

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**UNA HORA DE CONTACTO ES SUFICIENTE PARA QUE LOS MACHOS
CABRÍOS FOTO-ESTIMULADOS INDUZCAN LA ACTIVIDAD
REPRODUCTIVA EN LAS CABRAS ANÉSTRICAS**

POR:

KLEIVER MIXAIL MERINO LÓPEZ

TESIS:

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DE 2013

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



**UNA HORA DE CONTACTO ES SUFICIENTE PARA QUE LOS
MACHOS CABRÍOS FOTO-ESTIMULADOS INDUZCAN LA
ACTIVIDAD REPRODUCTIVA EN LAS CABRAS ANÉSTRICAS**

**POR:
KLEIVER MIXAIL MERINO LÓPEZ**

ASESOR PRINCIPAL

Una firma manuscrita en tinta negra, que parece ser la del Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez. La firma es fluida y estilizada, con una línea horizontal que atraviesa la parte inferior de las letras.

DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DE 2013

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



**UNA HORA DE CONTACTO ES SUFICIENTE PARA QUE LOS
MACHOS CABRÍOS FOTO-ESTIMULADOS INDUZCAN LA
ACTIVIDAD REPRODUCTIVA EN LAS CABRAS ANÉSTRICAS**

**POR:
MERINO LÓPEZ KLEIVER MIXAIL**

ASESOR PRINCIPAL

Una firma manuscrita en tinta negra, que parece ser la del Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez.

DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Una firma manuscrita en tinta negra, que parece ser la del M.V.Z. Rodrigo Isidro Simón Alonso.

M.V.Z. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO



**Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DE 2013

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



PRESIDENTE:

DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

VOCAL:

DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

VOCAL:

DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES

VOCAL SUPLENTE:

DR. GERARDO DUARTE MORENO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DE 2013

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



**UNA HORA DE CONTACTO ES SUFICIENTE PARA QUE LOS MACHOS
FOTO-ESTIMULADOS INDUZCAN LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA
EN LAS CABRAS ANÉSTRICAS**

**POR:
KLEIVER MIXAIL MERINO LÓPEZ**

**ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR
DE ASESORÍA**

**ASESOR PRINCIPAL
DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ**

**ASESORES
DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA
DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES
DR. GERARDO DUARTE MORENO
DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DE 2013

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar doy infinitamente gracias a **DIOS**, por ser luz, paz, tranquilidad, armonía, fuerza para seguir en los momento más difíciles, por ser fé y esperanza, por ser mi creencia y mi religión simplemente por ser todo, gracias.

A la virgen de **JUQUILA**, por acompañarme en todo momento y todos los días de mi vida, por esa fé que le tengo, por ser mi veneración.

Para mí más grande amor, por regalarme la vida, por ser el pilar de la familia por no dejarla derrumbar, por todo el amor que regala, por sus consejos, regaños por su apoyo incondicional en todo momento, muchas gracias **MADRE**.

A mi **PADRE**, por su sabiduría, por su apoyo, sus regaños, por ser fuerte, por inculcar en mí valores que me llevan por el buen camino, por ser un hombre de admiración, por darme la vida mi más eterno agradecimiento y cariño.

A mi Tío el **Ing.Graciano López Hernández**, gracias tío por ser la persona que Dios puso en mi camino para darle el rumbo que mi vida ahora tiene, por creer en mí por todo su apoyo, muchas gracias.

A **Cynthia Anahí Espinoza Blanco**, le agradezco por estar en éstos últimos años de mi vida y los más importantes de mi carrera, porque cuando estoy junto a ella puedo ser yo mismo, gracias por soportarme tanto, por todo el cariño y amor que me brindas, muchas gracias amor.

A mis amigos, mis hermanos en éstos 5 años de carrera y para toda la vida, **Esteban, Xico, Samantha, Jonathan, Arely, Juan Carlos, Miguel y Julio César**, les agradezco por todos y cada uno de los momentos maravillosos que vivimos juntos, viajes, experiencias, aventuras por todo su apoyo incondicional y sobre todo por la amistad brindada, muchísimas gracias a toda la Banda.

A mi asesor principal, **Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez**, por ser profesor y mi asesor, por brindarme su tiempo y la oportunidad de trabajar para realizar esta tesis y así terminar ésta etapa profesional.

A todas las personas que laboran para el **Centro de Investigación en Reproducción Caprina** (CIRCA), al Dr. José Alfredo Cabrera, al Dr. Gonzalo Fitz Rodríguez, Dr. Horacio Hernández Hernández, Dr. Gerardo Duarte Moreno, Dr. Jesús Vielma Sifuentes.

A todos mis **Maestros** por haberme transmitido parte de sus conocimientos, experiencias, por ser excelentes profesores, amigos y consejeros, porque que son la base firme para mi formación profesional.

A la **Dra. Marie CrhistineAlineBedosy** al **M.C. José Luis Ponce** por todo su apoyo y colaboración.

A la **UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO** mi “ALMA TERRA MATER”, por abrirme las puertas, por permitirme prepararme como ser humano y como profesionista, por brindarme las bases para salir y enfrentarme al mundo. “Alma terra mater, alma terra mater, arda troya y en combate muera marte, arda troya y en combate muera marte, buitres, buitres al ataque” ¡buitres por siempre!

DEDICATORIAS

A DIOS:

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando he estado a punto de caer; por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios.

A MIS PADRES:

María Aureliana López Hernández y Rufino Bulmaro Merino Hernández, a ustedes padres que dieron todo por mí para que este sueño se hiciera realidad.

A MIS HERMANOS

Itayetzi, Rufino e Itzel, por todo el cariño, amor, por todos los momentos hermosos que hemos vivido como familia, por todo su apoyo y confianza por ser una razón para seguir adelante, por la dicha de ser mis hermanos, este logro también es suyo.

A MIS SOBRINAS

Aylen y Scarlett que llegaron a nuestras vidas a regalarnos sonrisas y bendiciones.

A MIS ABUELITAS

Sofía Hernández Damián y Juana Hernández, por todo su cariño y por ser muy querida en nuestra familia.

"Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa."

Índice de contenido

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de figuras y tablas	vi
RESUMEN.....	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1 Estacionalidad reproductiva.....	2
2.3 Estacionalidad sexual de las hembras caprina	2
2.3 Estacionalidad sexual de los machos cabríos.....	3
2.4 Técnicas de control de la actividad sexual de los caprinos.....	3
2.4.1 Machos: Tratamientos fotoperiódicos	3
2.4.2 Hembras: el “efecto macho”	5
2.4.3 Comportamiento sexual de los machos y respuesta de las hembras al “efecto macho”	7
2.5 Duración del contacto entre machos y hembras	9
III. OBJETIVO	10
IV. HIPÓTESIS	10

V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
5.1	Localización del área de estudio	11
5.2	Animales, manejo y tratamientos.....	11
5.3	Efecto macho	12
5.4	Variables evaluadas	13
5.4.1	Actividad ovulatoria.....	13
5.4.2	Tasas de preñez, Fertilidad y prolificidad	13
5.4.3	Análisis estadísticos	13
VI.	RESULTADOS	14
VII.	DISCUSIÓN.....	16
VIII.	CONCLUSIÓN	18
IX.	LITERATURA CITADA.....	19

Índice de figuras y tablas

Figura 1. Variaciones de la testosterona plasmática de un grupo de machos cabríos tratados con días largos	4
Figura 2. Representación esquemática de la respuesta al efecto macho de cabras anovulatorias.....	6
Figura 3. Diferentes respuestas (estro y ovulación) en cabras expuestas al “efecto macho”. 8	
Tabla 1. Actividades ovulatoria y reproductiva de cabras anéstricas expuestas por 1, 2 o 4 horas durante 15 días consecutivos a machos fotoestimulados.....	15

Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar si los machos cabríos sexualmente activos son capaces de estimular las actividades sexual y reproductiva de las cabras anéstricas de la Región Sureste de Coahuila, sometidas al efecto macho y reduciendo el tiempo de contacto a 1 o 2 horas diarias durante 15 días consecutivos. El estudio se realizó, en el Ejido “El Cambio” del municipio de Matamoros, Coahuila, esta localidad forma parte de la Comarca Lagunera ubicada a una latitud de 26° 37' N y longitud 104° 47'O. Se utilizaron 81 hembras multíparas y 6 machos adultos. Los machos cabríos (n=6) se expusieron a días largos (16 horas de luz por día) del 1 de noviembre al 15 de enero para estimular su actividad sexual en marzo y abril, a partir del 16 de enero los machos se expusieron al fotoperiodo natural. Las cabras multíparas en anestro fueron divididas en 4 grupos: el grupo control permaneció aislado de los machos los otros 3 grupos de cabras se expusieron a los machos fotoestimulados (n=2 machos/grupo) por 1, 2 o 4 horas por día durante 15 días consecutivos (n=18, 21 y 22, respectivamente). Se tomaron muestras de sangre diariamente desde el día 1 al 10 y 18 después de la exposición a los machos para evaluar la actividad ovárica midiendo en el plasma, las concentraciones de progesterona. Además, la tasa de ovulación fue evaluada por el número de cuerpos lúteos que observó en cada hembra por ultrasonografía transrectal a los 18 días después de la introducción de los machos. El número de cabras gestantes de cada grupo se determinó por ecografía abdominal a los 56 días después de la exposición a los machos. La fertilidad y la prolificidad se determinaron en el parto. Por lo tanto el 89% de las hembras expuestas a los machos sexualmente activos ovularon, mientras que sólo el 5% lo hizo en el grupo

control ($P < 0.001$); en cambio, las proporciones de hembras que ovularon no difirió entre los grupos de hembras dependiendo la duración del contacto con los machos ($P > 0.05$). Asimismo las tasas de preñez, la fertilidad y prolificidad no fueron afectadas por la duración diaria de contacto con los machos ($P > 0.05$). Se concluye que una hora diaria de contacto durante 15 días consecutivos con machos sexualmente activos es suficiente para estimular las actividades sexual y reproductiva en cabras durante el anestro estacional.

Palabras clave: Efecto macho, cabras anovulatorias, tiempo de contacto, ovulación.

I. INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera de Coahuila (Latitud 26° 23' N; Longitud 104° 47' O; 1100 a 1400 msnm), es una de las principales regiones en producción caprina y constituye una fuente importante de ingresos de un alto número de familias rurales. Una limitante de la caprinocultura en la Comarca Lagunera es la estacionalidad reproductiva de los machos y hembras caprinos que repercute en la producción de cabrito y leche. La estacionalidad de la producción reduce considerablemente los ingresos y en consecuencia, el bienestar de las familias dedicadas a la caprinocultura en algunas épocas del año. La estacionalidad en la producción de cabrito y leche puede modificarse si los partos de las hembras ocurren fuera de la estación natural. La actividad sexual de los machos puede estimularse durante el periodo natural de reposo al someterlos a 2.5 meses de días largos a partir del 1 de noviembre. Estos machos foto-estimulados al ser puestos en contacto con hembras anovulatorias estimulan su actividad reproductiva durante el periodo de reposo sexual (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002, Bedos *et al.*, 2010). Esta técnica es conocida como "efecto macho". La duración del tiempo de contacto entre ambos sexos, es un factor que modifica la respuesta ovulatoria de las hembras expuestas al efecto macho. En las cabras Cashmere, el 24 % de las hembras ovularon cuando estuvieron en contacto 16 horas por día a los machos durante 10 días consecutivos (Walkden-Brown *et al.*, 1993). En cambio, En las cabras de la Comarca Lagunera, más del 80 % de las cabras ovularon cuando se expusieron a los machos foto-estimulados por 4 horas al día durante 15 días consecutivos (Bedos *et al.*, 2010, 2012). Sin embargo, no se sabe si el tiempo de contacto entre machos cabríos foto-estimulados y cabras anéstricas se puede reducir aún más, sin disminuir la respuesta ovulatoria y reproductiva de las hembras.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Estacionalidad reproductiva

La estacionalidad reproductiva es una estrategia de reproducción que existe en algunos mamíferos, para que las crías nazcan en los meses del año más propicios para su sobrevivencia (Bronson, 1989). Esta estacionalidad que se observa en animales salvajes, sigue presente en las razas de algunas especies domesticadas. En efecto, los machos y hembras de algunas razas de caprinos y ovinos originarios o adaptados a las zonas subtropicales, presentan estacionalidad de sus actividades endocrinas, sexual y reproductiva (Delgadillo *et al.*, 1999, 2001; Duarte *et al.*, 2008).

2.3 Estacionalidad sexual de las hembras caprina

En las cabras locales de la Comarca Lagunera aisladas de los machos, la actividad estral y ovulatoria inicia en agosto y termina en febrero, mientras que el periodo de anestro, anovulación o reposo sexual estacional, se observa de marzo a julio (Duarte *et al.*, 2008). Durante la estación sexual, las cabras presentan una sucesión de ciclos estrales y ovulatorios cada 21 días, por lo que se clasifican como especie poliéstrica estacional. En cambio, en el anestro estacional se suspenden las actividades estral y ovulatoria de las hembras (Duarte *et al.*, 2008). Resultados similares se reportaron en las cabras subtropicales de Argentina y Australia (Restallet *et al.*, 1992; Rivera *et al.*, 2003).

2.3 Estacionalidad sexual de los machos cabríos

En los machos locales de la Comarca Lagunera aislados de las hembras, la actividad sexual inicia en mayo-junio y termina en diciembre-enero, mientras que el período de reposo sexual se observa de enero-febrero a mayo-junio (Delgadillo et al., 1999). Durante la estación sexual, se incrementan los niveles plasmáticos de testosterona, el comportamiento sexual y el olor de los machos, en cambio, durante el reposo todas las variables de la actividad sexual se encuentran disminuidas de manera importante (Delgadillo *et al.*, 2002; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007). Resultados similares se han demostrado en los machos Cashemere en el subtrópico de Australia (Walkde-Brown et al., 1994).

2.4 Técnicas de control de la actividad sexual de los caprinos

2.4.1 Machos: Tratamientos fotoperiódicos

En los machos locales de la Comarca Lagunera, la estacionalidad reproductiva es controlada principalmente por las variaciones del fotoperiodo. En los machos sometidos artificialmente a 3 meses de días largos (14 horas de luz por día) alternados con 3 meses de días cortos (10 horas de luz por día), las concentraciones de testosterona plasmática se incrementan en los días cortos y disminuyen en los días largos (Delgadillo *et al.*, 2004). Estos datos sugieren que la modificación de la estacionalidad sexual de los machos cabríos puede modificarse con tratamientos fotoperiódicos. El fotoperiódico estimula las actividades endocrina y sexual de los machos cabríos durante el periodo de reposo sexual. Este tratamiento luminoso consiste en someter a los machos a días largos artificiales (16 horas de luz por día) del 1 de noviembre al 15 de enero. A partir del 16 de enero, los

machos son sometidos a las variaciones del fotoperiodo natural. En los machos sometidos a este tratamiento fotoperiódico se incrementa la secreción de testosterona, el olor y el comportamiento sexual en el periodo de reposo (Figura 1). Los valores de estas variables son superiores a las observadas en los machos no tratados que se encuentran en reposo sexual.

Testosterona (ng/mL)

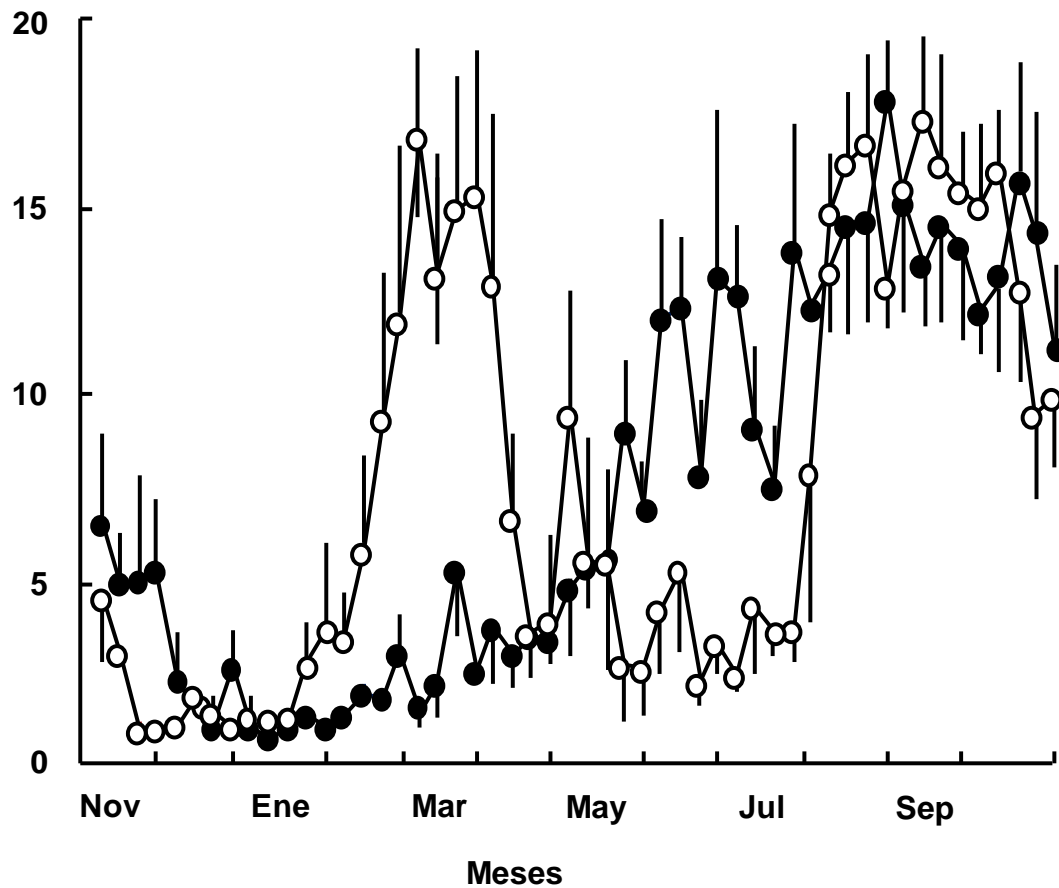


Figura1. Variaciones de la testosterona plasmática (promedio \pm EEM) de un grupo de machos cabríos tratados con 2.5 meses de días largos a partir del 1 de noviembre seguido de la exposición al fotoperiodo natural (○). Otro grupo de machos (●) estuvo expuesto a las variaciones naturales del fotoperiodo de la Comarca Lagunera (modificado de Delgado *et al.*, 2002).

2.4.2 Hembras: el “efecto macho”

En las cabras, la actividad sexual puede también inducirse en el periodo de anestro con tratamientos fotoperiódicos. Sin embargo, estos tratamientos luminosos son difíciles y costosos de aplicar a un número elevado de hembras. Otra posibilidad para inducir la actividad sexual de las hembras anéstricas, es el “efecto macho”(Figura 2). En los caprinos, la introducción de un macho en un grupo de hembras en anestro estacional puede estimular la actividad sexual (Shelton, 1960; Chemineau, 1987; Delgadillo *et al.*, 2009; Fitz-Rodríguez *et al.*, 2009). Las hembras expuestas a los machos pueden ovular alrededor de 50 horas después del contacto inicial con el macho (Chemineau, 1983; 1987). La primera ovulación inducida se asocia con una conducta estral en aproximadamente el 60 % de los casos (Chemineau, 1983; Walkden-Brown *et al.*, 1993). La casi totalidad de las cabras hace un ciclo ovulatorio de duración corta y vuelve a ovular en un periodo de 5 a 7 días después. Esta segunda ovulación inducida por el macho es acompañada por una conducta estral en aproximadamente 90-100% de los casos y el cuerpo lúteo generado es de duración normal. Por lo tanto, la mayoría de las hembras pueden quedar gestantes en esta segunda ovulación. Sin embargo, la respuesta sexual de las cabras expuestas a los machos es muy variable, dado que el “efecto macho” es un fenómeno que involucra el olfato, la vista, el tacto y el oído, la máxima respuesta de las hembras se obtiene cuando el macho está en contacto directo con las hembras (Pearce y Oldham, 1988; Shelton, 1990). Pero también, la respuesta de las hembras depende de la calidad del comportamiento sexual de los machos, así como del tiempo de contacto entre los dos sexos (Walkden- Brown *et al.*, 1999; Delgadillo *et al.*, 2006).

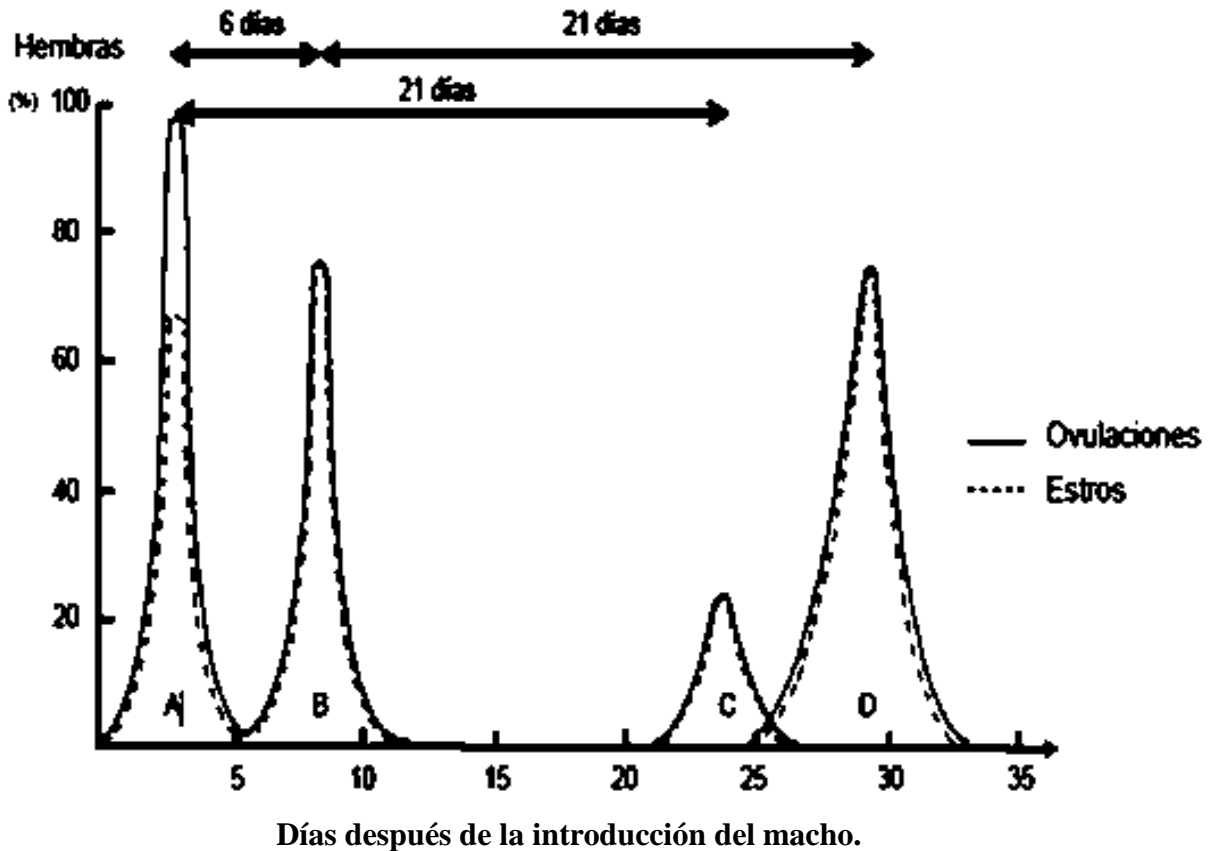


Figura2. Representación esquemática de la respuesta al efecto macho de cabras anovulatorias. Más del 90 % de las hembras ovulan alrededor del día 3 después de la introducción de los machos (pico A). Ésta primera ovulación está asociada con un comportamiento de estro en el 60 % de las hembras. La mayoría de las hembras que ovularon alrededor del día 3 experimentan un ciclo ovárico corto y ovulan nuevamente 6 días después (pico B). Si las hembras no quedan gestantes, ovulan por tercera ocasión 21 días más tarde de la primera ovulación (pico D). Las otras cabras (25 %) experimentan un ciclo normal después de la primera ovulación y si no quedan gestantes, ovulan nuevamente 21 días después (pico C). Las ovulaciones de los picos B, C y D están asociados con comportamiento de estro del (modificado de Chemineau, 1987).

2.4.3 Comportamiento sexual de los machos y respuesta de las hembras al “efecto macho”

La calidad o intensidad de las señales exteroceptivas provenientes del macho disminuyen considerablemente durante el periodo de reposo sexual (olor, vocalizaciones y conductas sexuales: aproximaciones laterales, olfateos anogenitales, intento de montas, entre otras). Esta disminución de la calidad de las señales exteroceptivas del macho puede ser la responsable del bajo porcentaje de cabras que responden a la presencia de los machos (Restall, 1992; Flores *et al.*, 2000). En cabras anéstricas, la exposición a un macho provoca inmediatamente un incremento en la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH (Poindron *et al.*, 1980; Chemineau *et al.*, 1986; Vielma *et al.*, 2009). Si el estímulo de los machos permanece, el incremento en la secreción de hormonas hipofisarias (LH y FSH) provoca el desarrollo de los folículos ováricos, que secretan elevadas cantidades de estradiol, lo que permite la aparición del pico preovulatorio de LH y la ovulación (Chemineau, 1987; Ungerfeld *et al.*, 2004). En un número variable de cabras, la primera ovulación va acompañada de comportamiento estral entre los días 2 y 5 después de la exposición al macho (Figura 3). El cuerpo lúteo que se forma de esta primera ovulación es de mala calidad y secreta progesterona en bajas cantidades, lo cual no impide un incremento en la secreción de LH (Chemineau *et al.*, 2006). Por ello, la mayoría de las cabras manifiestan un segundo estro entre los días 6 y 12 después del primer contacto con el macho, el cual es acompañado generalmente de ovulación y el cuerpo lúteo que se forma es de calidad y duración normal (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Chemineau *et al.*, 2006).

Progesterona

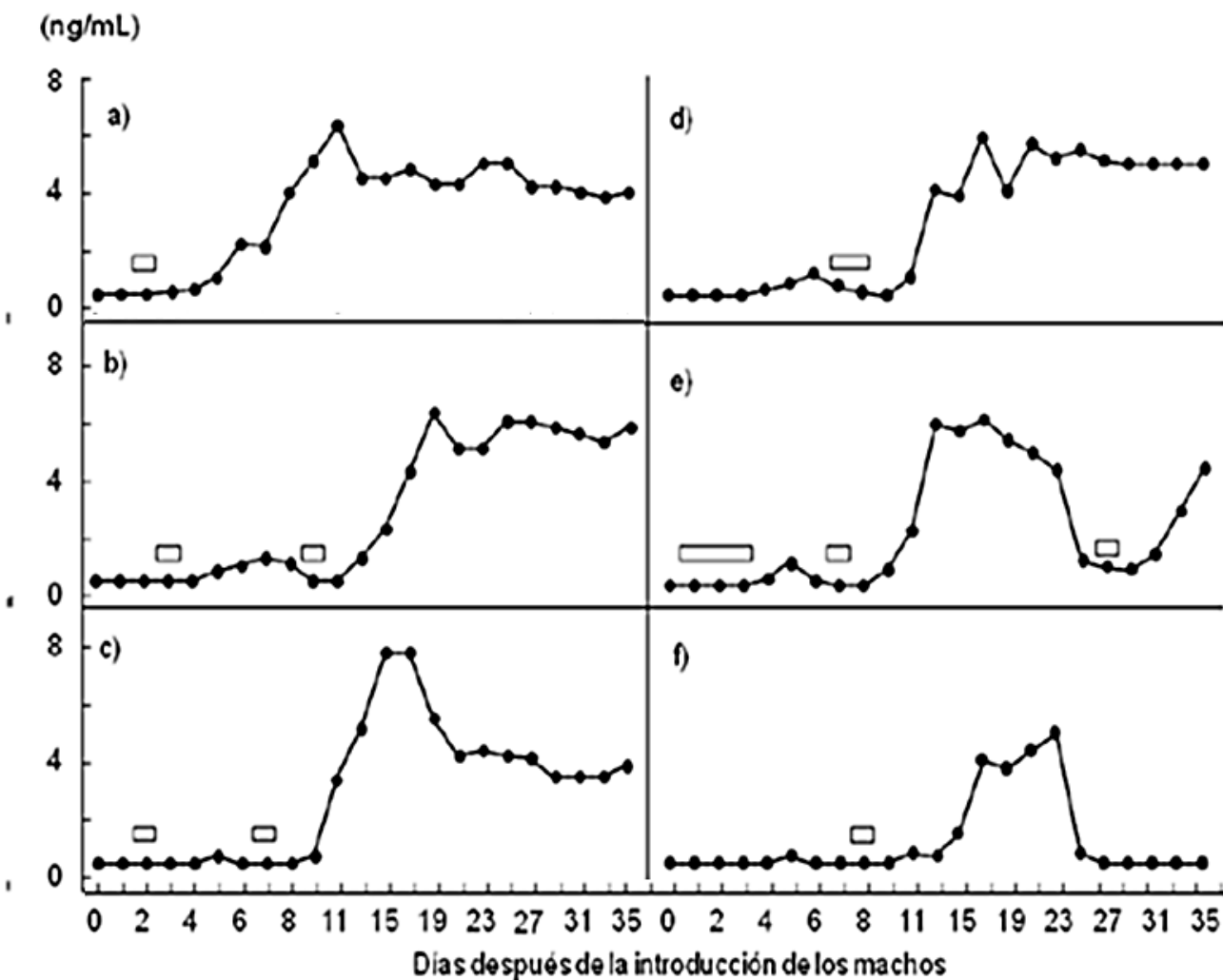


Figura 3. Diferentes respuestas (estro y ovulación) en cabras expuestas al “efecto macho”. Día 0, introducción del macho en el grupo de cabras. La duración del estro se muestra en rectángulos claros y los niveles plasmáticos de progesterona, indicadores de ovulación, en líneas. a) Estro asociado con una fase lútea de duración normal; b) un primer estro asociado con una fase lútea de corta duración, seguido por un estro y un ciclo ovulatorio de duración normal; c) estro sin ovulación, seguido por otro estro y fase lútea de duración normal; d) ovulación sin celo seguida por un estro y fase lútea de duración normal; e) dos ciclos ovulatorios de duración normal, precedidos de un estro y una fase lútea de corta duración; f) anovulación seguida por un estro asociado con una fase lútea de duración normal (Adaptado de Delgadillo *et al.*, 2003).

2.5 Duración del contacto entre machos y hembras

La duración del contacto entre machos y hembras es otro factor que modifica la respuesta sexual de las hembras expuestas a los machos. En las cabras de la raza Cashemere, el 24 % de las hembras que se expusieron a los machos durante 16 horas por 10 días ovularon (Walkden-Brown *et al.*, 1993). Sin embargo, en el total de las cabras de la Comarca Lagunera que se expusieron, la reducción del tiempo de contacto entre hembras y machos cabríos foto-estimulados de 24 horas a 16 horas por día, no disminuyó la respuesta estral de las hembras (>90%; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007). Además, recientemente se demostró que el tiempo de contacto entre hembras y machos foto-estimulados puede reducirse de 16 a 4 horas por día, sin disminuir la respuesta ovulatoria de las cabras (94% vs. 100%, respectivamente). Estos resultados obtenidos con cabras de la Comarca Lagunera demuestran que 4 horas de contacto diario con machos cabríos foto-estimulados, son suficientes para inducir la ovulación en la mayoría de las cabras expuestas a los machos. Sin embargo, no se sabe si el tiempo de contacto entre machos cabríos foto-estimulados y cabras anéstricas se puede reducir aún más, sin disminuir las respuestas sexual y reproductiva de las hembras.

III. OBJETIVO

Determinar las respuestas ovulatoria y reproductiva de las cabras expuestas a machos foto-estimulados 1 o 2 horas diarias durante 15 días consecutivos.

IV. HIPÓTESIS

Las respuestas ovulatoria y reproductiva de las cabras expuestas a los machos foto-estimulados por 1 o 2 horas diarias no difieren a las obtenidas en cabras en contacto con machos por 4 horas diarias durante 15 días consecutivos.

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Localización del área de estudio

El presente estudio se realizó en abril de 2013, en el Ejido “El Cambio” del municipio de Matamoros, Coahuila. Esta localidad forma parte de la Comarca Lagunera ubicada a una latitud de 26° 37' N y longitud 104° 47' O. El fotoperiodo natural de la región varía de 13:41 horas de luz en el solsticio de verano a 10:19 horas de luz en el solsticio de invierno.

5.2 Animales, manejo y tratamientos

a) **Machos.** Se utilizaron 6 machos cabríos locales de la Comarca Lagunera que se mantuvieron juntos en un corral abierto (6x6 m). Estos machos fueron sometidos a un tratamiento de días largos (16 h de luz / 8 h de oscuridad) del 1 de noviembre al 15 de enero para estimular su actividad sexual de febrero a abril, meses que corresponden al periodo de reposo sexual (Delgadillo *et al.*, 2002).

b) **Hembras.** Se utilizaron 81 cabras locales de la Comarca Lagunera. Estas hembras eran multíparas y se encontraban en anestro estacional. El 18 y 23 de marzo, la actividad ovulatorias de las hembras fue evaluada por ecografía, para ello, se efectuó un ultrasonido transrectal con un Scanner modo-B (Aloka SSD 550. Tokio Japón) equipado con un transductor lineal de 7.5 MHz. con el fin de determinar su ciclicidad ovárica (Ginther y Kot, 1994; Simões *et al.*, 2007). El 24 de marzo, las hembras anovulatorias se dividieron en 3 grupos homogéneos de acuerdo a la condición corporal (CC) y se mantuvieron en corrales abiertos sombreados (6x4 m): el grupo control (n=20; CC: 2.6 ± 0.1 : promedio \pm EEM) se aisló de los machos cabríos. Los otros 3 grupos fueron expuestos diariamente a

los machos sexualmente activos por 1 hora (n=18; CC: 2.5 ± 0.1), 2 horas (n=22; CC: 2.5 ± 0.1) o 4 horas (n=21; CC: 2.5 ± 0.1). La CC fue evaluada mediante la palpación de la región lumbar de la columna vertebral con la asignación de una puntuación de 1 (flaca) a 4 (obesa) en incrementos de 0.5 (Walkden-Brown *et al.*, 1997).

Las hembras y los machos se alimentaron con 2kg de heno de alfalfa (18% PC/1.9 Mcal/kg) y 200g de concentrado comercial (14% PC; 1.7Mcal/kg) con acceso libre al agua y sales minerales durante el estudio.

5.3 Efecto macho

El 25 de marzo (día 0), las hembras de cada grupo experimental fueron expuestas a uno de los 3 pares de machos foto-estimulados durante 15 días consecutivos. Los machos se introdujeron todos los días a las 08:00 en los corrales de los grupos de cabras. Posteriormente, los machos se retiraron de los grupos de cabras según el tiempo de contacto entre los dos sexos. En los grupos expuestos a los machos por 1, 2 y 4 horas, los machos se retiraron de los corrales a las 09:00, 10:00 y 12:00 horas, respectivamente. Los machos se alojaron hasta el día siguiente en otro corral situado a más de 200m de los corrales experimentales. Además, la distancia entre los 4 grupos de hembras fue más de 100 metros, para impedir cualquier riesgo de interferencia entre los tratamientos y entre los grupos (Walkden-Brown *et al.*, 1993).

5.4 Variables evaluadas

5.4.1 Actividad ovulatoria

Las ovulaciones se determinaron observando la cantidad de cuerpos lúteos mediante una ecografía transrectal los 18 días después del primer contacto entre machos y hembras, la ecografía transrectal se realizó utilizando un aparato Aloka SSD-500 conectado a una sonda lineal de 7.5MHz.

5.4.2 Tasas de preñez, Fertilidad y prolificidad

Las tasas de preñez se determinaron a los 50 días después del primer contacto entre hembras y machos por ecografía transrectal. La fertilidad se determinó al parto (número de hembras que parieron/número de hembras expuestas a los machos x 100) y la prolificidad (número de cabritos nacidos/número de hembras que paren x 100).

5.4.3 Análisis estadísticos

La prueba de Chi cuadrada se utilizó para la comparación de grupos múltiples y la prueba de probabilidad exacta de Fisher se utilizó para la comparación de dos grupos para determinar diferencias en la proporción de hembras que ovularon, que quedaron gestantes y que parieron. La prolificidad se comparó mediante el test de Kruskal-Wallis seguido por la Prueba U de Mann-Whitney. Los análisis para determinar la proporción de hembras que ovularon, las que quedaron gestantes y las que parieron se hicieron con el programa estadístico del SYSTAT(2009).

VI. RESULTADOS

6.1 Respuesta de las hembras al efecto macho: actividad ovulatoria, preñez, fertilidad y prolificidad.

El 89% de las hembras expuestas a los machos sexualmente activos ovularon por lo menos una vez durante todo el experimento, mientras que sólo el 5% lo hizo en el grupo control, aislado de los machos ($P < 0.001$). La proporción de cabras que ovuló no fue diferente entre grupos de hembras expuestas durante 1, 2 o 4 horas por día a los machos sexualmente activos ($P > 0.05$). La tasa de preñez (>66 %) no difirió entre los grupos expuestos a los machos sexualmente activos. La fertilidad (>al 50%) y la prolificidad (>al 50%) no fueron diferentes entre los grupos de cabras expuestos a los machos fotoestimulados ($P > 0.05$; Tabla 1).

Tabla 1. Actividades ovulatoria y reproductiva de cabras anéstricas expuestas por 1,2 o 4 horas durante 15 días consecutivos a machos foto-estimulados al exponerlos a días largos (16 horas de luz por día) del 1 de noviembre al 15 de enero.

Grupos	n	Cabras que ovularon (%)	Tasa de ovulación (Promedio±EEM)	Tasa de preñez¹ (%)	Fertilidad² (%)	Prolificidad (Promedio±EEM)
Control	20	5 ^a	-	-	-	-
1 h	21	100 ^b	2.0 ± 0.2 ^a	71 ^a	62 ^a	1.8 ± 0.2 ^a
2 h	22	95 ^b	1.6 ± 0.1 ^a	91 ^a	77 ^a	1.8 ± 0.1 ^a
4 h	18	89 ^b	1.8 ± 0.1 ^a	67 ^a	50 ^a	1.8 ± 0.1 ^a

¹Porcentaje de hembras preñadas detectadas por ultrasonografía 56 días después de la introducción de los machos.

²Porcentaje de hembras que parieron.

^{a, b}, Diferentes superíndices dentro de cada columna denotan diferencias significativas (P<0,05).

VII. DISCUSIÓN

Los resultados muestran que los machos foto-estimulados son capaces de estimular las actividades sexual y reproductiva de las hembras anovulatorias cuando el contacto diario entre ellos al menos es de 1 hora durante 15 días consecutivos. En efecto, todas las variables sexuales y reproductivas que se determinaron (tasa ovulatoria, tasa de preñez, fertilidad y prolificidad), no difirieron entre los grupos de cabras expuestos a los machos por 1, 2 o 4 horas durante 15 días consecutivos. Los resultados del presente estudio son similares a los descritos cuando las cabras se expusieron durante 24, 16, 12 u 8 horas al día a machos sexualmente activos (Bedos *et al.*, 2010; Bedos *et al.*, 2012; Delgadillo *et al.*, 2002; Flores *et al.*, 2000). En su conjunto, estos resultados validan la hipótesis de que los machos foto-estimulados son capaces de estimular las actividades sexual y reproductiva de las cabras al disminuir el contacto con ellas a 1 hora por día durante 15 días consecutivos.

Las respuestas sexual y reproductiva observadas en el presente estudio podrían ser debido al hecho de que se utilizaron machos foto-estimulados. En efecto, solo los machos foto-estimulados son capaces de inducir las actividades sexual y reproductiva, porque los machos no tratados, en reposo sexual, no estimulan las actividades sexual y reproductiva de las cabras, aunque en el estudio anterior los machos permanecieron todo el día con las hembra (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002). La eficacia de los machos foto-estimulados se basa, muy probablemente, en el hecho de que el tratamiento luminoso mejora el comportamiento sexual, incrementa el olor y la frecuencia de vocalizaciones que estimulan el comportamiento estral y la ovulación en las hembras (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007; Delgadillo *et al.*, 2012). En este contexto

se demostró recientemente que el comportamiento sexual es un factor importante para mantener elevada la secreción de la LH e inducir la ovulación (Vielma *et al.*, 2009; Martínez-Alfaro *et al.*, 2011) Finalmente, las vocalizaciones de los machos foto-estimulados estimulan la presentación del comportamiento estral en las cabras anéstricas (Delgadillo *et al.*, 2012). En conjunto, los resultados del presente estudio y los mencionados anteriormente indican que el comportamiento sexual intenso y todas las señales exeroceptivas que son emitidas de los machos foto-estimulados permiten estimular las actividades sexual y reproductiva de las hembras con solo 1 hora de contacto por día durante 15 días consecutivos.

VIII. CONCLUSIÓN

El presente estudio demuestra por primera vez que 1 hora diaria durante 15 días consecutivos de contacto entre las cabras anovulatorias y los machos foto-estimulados es suficiente para estimular las actividades sexual y reproductiva de las hembras de manera muy eficiente.

IX. LITERATURA CITADA

1. 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.
2. Bedos, M., Velázquez, H., Fitz-Rodríguez, G., Flores, J.A., Hernández, H., Duarte, G., Vielma, J., Fernández, I.G., Retana-Márquez, 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 and Behavior*. 106, 259-263.
3. Bronson, F.H., 1989. *Mammalian Reproductive Biology*. Ed The University of Chicago Press, Chicago and London, 317p.
4. Chemineau, P., 1983. Effect on oestrus and ovulation of exposing creole goats to the male at three times of the year. *Journal of Reproduction and Fertility*. 67, 65-72.
5. 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. *J. Reprod. Fertil.* 78, 497-504.
6. Chemineau, P., 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrus cycles in anovulatory goats - a review. *Livestock Production Science*. 17, 135-147.

7. 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.
8. 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 goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology*. 52, 727-737.
9. Delgadillo, J.A., Carrillo, E., Morán, J., Duarte, G., Chemineau, P., Malpoux, B., 2001. Induction of sexual activity of male creole goats in subtropical northern Mexico using long days and melatonin. *Journal of Animal Science*. 79, 2245-2252.
10. 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 in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *Journal of Animal Science*. 80, 2780-2786.
11. Delgadillo-Sánchez, 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.
12. Delgadillo, J.A., Cortez, M.E., Duarte, G., Chemineau, P., Malpoux, B., 2004. Evidence that photoperiod controls the annual changes in secretion, testicular and body weight in subtropical male goats. *Reproduction, Nutrition and Development*. 44, 183- 193.
13. 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. *Reproduction, Nutrition and Development*. 44, 391-400.
14. 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.
 15. Delgadillo, J.A., Vielma, J., Hernandez, H., Flores, J.A., Duarte, G., Fernández, I.G., Keller, M., Gelez, H., 2012. Male goat vocalizations stimulate the estrous behavior and LH secretion in anestrus goats that have been previously exposed to bucks. *Hormones and Behavior*. 62, 525-530.
 16. 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.
 17. Flores, J.A., Véliz, F.G., Pérez-Villanueva, J.A., Martínez de la Escalera, G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B. and 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.
 18. Fitz-Rodríguez, G., De Santiago-Miramontes, M.A., Scaramuzzi, R.J., Malpoux, B., Delgadillo, J.A., 2009. Nutritional supplementation improves ovulation and pregnancy rates in female goats managed under natural grazing conditions and exposed to the male effect. *Animal Reproduction Science*. 116, 185-194.
 19. Ginther, O. J., Kot, K., 1994. Follicular dynamics during the ovulatory season in goats. *Theriogenology*. 42, 987-1001.

20. Martínez-Alfaro, J.C., Flores, J.A., Hernández, H., Duarte, G., Fitz-Rodríguez, G., Delgadillo, J.A., Vielma, J., 2011. El comportamiento sexual del macho induce la ovulación en cabras anéstricas. *Revista Argentina de Producción Animal*. 31, 434.
21. Pearce, G.P., Oldham, C.M., 1988. Importance of nonolfactory ram stimuli in mediating ram-induced ovulation in the ewe. *Journal of Reproduction and Fertility*. 84, 333-339.
22. Perkins, A., Fitzgerald, J.A., 1994. The behavioral component of the ram effect: the influence of ram sexual behavior on the induction of estrus in anovulatory ewes. *Journal of Animal Science*. 72, 151-155.
23. Poindron, P., Cognie, Y., Gayerie, F., Orgeur, P., Oldham, C.M., Ravault, J.P., 1980. Changes in gonadotrophins and prolactin levels in isolated (seasonally or lactationally) anovular ewes associated with ovulation caused by the introduction of rams. *Physiol. Behav.* 25, 227-36.
24. Restall, B.J., 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Animal Reproduction Science*. 27, 305-318.
25. Rivas-Muñoz, R., Fitz-Rodríguez, G., Poindron, P., Malpaux, 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.
26. Rivera, G.M., Alanis, G.A., Chaves, M.A., Ferrero, S.B., Morello, H.H., 2003. Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. *Small Ruminant Research*. 48, 109-117.
27. Shelton, M., 1960. Influence of the presence of a male goat on the initiation of estrous cycling and ovulation of angora does. *Journal of Animal Science*. 19, 368-375.

28. Shelton, M., 1990. Goats: Influence of various exteroceptive factors on initiation of oestrus and ovulation. *International Goat and Sheep Research*. 1, 156-162.
29. 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. *Animal Reproduction Science*. 97, 136-146.
30. Ungerfeld, R., Silva, L., 2004. Ewe effect: endocrine and testicular changes in experienced adult and inexperienced young Corriedale rams used for the ram effect. *Anim. Reprod. Sci.* 80, 251-259.
31. Vielma, J., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A., 2009. Male sexual behavior contributes to the maintenance of high LH pulsatility in anestrus female goats. *Hormones and Behavior*. 56, 444-449.
32. Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Henniawati, 1993. The male effect in the Australian Cashmere goat. 2. Role of olfactory cues from the male. *Animal Reproduction Science*. 32, 55-67.
33. Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Norton, B.W., Scaramuzzi, R.J. Martin, G.B., 1994. Effect of nutrition on seasonal patterns of LH FSH and 125 testosterone concentration testicular mass sebaceous gland volume and odour in Australian cashmere goats. *Journal of Reproduction and Fertility*. 102, 351-360.
34. Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Scaramuzzi, R.J., Martin, G.B., Blackberry, M.A., 1997. Seasonality in male Australian cashmere goats: Long term effects of castration and testosterone or estradiol treatment on changes in LH, FSH and prolactin concentrations, and body growth. *Small Ruminant Research*. 26, 239-252.

35. Walkden-Brown, S.W., Martin G.B., Restall B.J. (1999). Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *Journal of Reproduction and Fertility* 54, 243-257.