

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**EN LAS CABRAS SIN EXPERIENCIA SEXUAL LA
PULSATILIDAD DE LA LH NO DISMINUYE AL
EXPONERLAS A MACHOS SEXUALMENTE ACTIVOS**

PRESENTA:

RIGOBERTO HERNÁNDEZ CRUZ

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE DE 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**EN LAS CABRAS SIN EXPERIENCIA SEXUAL LA
PULSATILIDAD DE LA LH NO DISMINUYE AL
EXPONERLAS A MACHOS SEXUALMENTE ACTIVOS**

TESIS

PRESENTA:

RIGOBERTO HERNÁNDEZ CRUZ

ASESORA PRINCIPAL

Una firma manuscrita en tinta que parece decir "Ílda Graciela Fernández García".

DRA. ÍLDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE DE 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**EN LAS CABRAS SIN EXPERIENCIA SEXUAL LA
PULSATILIDAD DE LA LH NO DISMINUYE AL
EXPONERLAS A MACHOS SEXUALMENTE ACTIVOS**

TESIS

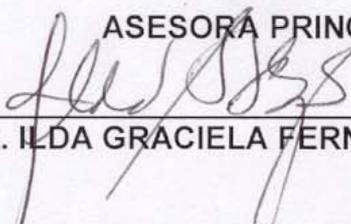
**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

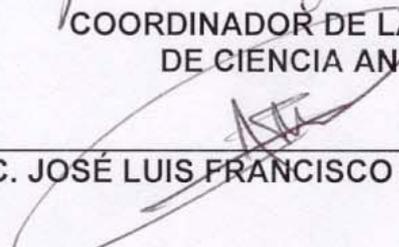
RIGOBERTO HERNÁNDEZ CRUZ

ASESORA PRINCIPAL



DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN
DE CIENCIA ANIMAL**



M.C. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS



**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CIENCIA ANIMAL**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE DE 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

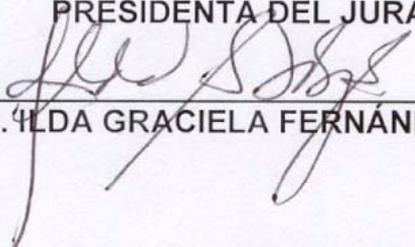
“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

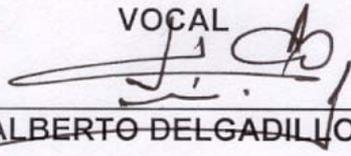
TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ
DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

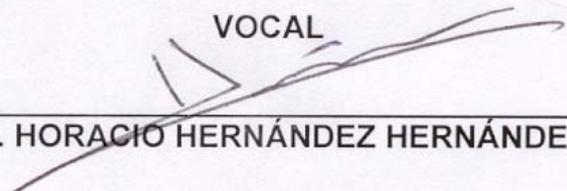
PRESIDENTA DEL JURADO


DRA. YLIDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA

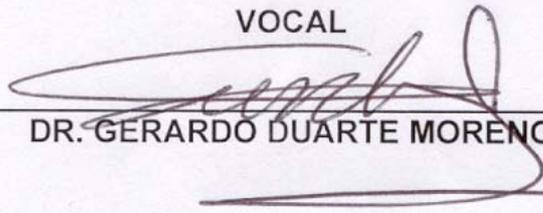
VOCAL


DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

VOCAL


DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

VOCAL


DR. GERARDO DUARTE MORENO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE DE 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**EN LAS CABRAS SIN EXPERIENCIA SEXUAL LA
PULSATILIDAD DE LA LH NO DISMINUYE AL
EXPONERLAS A MACHOS SEXUALMENTE ACTIVOS**

POR:

RIGOBERTO HERNÁNDEZ CRUZ

**Elaborado bajo la supervisión del comité particular de
asesoría**

ASESORA PRINCIPAL:

DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA

ASESORES:

**DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ
DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ
DR. GERARDO DUARTE MORENO**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE DE 2009

DEDICATORIAS

A mis padres:

Paulino Hernández Juventino y Victoria Cruz Hernández, su amor y su gran apoyo incondicional brindado durante toda mi vida, para mi formación como persona y el apoyo poder alcanzar mis metas. GRACIAS PADRES AMADOS.

Dedico esta tesis a mis hermanos Feliciano, Esteban, Claudio, Alejandrina, Flor y Celia, y a mis trece sobrinos, que de una u otra manera estuvieron apoyándome, por sus consejos y por preocuparse en la realización de mis sueños. Gracias por sus ánimos y motivaciones.

También le dedico y agradezco a Lizbeth Álvarez Guillermo por su amor, cariño, comprensión y apoyo total brindado a lo largo de mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por haberme dado esta vida maravillosa, conocer cosas nuevas y poder lograr mis metas.

A mi “**Alma Terra Mater**” por haberme brindado una buena formación profesional, así como la oportunidad de vivir experiencias inolvidables y formar parte de mi vida.

A mi asesora **Dra. Ida Graciela Fernández García**, por su apoyo, paciencia y confianza para la realización de mi tesis.

Al Dr. **José Alberto Delgadillo Sánchez** por su asesoría, observaciones y por aportar de sus conocimientos a este trabajo de investigación, ya que considero que es la persona con más preparación en relación con el tema.

Agradezco a todos los miembros del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (**CIRCA**) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por su apoyo.

También a mi gran amigo, C.P.A. Eduardo Aguirre García por apoyarme en la carrera y en especial por ayudarme a conocer y entender la etología.

A mis amigas ALMA D. REYES, ALICIA RAMÍREZ, ALMA M. Y KATY por apoyarme en todo momento. A todas ellas MUCHAS GRACIAS.

Índice

	Página
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN.....	XI
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Estacionalidad reproductiva	3
2.2 Fotoperiodo.....	3
2.3 Control de la actividad reproductiva anual de caprinos en zonas templadas y subtropicales.....	4
2.4 Las señales sensoriales en la reproducción.....	5
2.5 Uso del efecto macho.....	6
2.6 Respuesta de las hembras al macho.....	6
2.7 Respuesta endocrina, ovárica y estral de las hembras al efecto macho..	7
2.8 Intensidad del comportamiento sexual de los machos.....	8
2.9 Respuesta de las hembras con experiencia y sin experiencia sexual al macho.....	9
OBJETIVO.....	11
HIPÓTESIS.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1 Lugar del experimento.....	12
3.2 Descripción de los animales del estudio.....	12
3.2.1 Machos.....	12
3.2.1.1 Alimentación de los machos.....	13
3.2.2 Tratamiento fotoperiódico aplicado a los machos.....	13
3.2.3 Descripción de las hembras utilizadas.....	14

3.2.4 Descripción de las cabras sin experiencia sexual.....	15
3.2.5 Descripción de las cabras con experiencia sexual.....	15
3.3 Manejo de las hembras previo al experimento.....	16
3.4 Efecto macho.....	16
3.5 Variables evaluadas.....	16
3.5.1 Pulsatilidad de LH de las cabras.....	16
3.5.2 Detección de pulsos de LH.....	17
3.5.3 Comportamiento sexual de los machos.....	17
3.6 Análisis estadísticos.....	17
IV. RESULTADOS.....	19
V. DISCUSIÓN.....	23
VI. CONCLUSIÓN.....	26
VII. LITERATURA CITADA.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1. Perfiles de la secreción de la LH de cabras expuestas a machos sexualmente activos.....	21
Figura 2. Frecuencia de las conductas sexuales de los machos sexualmente activos al ser puestos en contacto con cabras con experiencia o sin experiencia sexual.....	22

RESUMEN

El presente estudio fue realizado para determinar si la pulsatilidad de la hormona luteinizante (LH) en cabras sin experiencia sexual es menor que en las cabras con experiencia sexual cuando son expuestas a machos sexualmente activos. Se utilizaron 4 machos con experiencia sexual. Los machos recibieron un tratamiento fotoperiódico durante 2.5 meses de días largos a partir del 1 de noviembre. Se utilizaron dos grupos de cabras. Un grupo ($n = 20$) con experiencia sexual tuvieron contacto táctil, olfativo, visual y auditivos con los machos adultos de su misma especie, y no copularon. El otro grupo de cabras sin experiencia sexual ($n = 20$) fueron aisladas de los machos y de hembras adultas a partir de los 20 días de nacidas hasta que se llevó a cabo el experimento. A los 16 meses de edad, ambos grupos de cabras fueron sometidas al efecto macho durante 15 días. El primer día de ser puestos en contacto los machos con las hembras se determinó la pulsatilidad de LH 4 h antes y 8 h después de introducir los machos. Antes de la introducción de los machos, el número de pulsos de LH fue similar ($P > 0.05$) en las cabras sin experiencia sexual (0.4 ± 0.16 pulsos) y en las cabras con experiencia sexual (0.2 ± 0.13 pulsos). Postintroducción de los machos, en las cabras sin experiencia sexual (4.6 ± 0.4 pulsos) y en las cabras con experiencia sexual (4.6 ± 0.4 pulsos) se incrementó ($P < 0.05$) la frecuencia de los pulsos de LH. El intervalo entre la introducción del macho y la presentación del primer pulso de LH fue similar ($P > 0.05$), en las cabras sin experiencia sexual (36 ± 13.3 min) y en las cabras con experiencia sexual (27 ± 4.9 min). Las conductas registradas en los machos durante los

primeros 90 min de contacto con las cabras con experiencia sexual fueron 63 olfateos anogenitales y 27 en las cabras sin experiencia sexual ($P < 0.05$). No se observó diferencia en el número de flehmen en las cabras con experiencia sexual (7) y en las cabras sin experiencia sexual (6; $P > 0.05$). Así mismo, no fue diferente ($P > 0.05$) el número de aproximaciones realizadas por los machos expuestos a las cabras con y sin experiencia sexual (30 y 32, respectivamente). Los resultados indican que en las cabras anéstricas sin experiencia sexual la pulsatilidad de la LH no disminuye al exponerlas a machos sexualmente activos.

Palabra clave: Caprinos, efecto macho, hormona luteinizante, comportamiento sexual.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la especie caprina históricamente ha estado asociada a sectores marginales y a países pobres, donde la producción de leche y la carne se destina principalmente al autoconsumo (Boyazoglu *et al.*, 2005). En México la producción caprina es una actividad tradicional que se encuentra estrechamente ligada al desarrollo cultural de la población desde que los españoles introdujeron las cabras hace ya casi 500 años (Gallegos *et al.*, 2005).

México ocupa el primer lugar en América Latina con 9, 500,000 cabezas (SAGARPA, 2005), por este hecho se visualiza un incremento en la producción de leche, así como en la producción de la carne. Los caprinos poseen la habilidad de adaptarse a diversos climas, así como a diversas condiciones de manejo, además de ser animales dóciles. Estas cualidades hacen de los caprinos animales de gran valor productivo actual y en el futuro servirán para mejorar el nivel de vida de los productores (SAGARPA, 2004).

Los sistemas de producción que se manejan en México son: extensivo, semi-intensivo y estabulado (Hernández, 2000). Las principales razas caprinas en México son: Saanen, Alpina, Toggenburg, Nubia y Murciana, concentradas para la producción de leche en el altiplano mexicano y en el norte del país (SAGARPA, 2004). En la Comarca Lagunera se encuentran los caprinos criollos locales (Delgadillo *et al.*, 2002).

La explotación de los caprinos se distribuye de la siguiente manera: Coahuila (34.3%), Durango (28.2%), Guanajuato (15.5 %), Zacatecas (8.2 %), Jalisco (3.8 %), Chihuahua (3.6 %), Nuevo León (3.2 %), Michoacán (2.5 %) y el resto de los estados (7.6 %; SAGARPA, 2004). La producción de carne en 2004 se estima que fue de casi 47,000 toneladas, y la producción de leche en 155, 000,000 de litros (SAGARPA, 2005).

Los caprinos originarios de latitudes templadas son sensibles para responder fisiológicamente a diversas señales medioambientales (Chemineau *et al.*, 1992). Por ejemplo, las variaciones en la duración del fotoperiodo sincronizan la estacionalidad reproductiva de los ovinos y de los caprinos. En la actualidad existen diversas metodologías para contrarrestar la estacionalidad reproductiva. Uno de ellas es la técnica de bioestimulación sexual ampliamente conocida como “*efecto macho*” (Delgadillo *et al.*, 2009). Por ello, en la actualidad se han realizado algunos estudios para dar solución o bien presentar alternativas de solución a estos problemas que padece la explotación caprina y así lograr mayor eficiencia en este sistema de producción. Una característica endocrina de las hembras expuestas al efecto macho es un incremento abrupto de las concentraciones de la LH. Sin embargo, en la literatura no se conoce si la falta de experiencia sexual pueda influir sobre la respuesta endocrina de las cabras sometidas al efecto macho. Por ello, en la presente tesis se investigó si la respuesta de la LH en las cabras sin experiencia sexual es similar al de las cabras con experiencia sexual expuestas a machos sexualmente activos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Estacionalidad reproductiva

Debido a que los caprinos se encuentran en diversas zonas ecológicas, esta especie ha desarrollado diferentes estrategias reproductivas para lograr una máxima sobrevivencia de las crías (Delgadillo, 2005). La estacionalidad reproductiva tiene una gran importancia, ya que favorece la sobrevivencia de la crías, pues las épocas de parto concuerda con las estaciones de disponibilidad de alimento, temperatura del medio ambiente y precipitaciones (Bronson, 1985; Duarte *et al.*, 2008).

2.2 Fotoperiodo

Las variaciones fotoperiódicas controlan la estacionalidad reproductiva, y en consecuencia la secreción de melatonina. El estímulo recibido por la retina es transmitido hasta la glándula pineal, la cual secreta dicha sustancia durante los periodos de oscuridad. Una larga duración de secreción de melatonina es percibida como un día corto, mientras una corta duración de secreción es percibida como un día largo (Delgadillo, 2005).

Se ha demostrado que las cabras criollas de la Comarca Lagunera al ser expuestas a alternancias de 3 meses de días largos (14 h de luz / día) y 3 meses de días cortos (10 h luz / día), se inicia su actividad ovulatoria en los días cortos y finaliza en los días largos (Duarte, 2000).

En relación a los machos de esta región, Delgadillo *et al.* (2004) demostraron que al exponerlos de manera alternada de 3 meses de días largos (14 h de luz / día) y 3 meses de días cortos (10 h luz / día), es inminente el incremento en la secreción de testosterona durante los días cortos y su disminución en los días largos.

2.3 Control de la actividad reproductiva anual de caprinos en zonas templadas y subtropicales

Las razas caprinas originarias de las zonas templadas (>35°), muestran una marcada variación estacional en la actividad de la reproducción (Chemineau *et al.*, 1992; Delgadillo, 2005). La estacionalidad reproductiva de las cabras es una limitante importante en la rentabilidad de las explotaciones porque restringe la reproducción y la producción continua de las mismas (Restall, 1992). Como se mencionó anteriormente, la actividad reproductiva de las cabras es controlada por las variaciones del fotoperíodo, y dichas variaciones sincronizan un ritmo endógeno de reproducción y la actividad sexual se presenta durante los días decrecientes (Delgadillo, 2005).

En los machos locales de la Comarca Lagunera, considerada como una región subtropical, es posible controlar su actividad sexual mediante la alternancia de días largos y días cortos (Chemineau *et al.*, 1992; Delgadillo *et al.*, 2001). Para estimular la secreción de la LH, la testosterona, el comportamiento sexual e incrementar la producción espermática de los

machos, es necesario estimularlos mediante la exposición de 2.5 meses de días largos (16h de luz/día) a partir del 1 de noviembre (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002). Una de las consecuencias del tratamiento fotoperiódico en los machos, es el incremento de la testosterona a partir del mes de febrero, alcanzando su máxima secreción en el mes de marzo y posteriormente una disminución en su producción en abril. Además, estos machos manifiestan un incremento en las conductas sexuales como olfateos anogenitales, aproximaciones y montas (Delgadillo *et al.*, 2002). Asimismo, el olor de los machos se incrementa de manera importante (Vielma *et al.*, 2009). Por el contrario, durante el período de reposo sexual, los machos manifiestan un comportamiento sexual diferente, ya que el olor, las vocalizaciones, las aproximaciones, los olfateo anogenitales, el automarcaje con orina, y la espermatogénesis disminuyen considerablemente (Delgadillo *et al.*, 2008).

2.4 Las señales sensoriales en la reproducción

Las características sensoriales y el comportamiento sexual emitidos por los individuos juegan un papel importante en la comunicación sexual en los individuos de la misma especie. Por ejemplo, en los cerdos (*Suis scrofa*), las señales químicas contenidas en la saliva del macho son importantes ya que inmoviliza a la hembra y facilita la cópula. Además, se ha demostrado que al aplicar presión sobre el lomo de la hembra se obtiene una respuesta como consecuencia al estímulo recibido facilitando la cópula (Kingsbury y

Rawlings, 1993). Cuando las cabras (*Capra hircus*) y las ovejas (*Ovis aries*) son expuestas al olor de los machos se desencadena abruptamente la secreción de la LH (Gelez y Fabre-Nys, 2004; Vielma *et al.*, 2009). En el caso de los bovinos (*Bos indicus* y *Bos taurus*) la presencia de un macho o sus olores, puede ejercer efectos sobre el adelantamiento en la pubertad en las hembras (Izard y Vandenberg, 1982).

2.5 Uso del efecto macho

La introducción repentina de un macho a un grupo de hembras anéstricas induce a la actividad sexual de las hembras, este fenómeno es conocido como “efecto macho” (Martin *et al.*, 1986; Delgadillo *et al.*, 2009).

2.6 Respuesta de las hembras al macho

Algunos factores influyen en la respuesta de las hembras al exponerlas a los machos, entre ellos, se menciona la experiencia sexual de las hembras (Gelez *et al.*, 2004a), así como la edad de las mismas, ya que se ha demostrado que las ovejas jóvenes sin experiencia sexual son menos proceptivas y receptivas que las ovejas adultas multíparas en su primer contacto con los machos (Gelez *et al.*, 2004b).

2.7 Respuesta endocrina, ovárica y estral de las hembras al efecto macho

Las hembras al ser puestas en contacto con los machos se detecta un incremento en la amplitud y en la frecuencia de LH plasmática (Chemineau, 1986). Por ejemplo, en las cabras de la Comarca Lagunera la frecuencia de los pulsos de la LH se incrementa de 1.0 ± 0.2 antes de la introducción de los machos a 2.9 ± 0.3 post-introducción de éstos (Vielma *et al.*, 2009). El aumento en la secreción de la LH estimula el crecimiento folicular, provocando que los folículos incrementen la secreción de estradiol, el cual por retroalimentación positiva permite que se presente un pico pre-ovulatorio de LH y, en consecuencia ocurre la ovulación (Chemineau *et al.*, 2006). Así mismo, se conoce que las cabras, después de ponerlas en contacto con los machos en un lapso de 3 a 5 días un alto porcentaje de ellas (>90%) ovula, así como un porcentaje considerable (>60%) manifiestan conducta estral. En la mayoría de los casos, esta primera ovulación es seguida por una fase lútea de corta duración, por lo que las hembras ovulan nuevamente alrededor de 8 a 10 días después de ponerlas en contacto con los machos. La segunda ovulación está acompañada por un comportamiento estral. En las ovejas la primera ovulación no se asocia con una actividad estral. Si las ovejas manifiestan fase lútea de corta duración, la siguiente ovulación inducida tampoco es acompañada de conducta estral. La tercera ovulación ocurre alrededor de los 18 a 20 días de exponer las hembras a los machos la cual es acompañada de estro. Sin embargo, si las ovejas exhiben un

cuerpo lúteo de duración normal, la segunda ovulación es acompañada de comportamiento estral (Chemineau *et al.*, 2006).

2.8 Intensidad del comportamiento sexual de los machos

La intensidad del comportamiento sexual de los machos es un factor determinante en la respuesta sexual de las hembras sometidas al efecto macho (Flores *et al.*, 2000; Rosa *et al.*, 2000). Se ha reportado que más del 80% de las cabras al ser expuestas a machos cabríos sexualmente activos muestran al menos un estro; por el contrario alrededor del 10% de ellas manifiestan estro cuando son expuestas a machos en reposo sexual (Flores *et al.*, 2000). De igual manera, algunos resultados muestran un alto porcentaje de ovejas que ovulan (95%) al ser expuestas a carneros con alto nivel de desempeño sexual, en comparación con ovejas expuestas a carneros con bajo nivel de actividad sexual (78%; Perkins y Fitzgerald, 1994). Esto indica que el comportamiento sexual de los machos es un factor importante para estimular la actividad sexual de las hembras caprinas (Rivas-Muñoz *et al.*, 2007; Delgadillo *et al.*, 2009).

Está ampliamente demostrado que la actividad sexual de los machos puede ser inducida mediante un tratamiento fotoperiódico de días largos (Delgadillo *et al.*, 2002) y asegura la activación apropiada del comportamiento sexual y mejoran la respuesta estral y ovulatoria de las hembras sometidas al efecto macho (Delgadillo *et al.*, 2006).

2.9 Respuesta de las hembras con experiencia y sin experiencia sexual al macho

En la mayoría de las especies mamíferas se ha demostrado que los eventos reproductivos son controlados por diversos factores como: edad, paridad, temperatura, nutrición, relaciones socio-sexuales, y experiencia sexual, entre otros. Por ejemplo, las ovejas sin experiencia sexual muestran un comportamiento reproductivo deficiente en relación con aquellas ovejas ya experimentadas sexualmente (Gelez *et al.*, 2004a). Previamente, Murtagh *et al.* (1984) demostraron que el porcentaje de ovejas adultas con experiencia sexual que ovularon al ser expuestas al efecto macho, fue superior (74%) que el de las ovejas jóvenes con experiencia (38%) y sin experiencia sexual (27%). Gelez *et al.* (2004a) sugieren que el aprendizaje participa en la conducta sexual de las hembras, ya que el incremento en la LH en respuesta al olor del macho es significativamente mayor en las ovejas con experiencia sexual (82%) que en aquellas sin experiencia sexual (40%).

Se ha reportado, entre otras funciones, que las señales químicas (Arteaga *et al.*, 2007) que emiten los individuos sirven como atrayentes y promueven el apetito sexual y las conductas de apareamiento, pero estas respuestas son principalmente expresadas en individuos con experiencia sexual (Gelez y Fabre-Nys, 2004). Por ejemplo, Gelez *et al.* (2004a) observaron que las ovejas con experiencia realizaron mayor número de investigaciones olfativas y lamido a la lana del macho que las ovejas jóvenes sin experiencia. En otro experimento realizado por Hawken *et al.* (2008)

encontraron un menor porcentaje (20%) de ovejas sin experiencia sexual que manifestaron pulsatilidad de la LH en relación a las ovejas con experiencia sexual (60%). En otras especies se ha observado algo similar, las cerdas jóvenes que son expuestas por primera vez al verraco, en ellas se adelanta la manifestación del estro y se incrementa la pulsatilidad de la LH, en comparación a las cerdas que no han tenido un contacto previo con el verraco (Kingsbury y Rawlings, 1993).

OBJETIVO

Determinar si la pulsatilidad de la LH en las cabras sin experiencia sexual es menor que en las cabras con experiencia sexual al ser expuestas a machos sexualmente activos.

HIPÓTESIS

Las hembras caprinas sin experiencia sexual muestran una menor pulsatilidad de la LH cuando son expuestas a machos sexualmente activos que las hembras con experiencia sexual.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar del experimento

Este trabajo se realizó en las instalaciones experimentales del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA) ubicado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, en el municipio de Torreón, Coahuila. Este experimento se realizó en el mes de abril de 2006, durante la época de anestro y reposo sexual de las cabras locales del subtrópico mexicano (Delgadillo, 2005). La Comarca Lagunera está situada a una latitud de 26° Norte, Longitud 102° y 104° Oeste, con una altitud que varía de 110 a 1400 msnm. La precipitación pluvial anual promedio es de 200 a 250 mm. El clima se considera seco extremoso, con una temperatura media anual de 23.4°C (CONAGUA, 2005).

3.2 Descripción de los animales de estudio

3.2.1 Machos

Se utilizaron cuatro machos adultos locales con experiencia sexual de la Comarca Lagunera de Coahuila, con edad de 2 a 5 años, que se encontraban en un sistema de explotación estabulado y fueron alojados en corrales abiertos de 5 x 10 m.

3.2.1.1 Alimentación de los machos

Durante el experimento los machos fueron alimentados con heno de alfalfa de buena calidad (18% de PC, 2kg/día/animal) y 300 g por día por animal de concentrado comercial (14% de PC). Las sales minerales y el agua fueron proporcionados a libre acceso.

3.2.2 Tratamiento fotoperiódico aplicado a los machos

Los machos utilizados para el experimento fueron sometidos a 2.5 meses de días largos del 1 de noviembre del 2005 al 15 de enero del 2006. Los corrales donde estuvieron alojados fueron equipados con lámparas fluorescentes de 75 watts cada una. Se comprobó una intensidad luminosa de 300 lux a nivel de los ojos de los animales. Las lámparas fueron programadas para encenderse automáticamente a las 06:00 h y se apagaban a las 09:00 h. Posteriormente eran encendidas a las 17:00 h para ser apagados nuevamente a las 22:00 h, proporcionando así 16 h de luz y 8 h de oscuridad. A partir del 16 de enero de 2006, se suspendió la luz artificial para que los machos recibieran las variaciones naturales del fotoperiodo del 16 de enero hasta el final del experimento. Este tratamiento provoca un incremento en la secreción de testosterona y el volumen testicular, además estimula al comportamiento sexual del los machos (Delgadillo *et al.*, 2002).

3.2.3 Descripción de las hembras utilizadas

Para el estudio se utilizaron 40 cabras criollas que fueron adquiridas en diversos hatos con un promedio de 20 días de edad. Las hembras fueron alimentadas con leche de cabra mediante biberón dos veces al día, a las 08:00 h y a las 18 h durante 25 días. A partir del destete (45 días) se les proporcionó 50 g de concentrado comercial por animal por día (22% de PC) y alfalfa (18% PC) a libre acceso hasta que alcanzaron la edad de 3 meses. A partir de esta edad y hasta el final de este estudio las hembras recibieron una ración que cubrió sus necesidades nutritivas a base de alfalfa de buena calidad y 50 g de concentrado comercial por animal por día (22% de PC). El agua y las sales minerales fueron proporcionadas a libre acceso. Esta dieta se fue modificando conforme las etapas de su desarrollo, cubriendo siempre sus requerimientos nutritivos (NRC, 1981).

A los 16 meses de edad (abril 2006) las hembras fueron diagnosticadas como anéstricas anovulatorias, mediante la ausencia de cuerpos lúteos en los ovarios al realizar dos valoraciones ecográficas transrectales realizadas a los 20 y 10 días antes de la introducción de los machos. Para ello se utilizó un ultrasonido marca Aloka SSD-500 equipado con un traductor de 7.5 MHz.

3.2.4 Descripción de las cabras sin experiencia sexual

Este grupo de cabras sin experiencia sexual ($n=20$) tenían una edad de 16 meses y un peso corporal de 28.01 ± 0.8 kg y presentaban una condición corporal de 2.6 ± 0.1 según la escala de 1 a 4, propuesta por Walkden-Brown *et al.* (1997). Estas hembras permanecieron aisladas desde su adquisición a los 20 días de edad, y no tuvieron contacto visual, auditivo ni olfativo con animales de su misma especie, ni con otros animales.

3.2.5 Descripción de las cabras con experiencia sexual

Este grupo de hembras ($n = 20$) crecieron y se desarrollaron en un corral junto a los machos adultos a partir de los tres meses de edad, separadas por una malla ciclónica, de tal manera que tuvieron contacto táctil parcial, visual, auditivo y olfativo con los animales de su misma especie. A estas cabras se le denominó con experiencia sexual, pero no copularon. Al inicio del experimento, estas cabras contaban con un peso corporal de 29.2 ± 1.4 kg y una condición corporal de 2.6 ± 0.1 de acuerdo con la escala propuesta por Walkden-Brown *et al.* (1997).

3.3 Manejo de las hembras previo al experimento

En febrero de 2006 las cabras se despezuñaron, se identificaron, se vitaminaron (ADE) y se desparasitaron.

3.4 Efecto macho

El día 4 de abril a las 11:00 h las hembras de cada grupo fueron puestas en contacto con 2 machos durante 15 días.

3.5 Variables evaluadas

3.5.1 Pulsatilidad de la LH de las cabras

La pulsatilidad de la LH se determinó en diez cabras de cada grupo seleccionadas de manera aleatoria. A las 07:00 h inició un muestreo seriado de sangre con intervalos de 15 min cada muestreo. El muestreo se dividió en dos periodos: uno antes de la introducción de los machos (07:00 – 11:00 h) y el otro después de la introducción de los machos (11:15 – 19:00 h). Se obtuvieron 7 ml de sangre en cada una de las cabras por punción de la vena yugular en tubos al vacío con heparina; posteriormente se centrifugaron a 2,500 rpm durante 20 min y el plasma fue conservado a -15°C hasta su análisis. Se determinaron las concentraciones de LH mediante un radioinmunoanálisis heterólogo en fase líquida. El tiempo de incubación total

fue de 120 h a 4°C. Se utilizó un segundo anticuerpo (IgG) de origen equino más suero normal de conejo, y como primer anticuerpo se utilizó anti-LH ovina (NIDDK-oLH-AFP8614B; Ramos *et al.*, 1995). La sensibilidad del ensayo fue 0.01 ng/mL, con un coeficiente de variación intraensayo de 9.38% e interensayo de 11.64%.

3.5.2 Detección de pulsos de LH

La pulsatilidad de la LH se analizó mediante el algoritmo Pulsar (Merriam y Watcher, 1982). Se consideró un pulso si 3 desviaciones estándar persistían en 4 puntos consecutivos con respecto al nivel basal.

3.5.3 Comportamiento sexual de los machos

Durante los primeros 90 min de haber puesto los machos en el corral con las hembras, se registraron los olfateos anogenitales, las aproximaciones y los flehmen realizados en cada grupo de hembras.

3.6 Análisis estadísticos

La frecuencia de los pulsos de la LH antes y post-introducción de los machos se compararon dentro de cada grupo mediante una prueba de

Wilcoxon. El comportamiento sexual de los machos mostrado ante las cabras de los 2 grupos se comparó mediante una prueba exacta de probabilidades de Fisher. Estos análisis se llevaron a cabo en el paquete estadístico Systat 10 (SPSS, Chicago, Illinois).

IV. RESULTADOS

Respuesta de las cabras el primer día de contacto con los machos

Pulsatilidad de la LH de las cabras

Antes de la introducción de los machos, el número de pulsos de LH fue similar ($P > 0.05$) en las cabras sin experiencia sexual (0.4 ± 0.16 pulsos) y en las cabras con experiencia sexual (0.2 ± 0.13 pulsos; Figura 1). Postintroducción de los machos, en las cabras sin experiencia sexual (4.6 ± 0.4 pulsos) y en las cabras con experiencia sexual (4.6 ± 0.4 pulsos) se incrementó ($P < 0.05$) la frecuencia de los pulsos de LH. El intervalo entre la introducción del macho y la presentación del primer pulso de LH fue similar ($P > 0.05$), en las cabras sin experiencia sexual (36 ± 13.3 min) y en las cabras con experiencia sexual (27 ± 4.9 min).

Respuesta de los machos en los primeros 90 min de contacto

Comportamiento sexual de los machos

De las conductas sexuales desplegadas por los machos, sólo el número de olfateos anogenitales fue diferente ($P < 0.05$; Figura 2). Los machos que interactuaron con las cabras con experiencia sexual manifestaron 63 conductas y los machos expuestos a las cabras sin experiencia sexual expresaron 27 conductas durante los primeros 90 min de exposición. Por el contrario, el número de flehmen (7) y las aproximaciones

(32) realizadas por los machos en contacto con las hembras sin experiencia sexual no fue diferente ($P > 0.05$) a los mostrados por los machos en contacto con las hembras con experiencia sexual (6 y 30, respectivamente).

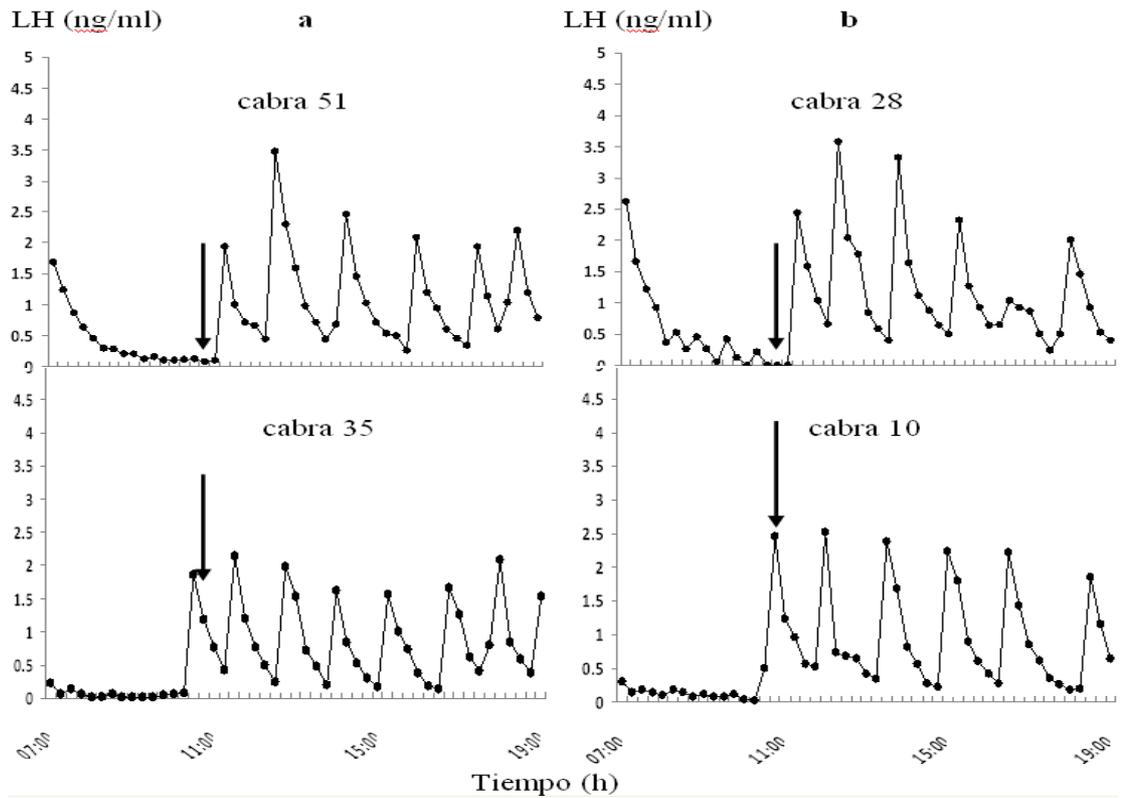


Figura 1. Perfiles de la secreción de la LH de cabras expuestas a machos sexualmente activos: **a** (hembras con experiencia sexual) y **b** (hembras sin experiencia sexual). La flecha (↓) Indica el momento de la introducción de los machos.

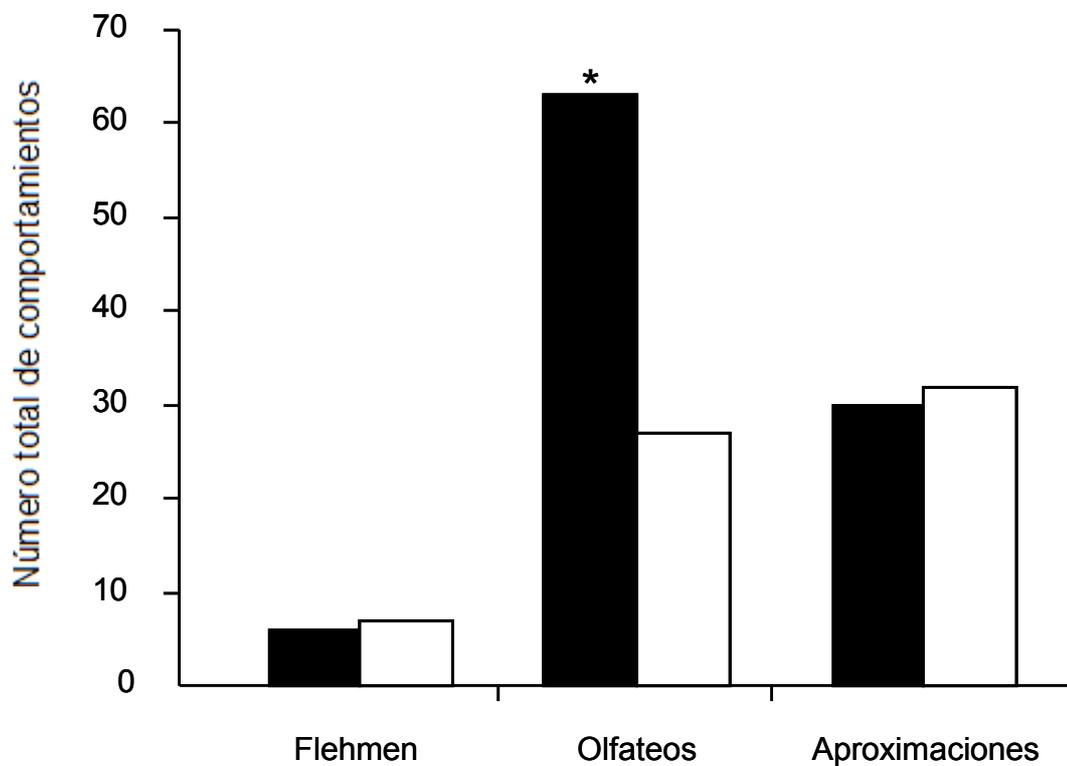


Figura 2. Frecuencia en el comportamiento sexual de los machos sexualmente activos al ser puestos en contacto con cabras con experiencia (■) o sin experiencia sexual (□). El comportamiento se registró los primeros 90 min de contacto entre machos y cabras (* $P < 0.05$).

V. DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación indican que la falta de experiencia sexual no disminuye la pulsatilidad de la LH al ser expuestas por vez primera a machos sexualmente activos. Estos resultados difieren con los reportados por Gelez *et al.* (2004a) quienes reportan que el incremento en la LH en respuesta al macho fue significativamente mayor en las ovejas con experiencia sexual (24/29, 82%) que en aquellas sin experiencia sexual (8/20, 40%). Así mismo, estos resultados son contrarios a los reportados por Hawken *et al.* (2008) quienes indicaron que un menor porcentaje de ovejas sin experiencia sexual (1/5, 20%) manifestaron pulsatilidad de la LH en relación a las ovejas con experiencia sexual (3/5, 60%). Dichos resultados sugieren que en las ovejas la experiencia sexual juega un papel primordial en el reconocimiento de la pareja sexual. Algunos autores han demostrado la influencia de la experiencia sexual sobre el comportamiento reproductivo de las hembras. Por ejemplo, estudios realizados en cerdas jóvenes al exponerlas por vez primera al verraco se ha observado que en esas hembras se adelanta y se incrementa la manifestación de la conducta estral, así como, la pulsatilidad de la LH en relación a aquellas cerdas que permanecieron aisladas del verraco (Kingsbury y Rawlings, 1993). Ello sugiere que las cerdas responden de manera similar a las ovejas, en el hecho de que la experiencia sexual participó de manera importante en la manifestación de respuesta estral y endocrina.

En relación con el tiempo requerido para la presentación del primer pulso de LH post-introducción de los machos no se encontró diferencia

significativa en ambos grupos de cabras. Estos resultados coinciden con el reciente reporte de Vielma *et al.* (2009), quienes encontraron que en las cabras multíparas (con experiencia sexual) expuestas a machos sexualmente activos, el primer pulso de LH después de la introducción de los machos se presentó a los 33 ± 8 min. Los resultados de ambos estudios sugieren una similitud en el tiempo de respuesta de la LH en las cabras con experiencia sexual. Esta coincidencia en tiempo en la presentación del primer pulso de LH fue similar a lo encontrada en las cabras sin experiencia sexual, lo cual sugiere una sincronía en la respuesta endocrina de las cabras (con y sin experiencia sexual) al exponerlas a machos sexualmente activos.

Así mismo, los presentes resultados concuerdan con reportes previos que indican que la exposición de hembras nulíparas a machos sexualmente activos, sincronizan el estro y la ovulación de ellas (Luna-Orozco *et al.*, 2008). Así, estos últimos autores demostraron que los machos sexualmente activos tratados mediante un tratamiento fotoperiódico previo, indujeron y sincronizaron el estro en más del 95% de las cabras nulíparas. Entonces, es muy probable que la respuesta observada en las hembras sin experiencia sexual se debió a la intensidad del comportamiento sexual de los machos utilizados, ya que está ampliamente demostrado que el comportamiento sexual de los machos influye de manera determinante en la respuesta sexual en las cabras (Delgadillo *et al.*, 2009). Finalmente, el comportamiento sexual de los machos con experiencia sexual manifestaron casi las mismas conductas en los primeros minutos de contacto con las hembras con y sin experiencia sexual, ya que sólo existió diferencia en los olfateos anogenitales que realizaron los machos en contacto con las hembras con

experiencia sexual, ello sugiere que tal vez las hembras con experiencia sexual fueron más atractivas a los machos (Katz, 2007).

VI. CONCLUSIÓN

En las cabras anéstricas sin experiencia sexual la pulsatilidad de la secreción de la LH no disminuye si son expuestas a machos cabríos sexualmente activos.

VII. LITERATURA CITADA

- Arteaga, M. L., Martínez-Gómez, M., Guevara-Guzmán, R., Hudson, R. 2007. Comunicación química en mamíferos domésticos. *Vet Méx* 38: 106-121.
- Boyazoglu, J., Hatziminaoglou, L., Morand- Fehr, P. 2005. The role of the goat in society: Past, present and perspectives for the future. *Small Rumin Res* 60:13-23.
- Broson, F. H. 1985. Mammalian reproduction: An ecological perspective. *Biol Reprod* 32: 1-26.
- Chemineau, P. 1986. Sexual behaviour and gonadal activity during the year in the tropical Creole meat goat. I. Female oestrous behaviour and ovarian activity. *Reprod Nutr Dev* 26: 441-152.
- 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 Rumin Res* 8: 299-312.
- Chemineau, P., Pellicer-Rubio, M. T., Lassoued, N., Khaldi, G., Monniaux, D. 2006. Male-induced short oestrus and ovarian cycles in sheep and goats: a working hypothesis. *Reprod Nutr Dev* 46: 417-429.
- CONAGUA 2005., Disponible en: <http://sgp.cna.gob.mx/publico/Mspoteca/Mapas.htm>. Fecha de acceso: 12 de abril 2009.
- Delgadillo, J. A., Carrillo, E., Morán, J., Duarte, G., Chemineau, P., Malpoux, B. 2001. Introduction of sexual activity of male creole goats in subtropical northern Mexico using long days and melatonin. *J Anim Sci* 79: 2245-2252.
- Delgadillo, J. A., Flores, J. A., Véliz, F. G., Hernandez 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. *J Anim Sci* 80: 2780-2786.
- Delgadillo, J. A., Fitz-Rodríguez, G., Duarte, G., Carrillo, E., Flores, J. A., Vielma, J., Hernandez, H., Malpoux, B. 2004. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reprod Fertil Dev* 16: 471-478.
- Delgadillo, J. A. 2005. Inseminación Artificial en Caprinos. Editorial Trillas, S. A. de C. V. México, D.F. pg. 30-34.
- Delgadillo, J. A. Flores, J. A., Véliz, F. G., Duarte, G., Vielma, J., Hernandez, H., Fernandez, I. G. 2006. Importance of the signals provided by the

buck for the success of the male effect in goats. *Reprod Nutr Dev* 46: 391–400.

- Delgadillo, J. A., Vielma, J., Flores, J. A., Véliz, F. G., Duarte, G., Hernandez, H. 2008. The stimulus quality provided by the buck determines the response of the female goats submitted to the male effect. *Trop Subtrop Agroecosys* 9: 39 – 45.
- Delgadillo, J. A., Gelez, H., Ungerfeld, R., Hawken, A. R., Martin, G. B. 2009. The 'male effect' in sheep and goats-Revisiting the dogmas. *Behav Brain Res* 200: 304-314.
- Duarte, G. 2000. Estacionalidad reproductiva y efecto del fotoperíodo sobre la actividad ovárica de las hembras caprinas de la Comarca Lagunera (tesis de doctorado). México D.F., México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. pg. 15-60.
- 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. *Dom Anim Endocrin* 35: 362–370.
- Flores, J. A., Véliz, F.G., Pérez-Villanueva, J.A., Martínez de la Escalera, G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol Reprod* 62: 1409-1414.
- Gallegos, J., Germán, C., Camacho J. C. 2005. La cabra. Institución de enseñanza e investigación en Ciencias Agrícolas México-Puebla-San Luis Potosí-Tabasco-Veracruz-Córdoba. Secretaria de la Reforma Agraria. Manual. pg. 4-6.
- Gelez, H., Archer, E., Chesneau, D., Campan, R., Fabre-Nys, C. 2004a. Importance of learning in the response of ewes to male odor. *Chem Senses* 29: 555-563.
- Gelez, H., Archer, E., Chesneau, D., Lindsay, D., Fabre-Nys, C. 2004b. Role of experience in the neuroendocrine control of ewes' sexual behavior. *Horm Behav* 45: 190-200.
- Gelez, H., Fabre-Nys, C. 2004. The "male effect" in sheep and goats: a review of the respective roles of the two olfactory systems. *Horm Behav* 46 (3): 257-71.
- Hernández, Z. J. S. 2000. La caprinocultura en el marco de la ganadería poblana (México): contribución de la especie caprina y sistemas de producción. *Arch Zootec* 49: 341-352.

- Hawken, P. A. R., Evans A. C. O., Beard, A. P. 2008. Prior exposure of maiden ewes to rams enhances their behavioural interactions with rams but is not a pre-requisite to their endocrine responses to the ram effect. *Anim Reprod Sci* 108: 13-21.
- Izard M. K., Vandenberg, J. A. 1982. The effects of bull urine on puberty and calving date in crossbred beef heifers. *J Anim Sci* 55:1160-1168.
- Katz, L.S. 2007. Sexual behavior of domesticated ruminants. *Horm Behav* 52: 56-63.
- Kingsbury, D. L., Rawlings, N. C. 1993. Effect of exposure to a boar on circulating concentrations of LH, FSH, cortisol and oestradiol in prepubertal gilts. *J Reprod Fertil* 98:245–250.
- Luna-Orozco, J. R., Fernández I. G., Gelez, H., Delgadillo, J. A. 2008. Parity of female goats does not influence their estrous and ovulatory responses to the male effect. *Anim Reprod Sci* 106: 352–360.
- Martin, G. B., Christopher, M. O., Yves, C., Darryl, T. P. 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams — A review. *Livest Prod Sci* 15: 219-247.
- Merriam G. R., Watcher K. W. 1982. Algorithms for the study of episodic hormone secretion. *Am J Physiol* 243: E310E318. 14.
- Murtagh, J. J., Gray, S. J. Lindsay, D. R., Oldham, C. M. 1984. The influence of the 'ram effect' in 10-11 month-old merino ewes on their subsequent performance when introduced to rams again at 15 months of age. *Anim Prod* 15: 490-493.
- NRC. 1981. Nutrient requirements of Goats. Dairy and meats goats in temperate and tropical countries. National Academy Press, Washington, DC.
- Perkins A., Fitzgerald J. A. 1994. The behavioral component of the ram effect: the influence of ram sexual behavior on the induction of estrus in anovulatory ewes. *J Anim Sci* 72: 51-55.
- Ramos, M.L., Murcia, C., Rojas, S., Sabs, A., Perera, G. 1995. Determinación de la hormona luteinizante con un radioinmunoanálisis (RIA) homólogo en cabras estimuladas con diferentes dosis de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH). *Vet Méx* 26: 203-208.
- Rivas-Muñoz, R., Fitz-Rodríguez, G., Poidron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J. A. 2007. Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous or discontinuous exposure to males. *J Anim Sci* 85:1257-1263.

- Rosa, H. J., Juniper, D. T., Bryant, M. J. 2000. Effects of recent sexual experience and melatonin treatment of rams on plasma testosterone concentration, sexual behaviour and ability to induce ovulation in seasonally anoestrous ewes. *J Reprod Fertil* 120: 169-176.
- Restall, B. J. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim Reprod Sci* 27: 305-318.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2004. Recopilado el 18 de septiembre de 2009.
- SAGARPA, 2005. Dirección General de estadísticas. México D.F. Num. 097/05.
- SYSTAT 10. 2000. Evanston, ILL. USA.
- Vielma, J. 2006. El comportamiento sexual, las vocalizaciones y el olor del macho cabrío estimulan la secreción de LH, el estro y ovulación en las cabra sometidas al efecto macho. Ph. D Thesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila, México. Pg. 16-18.
- Vielma, J., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J. A. 2009. Male sexual behavior contributes to the maintenance of high LH pulsatility in anestrous female goats. *Horm Behav* 56: 444-449.
- Walkden-Brown, S. W., 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 Rumin Res* 26: 239-252.