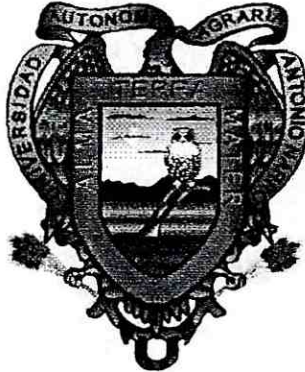


**Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"
Unidad Laguna**

División Regional de Ciencia Animal



**¿La presencia de machos cabríos en reposo sexual
estimula la secreción de LH en las cabras?**

Por:

Soledad Bibiana López Vargas

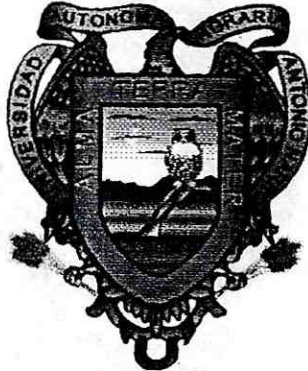
Tesis:

**Presentada como requisito parcial para
obtener el título de:**

Médico Veterinario Zootecnista

**Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"
Unidad Laguna**

División Regional de Ciencia Animal



**¿La presencia de machos cabríos en reposo sexual
estimula la secreción de LH en las cabras?**

Tesis

Por:

Soledad Bibiana López Vargas

Asesor Principal

Una firma manuscrita en tinta negra que parece decir "J. A. Delgadillo".

Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez

**Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"
Unidad Laguna**

División Regional de Ciencia Animal

**¿La presencia de machos cabríos en reposo sexual
estimula la secreción de LH en las cabras?**

Tesis

Por:

Soledad Bibiana López Vargas

Asesor Principal



Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez

Coordinación de la División Regional de Ciencia Animal

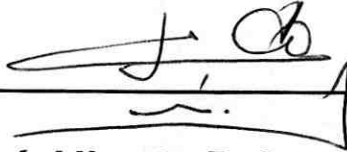


M.V.Z. Ernesto Martínez Aranda

**Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"
Unidad Laguna**

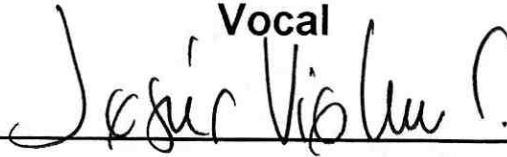
División Regional de Ciencia Animal

Presidente de Jurado



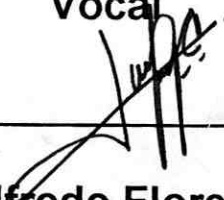
Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez

Vocal



Dr. Jesús Vielma Sifuentes

Vocal



Dr. José Alfredo Flores Cabrera

Vocal Suplente



Dr. Gerardo Duarte Moreno

DEDICATORIA

A DIOS

Por estar conmigo en todo momento y enseñarme a valorar todo mi entorno.

A MIS PADRES

Con todo mi amor : Dejarme volar no fue fácil, sin embargo lo hicieron, gracias por su confianza y esfuerzo, no se arrepentirán.

A MIS HERMANOS

Xóchitl, Esme, Blanca, Paco

Mi equipo favorito: gracias por creer en mí.

Agradecimientos

Al Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez, por asesorarme en el trabajo de tesis y sobre todo por la confianza y amistad que me brindo.

Al MC. Jesús Vielma Sifuentes, por su amistad y apoyo brindado en la elaboración de esta tesis.

Al Dr José Alfredo Flores Cabrera, por su amistad y colaboración en la elaboración de esta tesis.

Al Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras, por su amistad, orientación y apoyo incondicional en todo momento.

Al Dr. Gerardo Duarte Moreno, por su amistad y apoyo brindado en la elaboración de esta tesis.

Al Dr. Horacio Hernández, por su amistad y comentarios en la elaboración de esta tesis.

Al MC. Evaristo Carrillo, por su amistad y palabras de aliento.

Al Sr. Gonzalo Zarate por facilitarnos las hembras para este proyecto.

Al programa de cooperación científica entre México (ANUIES-SEP-CONACyT) y Francia (ECOS; Ref: MO2-AO4).

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Coahuila (CONACYT) por la beca otorgada para la elaboración de la tesis.

Índice

Introducción.....	1
Revisión de Literatura	3
2.1 Estacionalidad reproductiva en la hembra.....	3
2.2 Estacionalidad reproductiva en el macho	4
2.3 Efecto macho.....	5
2.4 Secreción de LH durante el efecto macho.....	5
2.5 Percepción de los machos por las hembra.....	6
2.5.1 Percepción olfativa.....	6
2.5.2 Percepción a través del contacto	8
2.6 Libido	8
Objetivo	10
Hipótesis	10
Materiales y Métodos	11
3.1 Localización del experimento.....	11
3.2 Animales.....	11
3.2.1 Machos.....	11
3.2.2 Hembras.....	11
3.3 Efecto macho.....	12
3.4 Determinación de secreción de LH.....	12
3.4.1 Muestras sanguíneas.....	12
3.5 Análisis estadísticos.....	13
Resultados.....	14
Discusión.....	18
Conclusión.....	20
Literatura citada.....	21

Resumen

La finalidad de este estudio fue determinar si el débil comportamiento sexual de los machos cabríos en reposo sexual (uno sedado y el otro intacto), es suficiente para estimular la secreción de LH en las hembras anéstricas. Para ello se utilizaron 2 machos cabríos Criollos adultos y 20 hembras caprinas multíparas anovulatorias las cuales se encontraban bajo un sistema de explotación extensivo.

Un grupo de hembras fue puesto en contacto con un macho despierto, en reposo sexual. El otro grupo fue puesto en contacto con un macho sedado, en reposo sexual, con la finalidad de eliminar cualquier cortejo hacia las hembras. Para determinar los niveles plasmáticos de las concentraciones de LH, se efectuaron 2 ritmos de muestreo sanguíneo. La pulsatilidad de la LH fue sometida a un análisis de varianza (ANOVA), tomando en cuenta 2 factores, el estado del macho (despierto y sedado) y el tiempo de muestreo (antes y después de la introducción de los machos). El ANOVA reveló que la pulsatilidad de LH fue diferente antes y después de la introducción de los machos (efecto del tiempo del estudio $P < 0.001$). En ambos la pulsatilidad fue mayor después de poner en contacto a las hembras con los machos ($P < 0.0001$). Los machos despiertos indujeron una mayor pulsatilidad que los sedados ($P < 0.05$). No existió interacción entre el tiempo del estudio y el estado de los machos ($P = 0.07$). El segundo día de haber introducido los machos, el ANOVA no detectó ninguna diferencia en el número de pulsos en las hembras expuestas a los machos cabríos despierto o sedado ($P > 0.05$).

Los resultados permiten concluir que la presencia de los machos cabríos en reposo sexual estimula la secreción de la LH en las cabras anéstricas. Sin embargo, los machos despiertos inducen una mayor pulsatilidad de la LH que los machos sedados.

Palabras clave: Estacionalidad, Pulsatilidad, LH, Comportamiento.

Capítulo I

Introducción

Para los mamíferos, la perpetuación de la especie es uno de los principales objetivos de la reproducción, la cual se desarrolla bajo la influencia del medio ambiente. En las zonas tropicales, los animales inician su actividad sexual cuando los factores ambientales son favorables con respecto a la alimentación, temperatura y presencia de individuos del sexo opuesto (Bronson, 1985). En cambio en las zonas templadas, existe la estricta necesidad de limitar el período de nacimientos al final del invierno o principio de la primavera, cuando la temperatura es menos drástica y el alimento es más abundante (Ortavant *et al.*, 1985; Chemineau *et al.*, 1992). En las zonas subtropicales, existen también razas que presentan una marcada estacionalidad reproductiva. En el norte de México, por ejemplo, el período de actividad sexual de los caprinos locales es estacional, se presenta de agosto a febrero en las hembras y de mayo a diciembre en los machos (Delgadillo *et al.*, 1999; Duarte, 2000).

Esta estacionalidad reproductiva representa un problema para los caprinocultores, ya que también los productos de origen animal como la carne y la leche se vuelven estacionales, provocando variaciones importantes en los precios de estos productos. En la Comarca Lagunera, en el norte de México, el 80% de las hembras mantenidas en condiciones extensivas paren entre noviembre y febrero. Aun cuando el precio de la leche no varía de manera importante durante el año, los productores desean evitar la estacionalidad de la producción láctea, modificando el período natural en que ocurren los partos. Además, el precio de los cabritos nacidos en octubre y noviembre es de un 30 a 50% más elevado que los nacidos en el período natural de partos (Delgadillo *et al.*, 2000). Por ello, la explotación caprina es de vital importancia, ya que de ella depende un gran número de familias de zonas rurales. Las cabras han llegado a sustituir e incluso desplazar otras actividades para el sustento familiar que anteriormente se practicaban en la región.

En las cabras que presentan una estacionalidad reproductiva, la actividad sexual es inducida durante el anestro utilizando hormonas exógenas (progestágenos, eCG, melatonina, entre otros) (Chemineau *et al.*, 1992; Leboeuf *et al.*, 1998). Pero estas técnicas son caras y difíciles de aplicarse en animales que se encuentren en explotaciones extensivas. Otra opción para controlar la estacionalidad reproductiva de las cabras es el efecto macho, cuya finalidad es inducir la actividad sexual de las hembras en anestro al ser puestas en contacto con los machos. Esta es una técnica fácil de utilizar, sustentable y que se adapta a las condiciones de explotación de las cabras en la Comarca Lagunera. Los machos en reposo sexual puestos en contacto con las hembras, estimulan la ovulación en solamente alrededor del 25% de éstas. El presente estudio se realizó para determinar la secreción de LH de las cabras anéstricas puestas en contacto con machos en reposo sexual, uno sedado y otro intacto.

Capítulo II

Revisión de Literatura

2.1 Estacionalidad reproductiva en la hembra

Las variaciones estacionales de la actividad sexual de los ovinos y caprinos permite que los nacimientos se produzcan al final del invierno o principios de la primavera, cuando las condiciones climáticas son las más favorables para el desarrollo de las crías (Gwinner, 1986; Malpaux, 1997). En las zonas templadas, la reproducción de los ovinos y caprinos es estacional y se caracteriza por un período de reposo sexual en primavera y verano, y un período de actividad sexual en otoño e invierno. En las hembras el anestro se asocia a menudo con la ausencia de ovulaciones, y la actividad sexual se caracteriza por la sucesión de ciclos estrales cada 16 días en las ovejas y 21 días en cabras. Las ovejas de la raza Ile-de-France y las cabras Alpinas presentan un periodo de actividad sexual de septiembre a febrero y un período de anestro de marzo a agosto (Chemineau *et al.*, 1992; Malpaux *et al.*, 1999).

En las regiones subtropicales, se ha demostrado que algunas razas presentan variaciones estacionales en su actividad reproductiva (Walkden-Brown y Restall, 1996; Delgadillo y Malpaux, 1996; Delgadillo *et al.*, 1999). Tal es el caso de la raza cashmere en Australia, en la que la temporada de apareamiento es de febrero a agosto, y el reposo sexual de septiembre a enero (Restall *et al.*, 1991). También las cabras Criollas de Argentina presentan una estacionalidad reproductiva. La actividad sexual se presenta en otoño e invierno, y el anestro en primavera y verano (Rivera *et al.*, 2003).

En el subtrópico Mexicano, en particular en la Comarca Lagunera, se han observado variaciones en la actividad sexual de las cabras. Las hembras mantenidas en extensivo presentan un período de anestro de marzo a mayo (Sáenz-Escárcega *et al.*, 1991), el cual coincide con la época de sequía que tiene como consecuencia una

baja disponibilidad de alimento para los animales. Por ello se sugirió que la alimentación es el factor responsable de las variaciones de la actividad reproductiva. Sin embargo, en cabras mantenidas en estabulación con todas las condiciones apropiadas de alimentación, también se presentan variaciones estacionales de la actividad sexual. Por ejemplo, en las cabras mantenidas en estabulación, la actividad estral y ovárica inicia en septiembre y termina en febrero. Dicho lo anterior, se concluye que la alimentación no es un factor responsable de la estacionalidad reproductiva de las cabras en la Comarca Lagunera. El fotoperíodo es el factor responsable de la estacionalidad. Los días cortos estimulan la actividad sexual y los días largos la inhiben (Duarte, 2000).

2.2 Estacionalidad reproductiva en el macho

Los machos caprinos de las zonas templadas también presentan variaciones estacionales de la actividad sexual (Lincoln, 1989; Delgadillo *et al.*, 1991, 1992). El período de actividad sexual se lleva a cabo en otoño e invierno, con una secreción de LH y testosterona, peso testicular y producción espermática elevados. Por el contrario, durante el período de reposo sexual (primavera-verano), la secreción de LH y testosterona, el peso testicular y la producción espermática, son bajos (Lincoln y Short, 1980; Lincoln, 1989, Delgadillo *et al.*, 1991). Esto es debido a las variaciones del fotoperíodo a través de la secreción de melatonina, la cual se secreta únicamente en la noche y permite a los animales percibir la duración del día (Lincoln y Short, 1980; Karsch *et al.*, 1984).

En la Comarca Lagunera se demostró la existencia de variaciones estacionales en la actividad sexual de los machos cabríos Criollos. Los machos presentan un periodo de reposo sexual de enero a abril. Estas variaciones se presentan tanto en animales explotados en forma extensiva y sometidos a variaciones importantes de la disponibilidad de alimento, como en aquellos mantenidos en estabulación con buena alimentación, lo que sugiere que la disponibilidad alimenticia no es el factor que regula la actividad sexual de los machos (Delgadillo *et al.*, 1997,

1999). Esta estacionalidad se debe también a las variaciones de la duración del día. En efecto, en condiciones experimentales los días cortos estimulan la secreción de testosterona y los días largos la inhiben (Delgadillo *et al.*, 2003).

2.3 Efecto macho

La estimulación de la actividad sexual de las hembras (ovejas o cabras) en anestro después de ponerlas en contacto con los machos se le conoce como efecto macho (Álvarez y Zarco, 2001; Delgadillo *et al.*, 2002).

Esta es una técnica simple y de bajo costo que induce y sincroniza la actividad sexual de las cabras en reposo sexual (Delgadillo *et al.*, 2002). Una limitación del efecto macho es que cuando se utiliza durante el anestro estacional, la respuesta de las hembras es baja, sobre todo en las razas que son muy estacionales. En las razas caprinas y ovinas que no son muy estacionales, tal es el caso de las cabras Criollas de la Isla Guadalupe en el Caribe, los machos pueden inducir la actividad sexual de las hembras en cualquier época del año (Chemineau, 1983). En estas dos especies, el contacto físico y el mejoramiento sexual de los machos incrementa la respuesta de las hembras al efecto macho (Walkden-Brown *et al.*, 1999).

2.4 Secreción de LH durante el efecto macho

La LH se caracteriza por ser secretada de manera pulsátil por la hipófisis y es controlada por los pulsos de secreción de GnRH desde el hipotálamo. En las hembras anéstricas, los pulsos se liberan con una frecuencia baja, controlados por el mecanismo de retroalimentación negativa del estradiol (Álvarez y Zarco, 2001). Sin embargo, minutos después de introducir los machos, las hembras presentan un rápido incremento en la frecuencia y amplitud de pulsos de LH (Poindron *et al.*, 1980; Chemineau *et al.*, 1986).

En la cabra la secreción de LH pasa de 0.3 pulsos antes de la introducción del macho, a 2.2 pulsos después de la introducción del macho, en un lapso de tres horas; la amplitud de los pulsos aumenta, pasando de 0.5 ng/ml antes de la entrada del macho a 1.2 ng/ml después del primer contacto (Chemineau *et al.*, 1986).

En las hembras que presentan una ovulación, la introducción del macho es seguida por un pico preovulatorio de LH 52 h después de la introducción de los machos y una ovulación 23–24 h más tarde. En las cabras, la primera ovulación posterior a la introducción del macho, es seguida por un ciclo corto de 3-8 días que se caracteriza por una secreción baja y transitoria de progesterona por el cuerpo lúteo. Posteriormente se presenta una segunda ovulación con un cuerpo lúteo de duración normal (Martin *et al.*, 1986; Chemineau, 1987; Walkden-Brown *et al.*, 1993). Algunas cabras no manifiestan actividad estral ni ovárica, por el contrario, otras pueden presentar una ovulación y estro y caer en un estado de anovulación después del contacto con el macho (Véliz, 1999). La oveja no presenta una conducta estral en la primera ovulación, pero la actividad cíclica iniciada permite un estro y ovulación normal 17 días posteriores a la formación de un cuerpo lúteo de vida normal (Álvarez y Zarco, 2001).

2.5 Percepción de los machos por las hembras

El efecto macho es un fenómeno multisensorial en donde se involucran los sentidos del olor, oído, vista y tacto.

2.5.1 Percepción olfativa

En las ovejas y cabras el estímulo del macho hacia las hembras es percibido a través del olfato, por medio de la percepción de las feromonas (Fulkerson *et al.*, 1981; Signoret y Lindsay, 1982). Existen dos vías para recibir la información feromonal. El sistema olfatorio principal (SOP), que recibe los estímulos sensoriales desde la mucosa olfatoria y se conecta con el resto del sistema nervioso central a través del bulbo olfatorio principal, y el sistema olfatorio accesorio (SOA), que recibe los

estímulos del órgano vomeronasal o de Jacobson que conecta con otros centros del cerebro mediante el bulbo olfatorio accesorio.

El olor del macho es suficiente para inducir cambios en la pulsatilidad de LH. En los ovinos, la lana contiene las sustancias activas que estimulan la actividad sexual de las hembras (Signoret y Lindsay, 1982). Para corroborar esto se realizó un experimento, cuya finalidad era separar sustancias químicas para inducir la ovulación de ovejas anéstricas. Se demostró que la lana y cera (secreciones de la cabeza y la piel desnuda de los flancos), estimulan la ovulación en un alto porcentaje de las hembras expuestas (Knight y Lynch, 1980). Estos resultados se corroboraron, en otro estudio en el que la exposición a la lana y vellón del macho es suficiente para inducir ovulaciones, pero la respuesta es menor a la observada durante el contacto directo (Álvarez y Zarco, 2001).

La supresión del sentido del olfato (anosmia) en las cabras no modifica el incremento de la frecuencia de pulsos de LH después de la introducción del macho. Por ejemplo, en un experimento con cabras anósmicas se demostró que el 74% de las cabras mostraron incrementos de la pulsatilidad de LH contra 79% de las cabras intactas. Sin embargo, sólo el 50% (8/16) de las hembras anósmicas ovularon, mientras que el 89% (17/19) de las hembras intactas mostraron actividad ovárica. Esto sugiere que la respuesta de las hembras al efecto macho está mediada también por otros factores (Chemineau *et al.*, 1986; Cohen-Tannoudji *et al.*, 1986). En efecto, las ovejas con bulbectomía olfatoria responden de la misma manera que las hembras intactas al exponerlas al macho, lo cual sugiere la utilización de sentidos diferentes al olfato. En ovejas está comprobado que una reducción de la intensidad de estimulación ocasiona disminución del porcentaje de ovulación (Signoret *et al.*, 1982). La existencia de respuesta en las hembras que no reciben información feromonal confirma la participación de otros sentidos involucrados, uno de ellos el tacto.

2.5.2 Percepción a través del contacto

Se ha demostrado que el contacto físico entre ambos sexos es necesario para tener una máxima respuesta sexual de las hembras expuestas a los machos (Pearce y Oldham, 1988). Por ejemplo, en un experimento con cabras de la raza Angora, separadas de los machos por una pared transparente y una pared oscura, el 41% de las hembras ovularon. En cambio, el 69% de las hembras en contacto directo con el macho presentaron actividad ovárica (Shelton, 1980). En otro estudio, al separar las ovejas anovulatorias de los machos mediante una cerca, el 70% (28/40) de las hembras ovularon, mientras que al estar en contacto directo con los machos, el 95% (35/37) de las hembras ovularon. Esto sugiere que el contacto interviene en la respuesta de las hembras al efecto macho (Pearce y Oldham, 1988).

2.6 Libido

La capacidad de los machos para inducir un mayor número de hembras en anestro estacional, depende de la intensidad de su comportamiento sexual (Signoret y Lindsay, 1982; Perkins y Fitzgerald, 1994). Los machos tratados (machos sexualmente activos) con días largos con o sin aplicación de melatonina para inducir la actividad sexual durante el periodo de reposo, inducen un 80% de las cabras sometidas al efecto macho, mientras que los machos no tratados (machos en reposo sexual) inducen la actividad de un 10% de las hembras (Flores *et al.*, 2000). En otro estudio, dos machos testigos y dos machos sexualmente activos tratados sólo con días largos, fueron puestos en contacto con cabras en anestro. Sólo 2/20 cabras expuestas a los machos en reposo sexual presentaron estro; por el contrario, 19/19 cabras en contacto con los machos tratados mostraron al menos un estro al estar en contacto con los machos (Delgadillo *et al.*, 2002,2003). Esto demuestra que el libido influye también en la respuesta de las hembras al efecto macho.

A pesar de que la respuesta estral de las cabras expuestas al macho en reposo sexual es menor que la registrada con los machos sexualmente activos, existen hembras que llegan a ovular. Esto sugiere que algunas de ellas son sensibles

al débil comportamiento sexual exhibido por los machos en reposo sexual. Sin embargo, es probable que la introducción de un animal extraño pueda estimular la secreción de LH y por ende la ovulación.

Objetivo

Determinar si el débil comportamiento sexual de los machos cabríos en reposo sexual (uno sedado y otro intacto) es suficiente para estimular la secreción de LH en las hembras anéstricas.

Hipótesis

El débil comportamiento sexual de los machos en reposo sexual no estimula la secreción de la LH en las hembras anéstricas.

Capítulo III

Materiales y Métodos

3.1 Localización del experimento

Este estudio se realizó del 1 de noviembre de 2002 al 6 de abril de 2003 en las instalaciones experimentales del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, y en el ejido El Sacrificio, Municipio de Matamoros, Coahuila. Ambas localidades están ubicadas en la Comarca Lagunera de Coahuila (Latitud 26°23' N; Longitud 104°47' W)

3.2 Animales

3.2.1 Machos

En este estudio se utilizaron 2 machos cabríos Criollos adultos de la Comarca Lagunera de aproximadamente 5 años de edad. Estos animales se encontraban en un sistema de explotación intensiva, y eran alojados en corrales abiertos de 5 x 5 m, bajo las condiciones naturales del fotoperiodo. Durante el experimento se alimentaron con heno de alfalfa a libre acceso y 300 g de concentrado comercial (14% de proteína cruda) por día y por animal. El agua y las sales minerales en block fueron también distribuidas a libre acceso.

3.2.2 Hembras

Para este estudio se utilizaron 20 hembras caprinas Criollas adultas múltiparas anovulatorias que pertenecían a un hato tipo de la Comarca Lagunera de Coahuila. Estas hembras se encontraban bajo un sistema de explotación extensivo y recibían en el corral 500 g de concentrado comercial por día/hembra. Las cabras eran ordeñadas manualmente una vez al día. Las hembras salían al campo a las 9:00 h y retornaban a las 14:00 h. La ciclicidad de las hembras se determinó mediante la

concentración plasmática de progesterona. Para ello se obtuvieron tres muestreos sanguíneos de cada animal, 21, 14 y 7 días antes de poner en contacto las cabras con los machos. Las 20 hembras anovulatorias fueron estabuladas el 28 de febrero de 2003, y se alimentaron con heno de alfalfa a libre acceso y 500 g de concentrado comercial (14% de proteína cruda) por día y por animal. Las 20 hembras se dividieron en dos grupos homogéneos de 10 animales cada uno, tomando en cuenta la condición corporal y la producción de leche. En efecto, los promedios de la condición corporal (2.3 ± 0.1 vs 2.3 ± 0.1) y la producción de leche (1.7 ± 0.2 vs 1.6 ± 0.1) fueron similares en los 2 grupos.

3.3 Efecto macho

El 5 de abril de 2003 a las 11:00 h, un grupo de hembras fue puesto en contacto con un macho despierto, en reposo sexual. El otro grupo fue puesto en contacto con un macho sedado, en reposo sexual, con la finalidad de eliminar cualquier cortejo hacia las hembras. Este macho fue sedado durante todo el estudio con Xilacina al 2% (Rompum). La primera dosis fue de 0.5 ml por vía iv 10 min antes de ponerlo en contacto con las hembras (10:50 h) y posteriormente cada 2 h se aplicó 0.65 ml im durante 24 h.

3.4 Determinación de secreción de LH

3.4.1 Muestras sanguíneas

Todas las muestras sanguíneas se obtuvieron de la vena yugular. Se efectuaron 2 ritmos de muestreo sanguíneo para determinar los niveles plasmáticos de las concentraciones de la hormona luteinizante (LH). El primer ritmo se efectuó el 5 de abril y duró 12 h, de las 7:00 h a las 19:00 h. En las primeras 4 horas (7:00 a 11:00 h), las hembras de los 2 grupos no tuvieron contacto con los machos, los cuales fueron introducidos a las 11:00 h. El segundo ritmo se efectuó el 6 de abril, y duró 4 h iniciando a las 7:00 h y finalizando a las 11:00 h. En cada ritmo, una muestra sanguínea fue obtenida cada 15 min. Después de obtener las muestras sanguíneas,

éstas se centrifugaron a 3,500 rpm durante 20 min y el plasma obtenido se congeló a -20°C hasta la determinación hormonal, utilizando el radioinmunoanálisis. La LH fue determinada en un solo ensayo utilizando la técnica descrita por Pelletier *et al.* (1982) y validada para los caprinos por Chemineau *et al.* (1982) y modificada por Montgomery *et al.* (1985). La sensibilidad del ensayo fue de 0.1 ng/ml, el coeficiente de variación intraensayo fue 8.5%.

3.5 Análisis estadísticos

La detección de los pulsos de la LH se efectuó utilizando el programa Munro según el método descrito por Merriman y Wachter (1982). La pulsatilidad de la LH fue sometida a un análisis de varianza (ANOVA), tomando en cuenta 2 factores, el estado del macho y el tiempo de muestreo. La comparación de los pulsos entre cabras con macho despierto y sedado se realizó utilizando una prueba de t para 2 grupos.

Capítulo IV

Resultados

En la Figura 1 se muestra el número de pulsos de la LH de los 2 grupos de cabras, expuestas a los machos despierto o sedado. La evolución de la pulsatilidad de LH en cada una de las cabras de los 2 grupos expuestas a los machos despierto y sedado se muestran en las Figuras 2 y 3.

El ANOVA indicó que la pulsatilidad de LH fue diferente antes y después de la introducción de los machos (efecto del tiempo del estudio $P < 0.001$). Como se puede observar en la Figura 1, en ambos grupos la pulsatilidad fue mayor después de poner en contacto a las hembras con los machos ($P < 0.0001$, en ambos casos). Asimismo, la pulsatilidad de LH fue afectada por el estado de los machos, es decir, despierto o sedado (efecto del estado $P < 0.05$). Los machos despiertos indujeron una mayor pulsatilidad que los sedados ($P < 0.05$). No existió interacción entre el tiempo del estudio y el estado de los machos ($P = 0.07$). Ninguna diferencia en el número de pulsos fue detectada por el ANOVA al segundo día de haber expuesto las hembras a los machos cabríos despierto o sedado ($P > 0.05$).

Pulsos de LH

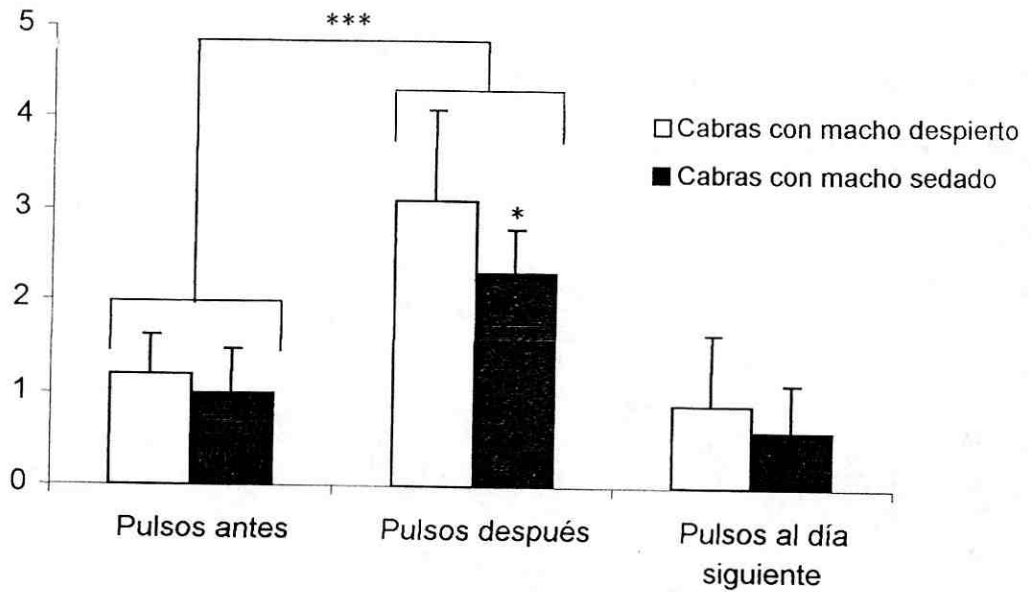


Figura 1. Pulsatilidad de LH (Promedio \pm EEM) en las cabras antes y después de la introducción de los machos en reposo sexual, despierto o sedado. El primer ritmo de muestreo sanguíneo tuvo una duración de 12 horas: de las 7:00 h a las 11:00 h, antes de la introducción de los machos, y de las 11:00 h a las 19:00 h con la presencia de los machos. El segundo ritmo tuvo una duración de 4 horas y se efectuó al día siguiente de las 7:00 h a las 11:00 h, cuando los machos continuaban presentes en ambos grupos. Las muestras sanguíneas se tomaron cada 15 minutos. * $P < 0.05$; *** $P < 0.0001$.

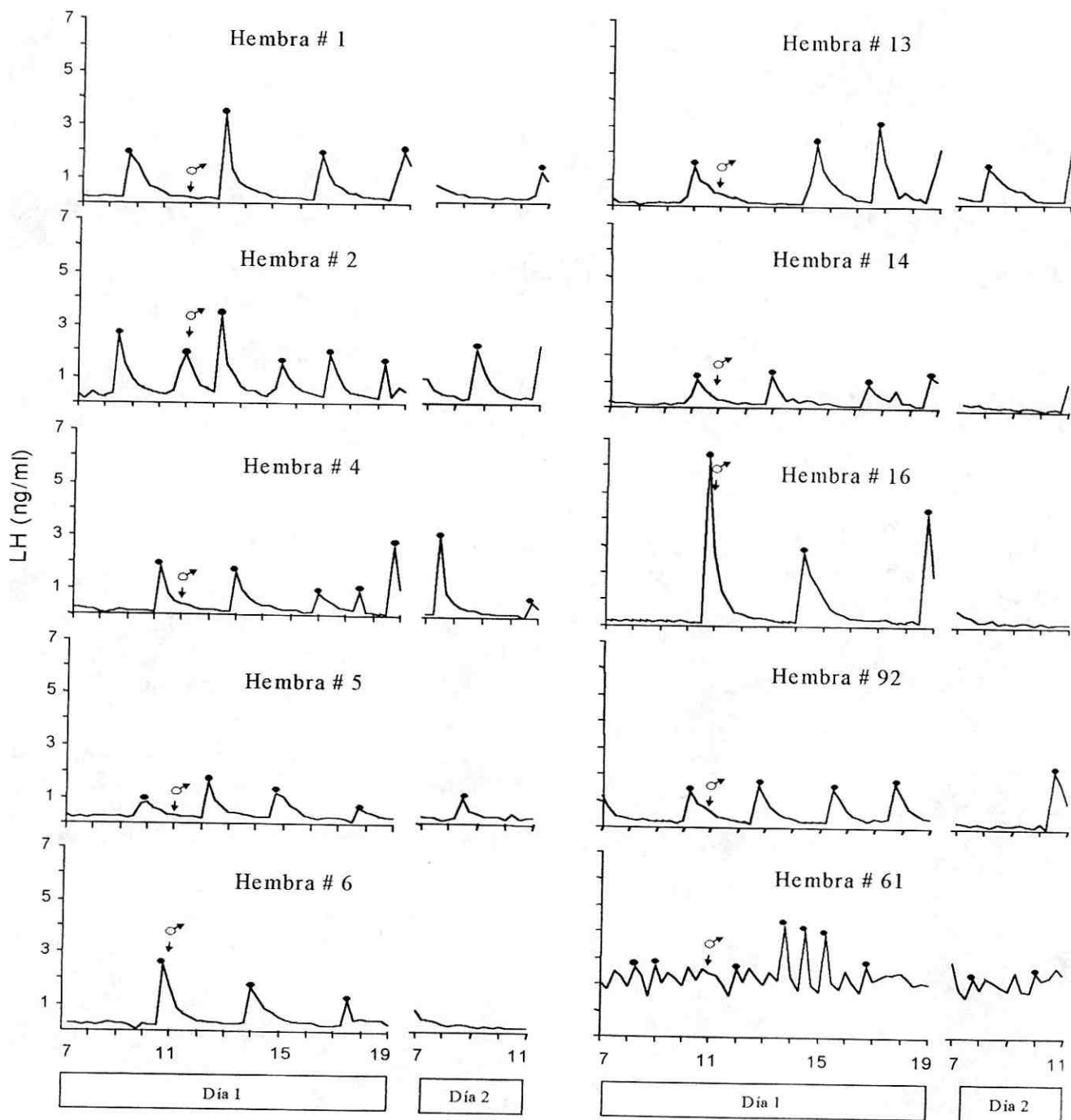


Figura 2. Evolución individual de la secreción de LH de las cabras expuestas al macho despierto en reposo sexual. El primer ritmo de muestreo sanguíneo se efectuó durante 12 horas (7:00 h – 19:00 h; día 1) y el segundo ritmo se efectuó durante 4 horas (7:00 h – 11:00 h; día 2). Las muestras sanguíneas se obtuvieron cada 15 minutos. Las flechas indican el momento en que fue introducido el macho en el grupo de hembras (11:00 h). Los círculos negros indican los pulsos de LH.

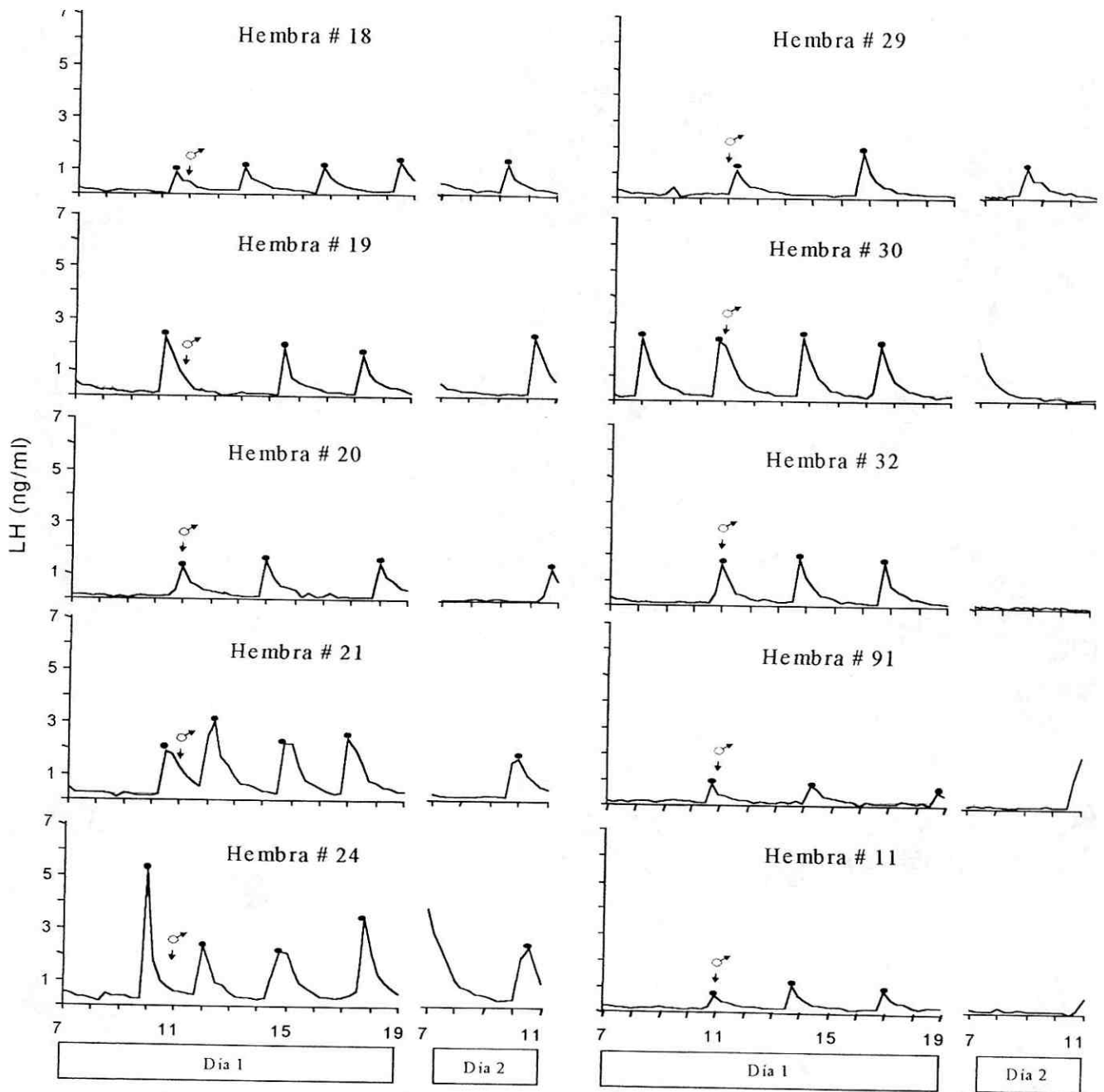


Figura 3. Evolución individual de la secreción de LH de las cabras expuestas al macho sedado en reposo sexual. El primer ritmo de muestro sanguíneo se efectuó durante 12 horas (7:00 h – 19:00 h; día 1) y el segundo ritmo se efectuó durante 4 horas (7:00 h – 11:00 h, día 2). Las muestras sanguíneas se obtuvieron cada 15 minutos. Las flechas indican el momento en que fue introducido el macho en el grupo de hembras (11:00 h). Los círculos negros indican los pulsos de LH.

Capítulo V

Discusión

Los resultados de este estudio demuestran que la introducción de machos cabríos en reposo sexual, despierto o sedado, estimula la secreción de LH de las cabras anéstricas. Sin embargo, el macho despierto estimula en mayor medida esta pulsatilidad que el macho sedado.

Antes de la introducción de los machos, no existió diferencia en la pulsatilidad de LH en las cabras expuestas a un macho en reposo sexual sedado o despierto. Sin embargo, después de la introducción de los machos, la secreción pulsátil de LH se incrementó en los 2 grupos de cabras, sin tener en cuenta si el macho estaba sedado o intacto. Esto sugiere que independientemente del estado de los machos, éstos fueron capaces de estimular la secreción de LH. Hubiera sido interesante determinar la actividad ovárica de las hembras a través de los niveles plasmáticos de progesterona, para saber si los perfiles de secreción de LH permitieron la ovulación. Es probable que a pesar de la estimulación de la LH después de la introducción de los machos, la mayoría de las hembras no hayan ovulado. Esta hipótesis se basa en el hecho de que 24 horas después de poner en contacto las hembras de los 2 grupos con los machos, la secreción de la LH disminuyó a los valores observados antes de la introducción de éstos. En efecto, ninguna diferencia entre los grupos fue detectada al día siguiente de haber puesto en contacto los 2 sexos. En ovejas se ha reportado que es indispensable el mantenimiento de la secreción de LH para que ocurra la ovulación (Martin *et al.*, 1986), lo cual no ocurrió en el presente estudio. En las cabras del mismo genotipo utilizado en el presente estudio expuestas al efecto macho en el mismo periodo del año, y con machos despiertos en reposo sexual, menos del 20% de las hembras ovularon (Flores *et al.*, 2000; Véliz *et al.*, 2002). En cambio, más del 80% de las hembras expuestas a los machos inducidos a una intensa actividad sexual mediante un tratamiento fotoperiódico ovularon al menos una vez durante los primeros 15 días posintroducción de los machos (Delgadillo *et al.*, 2001, 2002). Esto sugiere que la intensidad de la libido es un factor importante para estimular la

actividad sexual de las cabras (Delgadillo *et al.*, 2003; Fitz-Rodríguez *et al.*, 2003). En efecto, los machos sexualmente activos inducen una mayor pulsatilidad de LH que los machos en reposo sexual, y por ende, la ovulación (Vielma *et al.*, 2002, 2003).

Los resultados del presente estudio demuestran, sin embargo, que el estado de los machos en reposo sexual, sedado o intacto, influye también en la respuesta de las hembras al efecto macho. Los machos despiertos estimulan más la pulsatilidad de LH que los machos sedados. En los machos despiertos, el débil comportamiento sexual, el contacto físico, o la vista, pueden intervenir para estimular la secreción de la LH y en ocasiones la ovulación (Véliz *et al.*, 2004). Es interesante mencionar que en los machos inducidos a una intensa actividad sexual, el estado de los machos, sedado o despierto, no influye en la respuesta de las hembras al efecto macho. Ninguna diferencia existió en la pulsatilidad de LH de las hembras expuestas a los machos sedado o despierto (Vielma *et al.*, 2003). Es probable que el macho sedado estimule la secreción de la LH a través del olor característico de los machos que se encuentran en actividad sexual. En efecto, la estimulación de la secreción de la LH y la ovulación pueden obtenerse solamente al exponer las hembras al pelo de machos obtenido durante la estación natural de reproducción (Chemineau, 1987; Claus *et al.*, 1990; Walkden-Brown *et al.*, 1993). Las feromonas producidas por las glándulas sebáceas del macho situadas alrededor de los cuernos, pueden ser las responsables de esta estimulación (Walkden-Brown *et al.*, 1994).

En conjunto, los resultados del presente estudio son interesantes porque demuestran que un macho en reposo sexual y sedado estimula la secreción de la LH. ¿Qué sucede entonces con las cabras expuestas a un macho ovino o de otra especie, a una hembra extraña, o a una cría? ¿Se incrementan también las concentraciones plasmáticas de LH? Si esto ocurre ¿el incremento permite la ovulación?. Estas preguntas deberían considerarse en los estudios sobre la respuesta de las hembras al efecto macho, porque es probable que los estímulos débiles incrementen la secreción de LH.

Capítulo VI

Conclusión

Los resultados del presente experimento demuestran que en las cabras Criollas de la Comarca Lagunera, la introducción repentina de un macho en reposo sexual, despierto o sedado, provoca un incremento en los niveles de la LH sanguínea. Sin embargo, el macho despierto induce un mayor número de pulsos de LH en las hembras que el macho sedado.

Literatura citada

- Álvarez L, Zarco L. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet. Méx.* 32(2):117-129.
- Bronson FH. 1985. *Mammalian reproductive biology*. The Univ. of Chicago Press, Chicago 325 pp.
- Chemineau P. 1983. Effect on oestrus and ovulation of exposing Creole goats to the male at three times of the year. *J. Reprod. Fertil.* 67(1):65-72.
- Chemineau P, Levy F, Thimonier J. 1986. Effects of anosmia on LH secretion, ovulation, and oestrus behaviour by males in the anovular Creole goat. *Anim. Reprod. Sci.* 10:125-132.
- Chemineau P. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats: a review. *Livest. Prod. Sci.* 17:135-147.
- Chemineau P, Daveau A, Maurice F, Delgadillo JA. 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, Delgadillo JA. 1993. Neuroendocrinología de la reproducción en el caprino. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. III (2):113-121.*
- Chemineau P. 1999. Medio ambiente y reproducción animal. *Jornadas Internacionales de Reproducción Animal e Inseminación Artificial, Salamanca, España, 2-5 Julio 1992, 1-15.*
- Chemineau P, Daveau A, Bodin L, Zarazaga L, Gomez-Brunet A, Malpoux B. 2002. Sheep as a mammalian model of genetic variability in melatonin. *Reprod. Suppl.* 59:181-190.
- Claus R, Over R, Denhnhard M. 1990. Effect of male odour on LH secretion and the induction of ovulation in seasonally anoestrous goats. *Anim. Reprod. Sci.* 22:27-38.
- Cohen-Tannoudji J, Locatelli A, Signoret JP. 1986. Non-pheromonal stimulation by the male of LH release in the anoestrous ewe. *Physiol. Behav.* 36:921-924.
- Delgadillo JA, Leboeuf B, Chemineau P. 1991. Decrease in the seasonality of sexual behavior and sperm production in bucks by exposure to short photoperiodic cycles. *Theriogenology* 36(5):755-770.

- Delgadillo JA, Leboeuf B, Chemineau P. 1992. Abolition of seasonal variations in semen quality and maintenance of sperm fertilizing ability by photoperiodic cycles in goats bucks. *Small. Rumin. Res.* 9:47-59.
- Delgadillo JA, and Malpoux B. 1996. Reproduction of goats in tropics and subtropics. Proc VI. International Conference on Goats, Beijing, China. May 5-11, Vol. 2:785-793.
- Delgadillo JA, Canedo GA, Espitia OH, Flores MJ, Hernández H, Flores JA. 1997. La estacionalidad del peso testicular de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera no es modificada por el sistema de explotación. En: *Memorias de la XII Reunión Nacional sobre Caprinocultura*, 4-6 de noviembre. Torreón, Coahuila, México. 153-157.
- Delgadillo JA, Canedo GA, 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.
- Delgadillo JA, Flores JA, Véliz FG, Malpoux B, Poindron P, Duarte G, Chemineau P, Vielma J. 2000. Estacionalidad reproductiva en México y su manipulación a través del efecto macho. *XV Reunión Nacional sobre Caprinocultura*, Mérida, Yuc. México. 39-45.
- Delgadillo JA, Véliz FG, Flores JA, Duarte G, Vielma J, Poindron P, Malpoux B. 2002. Estimulación de la actividad sexual de las cabras utilizando el efecto macho. *XVII Reunión Nacional sobre Caprinocultura*. Durango, Dgo. México. 34-44.
- Delgadillo JA, Flores JA, Véliz FG, Duarte G, Vielma J, Poindron P, Malpoux B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiodicos y el efecto macho. *Vet. Méx.* 34(1):69-79.
- Duarte G. 2000. Estacionalidad reproductiva y efecto del fotoperiodo sobre la actividad ovulatoria de las hembras caprinas de la Comarca Lagunera (tesis de doctorado), México, DF: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. pp 77.
- Fitz-Rodríguez G, Alvarado JP, López JC, Nava MP, Flores JA, Duarte G, Malpoux B, Delgadillo JA. 2003. Los machos sexualmente activos estimulan la actividad sexual de las cabras explotadas en condiciones extensivas al someterlas al efecto macho. *XVIII Reunión Nacional sobre Caprinocultura*. Puebla, Pue. México. 67-69.
- Flores JA, Véliz FG, Pérez-Villanueva JA, Martínez de la Escalera G, Chemineau P, Poindron P, Malpoux B, Delgadillo JA. 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.

- Fulkerson WJ, Adams NR, Gherardi PB. 1981. Ability of castrate male sheep treated with oestrogen or testosterone to induce and detect oestrus in ewes. *Appl. Anim. Ethol.* 7:57-66.
- Gwinner E. 1986. Circannual Rhythms: Endogenous Annual Clocks in the Organisation of seasonal processes. *Zoophysiology*. Vol. 18. Springer-Verlag, Berlin.
- Karsch FJ, Bittman EL, Foster DL, Goodman RL, Legan SL, Robinson JE. 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Rec. Prog. Horm. Res.* 40: 185-232.
- Knight TW, Lynch PR. 1980. Source of ram pheromone that stimulates ovulation in the ewe. *Anim. Reprod. Sci.* 3:133-136.
- Leboeuf B, Manfredi E, Boue P, Piacere A, Brice G, Baril G, Broqua C, Humblot P, Terqui M. 1998. Artificial insemination of dairy goats in France. *Livest. Prod. Sci.* 55:193-203.
- Lincoln GA, Short RV. 1980. Seasonal breeding: nature's contraceptive. *Rec. Prog. Horm. Res.* 36:1-43.
- Lincoln GA. 1989. Seasonal aspects of testicular function. *The Testis*. 2do:329-385.
- Malpaux B, Vigué C, Skinner DC, Thiéry JC, Chemineau P. 1997. Control of the circannual rhythm of reproduction by melatonin in the ewe. *Brain Res. Bull.* 44(4):431-438.
- Malpaux B, Delgadillo JA, Chemineau P. 1999. Neuroendocrinología del fotoperiodo en el control de la actividad reproductiva. *Seminario Internacional: Tópicos Avanzados en Reproducción Animal*. Chapingo, México. 23-36.
- Martin GB, Oldham CM, Cognie Y, Pearce DR. 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams-A Review. *Livest. Prod. Sci.* 15:219-247.
- Ortavant R, Pelletier J, Ravault JP, Thimonier J, Volland-Nail P. 1985. Photoperiod: main proximal and distal factor of the circannual cycle of reproduction in farm mammals. *Oxford Rev. Reprod.* 7:305-345.
- Pearce GP, Oldham CM. 1988. Importance of non-olfactory ram stimuli in mediating ram-induced ovulation in the ewe. *J. Reprod. Fertil.* 84:333-339.
- Perkins A, Fitzgerald JA. 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.

- Poindron P, Cognié Y, Gayerie F, Orgeur P, Oldham CM, Ravault JP. 1980. Changes on gonadotrophins and prolactin levels in isolated (seasonally or lactationally) anovular ewes associated with ovulation caused by the introduction the ram. *Physiol. Behav.* 25:227-237.
- Restall BJ, Walkden-Brown SW, Henniawati-Restall. 1991. Reproduction research in Australian goats. *Cashmere Res. Seminar, Ballina. May 23-24. Compyled by T. J. May* 49-69.
- Rivera GM, Alanis GA, Chaves MA, Ferrero SB, Morello HH. 2003. Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. *Small Rumin. Res.* 48:109-117.
- Sáenz-Escárcega P, Hoyos G, Salinas G, Martínez M, Espinoz J, Guerrer A, Contreras E. 1991. Establecimiento de módulos caprinos con productores cooperantes. En: Flores Álvarez S, editor. *Evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Torreón Coahuila. México.* 124-134.
- Shelton M. 1980. Goats: Influence of various exteroceptive factors on initiation of estrus and ovulation. *Int. Goat and Sheep Res.* 1(2):156-162.
- Signoret JP, Fulkerson WJ, Lindsay DP. 1982. Effectiveness of testosterone treated wethers and ewes as teasers. *Appl. Anim. Ethol.* 9:37-45.
- Signoret JP, Lindsay DP. 1982. The male effect in domestic mammals: effect on LH secretion and ovulation-importance of olfactory cues. In: *Olfaction and Endocrine Regulation*, Ed. W. Breipohl. IRL Press, London, 63-72.
- Véliz FG, 1999. Los machos cabríos de la Comarca Lagunera sexualmente activos inducen mejor la actividad sexual de las hembras en anestro estacional, mediante el efecto macho, que los machos en reposo sexual (tesis de maestría). Torreón (Coahuila). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. pp 70.
- Véliz FG, Vélez LI, Flores JA, Duarte G, Poindron P, Malpaux B, Delgadillo JA. 2004. La presencia del macho en un grupo de cabras anéstricas no impide su respuesta estral a la introducción de un nuevo macho. *Vet. Méx* (en prensa).
- Vielma J, Paredes A, Terrazas A, Flores JA, Poindron P, Malpaux B, Delgadillo JA. 2002. Pulsatilidad de la LH de las hembras caprinas Criollas de la Comarca Lagunera expuestas al efecto macho. XVIII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Durango, Dgo. México. 196-199.

- Vielma J, López SB, López JC, Hernandez H, Véliz G, Flores JA, Duarte G, Malpaux B, Delgadillo JA. 2003. Los machos cabríos sexualmente activos son más eficientes que los machos en reposo sexual para estimular la pulsatilidad de la LH en cabras sometidas a efecto macho. XVIII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Puebla, Pue. México. 48-50.
- Walkden-Brown SW, Restall BJ, Henniawati R. 1993. The male effect in the Australian cashmere goat. 1. Ovarian and behavioural response of seasonally anovulatory does following the introduction of bucks. *Anim. Reprod. Sci.* 32:69-84.
- Walkden-Brown SW, Restall BJ, Henniawati R. 1993. The male effect in the Australian cashmere goat. 2. Role of olfactory cues from the male. *Anim. Reprod. Sci.* 32:55-67.
- Walkden-Brown SW, Restall BJ, Norton BW, Scaramuzzi RJ, Martin GB. 1994. Effects of nutrition on seasonal patterns of LH, FSH and testosterone concentration, testicular mass, sebaceous gland volume and odour in Australian cashmere goats. *J. Reprod. Fertil.* 102:351-360.
- Walkden-Brown SW, Restall BJ. 1996. Environmental and social factors affecting reproduction. *Proc. VI International Conference on Goats Beijing, China. Vol. 2:762-775.*
- Walkden-Brown SW, Martin GB, Restall BJ. 1999. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 52: 243-257.