 106:259–263.

Bedos, M., Duarte, G., Flores, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Hernández, H., Vielma, J., Fernández, I.G., Chemineau, P., Keller, M., Delgadillo, J.A. 2014. Two or 24 h of daily contact with sexually active males results in different profiles of LH secretion that both lead to ovulation in anestrus goats. *Domestic Animal Endocrinology*. 48:93–99.

Bedos, M., Muñoz, A.L., Orihuela, A., Delgadillo, J.A. 2016. The sexual behavior of male goats exposed to long days is as intense as during their breeding season. *Applied Animal Behaviour Science*. 184:35-40.

Boivin, X., Braastad, B.O. 1996. Effects of handling during temporary isolation after early weaning on goat kids' later response to humans. *Applied Animal Behaviour Science*. 48:61–71.

Borg, K.E., Esbenshade, K.L., Johnson, B.H, Lunstra, D.D. Ford, J.J. 1992. Effects of sexual experience, season, and mating stimuli on endocrine concentrations in the adult ram. *Hormones and Behavior*. 26:87–109.

- Brito, L.F.C., Silva, A.E.D.F., Rodrigues, L.H., Vieira, F.V., Deragon, L.A.G., Kastelic, J.P. 2002. Effects of environmental factors, age and genotype on sperm production and semen quality in *Bos indicus* and *Bos taurus* AI bulls in Brazil. *Animal Reproduction Science*. 70:181–190.
- Bronson, F.H. 1985. Mammalian reproduction: An ecological perspective. *Biology of Reproduction*. 32:1-26.
- Chemineau, P. 1983. Effect on oestrus and ovulation of exposing creole goats to the male at three times of the year. *Journals of Reproduction and Fertility*. 67:65–72.
- Chemineau, P., Poulin, N., Cognié, Y. 1984. Sécrétion de progestérone au cours du cycle induit par l'introduction du mâle chez la chèvre créole en anœstrus: effets de la saison. *Reproduction Nutrition Développement*. 24:557-561.
- Chemineau, P., Normant, E., Ravault, J.P., Thimonier, J. 1986. Induction and persistence of pituitary and ovarian activity in the out-of-season lactating dairy goat after a treatment combining a skeleton photoperiod, melatonin and the male effect. *Journals of Reproduction and Fertility*. 78:497–504.
- 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.

- 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. *Reproduction Nutrition Development*. 46:417–429.
- CONAGUA. 2018. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero de Villa Juárez (1022), Estado de Durango. Disponible en: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/durango/DR_1022.pdf. fecha de consulta: 06 de Septiembre de 2019.
- Córdova-Izquierdo, A., Córdova-Jiménez, M.S., Córdova- Jiménez, C.A., Guerra-Liera, J.E. 2008. Procedimientos para aumentar el potencial reproductivo en ovejas y cabras. *Revista Veterinaria*. 19:67–79.
- De Lucas, T.J., Zarco, Q.L.A., Vásquez, P.C. 2008. El efecto macho como inductor de la actividad reproductiva en sistemas intensivos de apareamiento en ovinos. *Veterinaria México*. 39:117-127.
- Delgadillo, J.A., Canedo G.A., Chemineau, P., Guillanaume, D., Malpaux, B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male creole goats in subtropical northern México. *Theriogenology*. 52:727-737.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poidron, P., Chemineau, P., Malpaux, B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificiality long days. *Journal of Animal Science*. 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., Vielma, J., Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Hernández, H. 2008. The stimulus quality provided by the buck determines the response of the female goats submitted to the male effect. *Tropical and Subtropical Agroecosystem*. 9:39-45.
- Delgadillo, J.A., Gelez, H., Ungerfeld, R., Hawken, P.A.R., Martin, G.B. 2009. The “male effect” in sheep and goats—Revisiting the dogmas. *Behavioural Brain Research*. 200:304–314.
- Delgadillo, J.A., Duarte, G., Flores, J.A., Vielma, J., Hernández, H., Fitz-Rodríguez, G., Bedos, M., Fernández, I.G., Muñoz-Gutiérrez, M., Retana-Márquez, M.R., 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:S15-S27.
- Delgadillo, J.A., Martin, G.B. 2015. Alternative methods for control of reproduction in small ruminants: A focus on the needs of grazing industries. *Animal Frontiers*. 5:57–65.
- Duarte, G., Flores, J.A., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists

independently of food availability. *Domestic Animal Endocrinology*. 35:362–370.

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

Duffy, J.A., Hendricks, S.E. 1973. Influences of social isolation during development on sexual behavior of the rat. *Animal Learning y Behavior*. 1:223–227.

Duvaux-Ponter, C., Roussel, S., Tessier, J., Sauvart, D., Ficheux, C., Boissy, A. 2003. Physiological effects of repeated transport in pregnant goats and their offspring. *Animal Research*. 52:553–566.

Fabre-Nys, C. 2000. Le comportement sexuel des caprins: contrôle hormonal et facteurs sociaux. *INRA Productions Animales*. 13:11-23.

Fernández, I.G., Flores, M.E., Flores, J.A., Hernández, H., Vielma, J., Fitz-Rodríguez, G., Duarte, G. 2018. Absence of previous sexual experience did not modify the response of anoestrous goats to photo-stimulated bucks in Spring. *Italian Journal of Animal Science*. 17:306-311.

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.

Galarsi, M.F., Medina, A., Ledezma, C., Zanin, L. 2011. Comportamiento, historia y evolución. *Fundamentos en Humanidades*. 12:89-123.

Gerall, A.A. 1963. An exploratory study of the effect of social isolation variables on the sexual behaviour of male guinea pigs. *Animal Behaviour*. 11:274–282.

Girard, L. 1813. Moyens employés avec succès, par M. morel de Vindé, Membre de la Société d' agriculture de Seine et Oise, pour Obtenir, Dans le temps le plus court possible, la fécondation du plus grand nombre des bebris portières d'un troupeau. *Éphémérides de la société d' Agriculture du département de l'Indre pour l'an 1813. Séance du 5 September, VIII Cahier, Château-Roux, Departament de l'Indre VII, 66-68.*

Hart, B. L., Jones, T.O.A.C. 1975. Effects of Castration on Sexual Behavior of Tropical Male Goats. *Hormones and Behavior*. 6:247–258.

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

Kannan, G., Terrill, T.H., Kouakou, B., Gelaye, S., Amoah, E.A. 2002. Simulated preslaughter holding and isolation effects on stress responses and live weight shrinkage in meat goats. *Journal of Animal Science*. 80:1771–1780.

- Katz, L.S., Price, E.O., Wallach, S.J.R., Zenchak, J.J. 1988. Sexual performance of rams reared with or without females after weaning. *Journal of Animal Science*. 66:1166-1173.
- Khansari, D.N., Murgo, A.J., Faith, R.E. 1990. Effects of stress on the immune system. *Immunology Today*. 11:170–179.
- Ladewig, J., Price, E.O., Hart, B.L. 1980. Flehmen in male goats: Role in sexual behavior. *Behavioral and Neural Biology*. 30:312–322.
- Lacuesta, L., Giriboni, J., Orihuela, A., Ungerfeld, R. 2018. Rearing bucks isolated from females affects negatively their sexual behavior when adults. *Animal Reproduction*. 15:114-117.
- Loya-Carrera, J., Bedos, M., Ponce-Covarrubias, J.L., Hernández, H., Chemineau, P., Keller, M., Delgadillo, J.A. 2014. Switching photo-stimulated males between groups of goats does not improve the reproductive response during the male effect. *Animal Reproduction Science*. 146:21–26.
- 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.

- Miranda-de la Lama, G.C., Mattiello, S. 2010. The importance of social behaviour for goat welfare in livestock farming. *Small Ruminant Research*. 90:1–10.
- 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.
- Mc Nitt, J.I., First, N.L. 1970. Effects of 72 hour heat stress on semen quality in boars. *International Journal of Biometeorology*. 14:373–380.
- Pellicer-Rubio, M.T., Leboeuf, B., Bernelas, D., Forgerit, Y., Pougard, J.L., Bonné, J.L. Senty, E., Chemineau, P. 2007. Highly synchronous and fertile reproductive activity induced by the male effect during deep anoestrus in lactating goats subjected to treatment with artificially long days followed by a natural photoperiod. *Animal Reproduction Science*. 98:241–258.
- Price, E.O., Smith, V.M. 1984. The relationship of male-male mounting to mate choice and sexual performance in male dairy goats. *Applied Animal Behaviour Science*. 13:71–82.
- Price, E.O., Katz, L.S., Wallach, S.J.R., Zenchak, J.J. 1988. The relationship of male-male mounting to the sexual preferences of young rams. *Applied Animal Behaviour Science*. 21:347–355.
- Price, E.O., Wallach, S.J.R. 1990. Rearing bulls with females fails to enhance sexual performance. *Applied Animal Behaviour Science*. 26:339–347.

- Price, E.O., Estep, D.Q., Wallach, S.J.R., Dally, M.R. 1991. Sexual performance of rams as determined by maturation and sexual experience. *Journal of Animal Science*. 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. *Applied Animal Behaviour Science*. 42:41–48.
- Rivas-Muñoz, R., Fitz-Rodríguez, G., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2007. Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous or discontinuous exposure to males. *Journal of Animal Science*. 85:1257–1263.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2001. Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. *Diario Oficial de la Federación*. 22 de Agosto de 2001.
- Siebert, K., Langbein, J., Schön, P.C., Tuchscherer, A., Puppe, B. 2011. Degree of social isolation affects behavioural and vocal response patterns in dwarf goats (*Capra hircus*). *Applied Animal Behaviour Science*. 131:53–62.
- SYSTAT 13. 2009. Cranes Software International Ltd, San José, CA, USA.
- Stone, B. A. 1982. Heat induced infertility of boars: The inter-relationship between depressed sperm output and fertility and an estimation of the critical air

temperature above which sperm output is impaired. *Animal Reproduction Science*. 4:283–299.

Underwood, E.J., Shier, F.L., Davenport, N. 1944. Studies in Sheep Husbandry in W.A. *Journal of Agricultura, W.A.* 135-143.

Véliz, F.G., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2006. Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrous female goats. *Animal Reproduction Science*. 92:300–309.