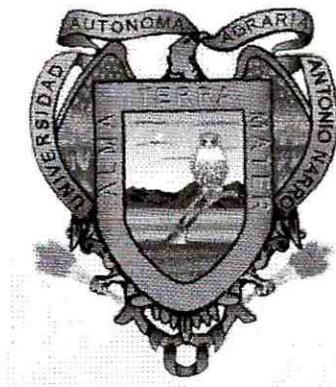


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**LA SEDACIÓN DE MACHOS SEXUALMENTE ACTIVOS NO IMPIDE
ESTIMULAR LA SECRECIÓN DE LH EN LAS CABRAS
ANÉSTRICAS SOMETIDAS AL EFECTO MACHO**

POR:

JUAN CARLOS LÓPEZ GARCÍA

TESIS:

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

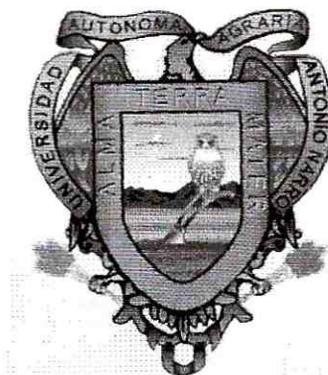
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

ABRIL DE 2004

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**LA SEDACIÓN DE MACHOS SEXUALMENTE ACTIVOS NO IMPIDE
ESTIMULAR LA SECRECIÓN DE LH EN LAS CABRAS
ANÉSTRICAS SOMETIDAS AL EFECTO MACHO**

TESIS

POR:

JUAN CARLOS LÓPEZ GARCÍA

ASESOR PRINCIPAL

DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

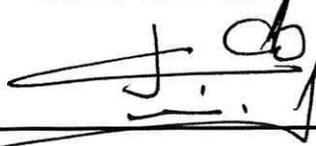
**LA SEDACIÓN DE MACHOS SEXUALMENTE ACTIVOS NO IMPIDE
ESTIMULAR LA SECRECIÓN DE LH EN LAS CABRAS
ANÉSTRICAS SOMETIDAS AL EFECTO MACHO**

TESIS

POR:

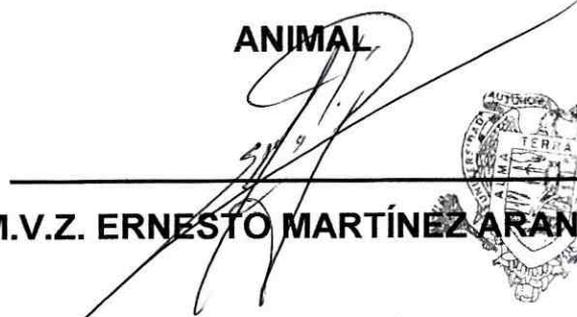
JUAN CARLOS LÓPEZ GARCÍA

ASESOR PRINCIPAL



DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA
ANIMAL**


M.V.Z. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

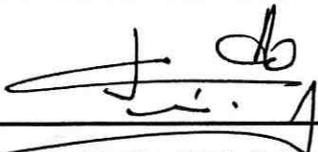
Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal
UAAAN - UL

ABRIL DE 2004

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

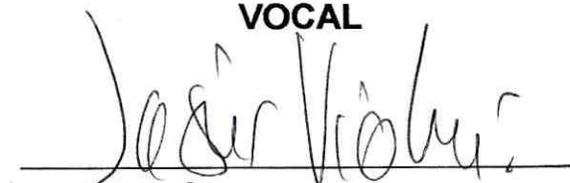
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

PRESIDENTE DE JURADO



DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

VOCAL



M.C. JESÚS VIELMA SIFUENTES

VOCAL



DR. GERARDO DUARTE MORENO

VOCAL SUPLENTE



DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

A MIS PADRES

**CARLOS LOPEZ ROSALES
YOLANDA GARCÍA RAMÍREZ**

A MIS HERMANOS

**MANUEL DE JESÚS, MARTHA, CARMEN, JAIME Y
DAVID**

**USTEDES SON
LO MÁS VALIOSO QUE DIOS ME DIO
ESTE TRABAJO ES DE USTEDES, SE LOS ENTREGO
CON TODO MI CORAZÓN**

PROMESA

Agradecimientos

A DIOS, padre nuestro.....

A mis padres: Carlos López R. Y Yolanda
García R. GRACIAS por su apoyo y confianza

A mis hermanos:
Manuel de Jesús
Martha y familia Gracias a Dios son mi
María de Carmen y familia familia
Jaime
David

A las familias:

López Rosales
Sánchez López
López Ramírez
Hernández Ocón

A cada uno de sus miembros
GRACIAS

A mis primas y primos: Silvia, Eva,
Bertha Alicia, Rocio, Adán, Abraham,
Isaac e Israel.

A mis tíos Saúl y Alicia,
Beatriz y Salvador

Muy especialmente al Dr. José Alberto
Delgadillo Sánchez, por su apoyo en la
elaboración y corrección de esta Tesis
GRACIAS

A los integrantes del CIRCA
M.C. Jesús Vielma Sifuentes
Dr. José Alfredo Flores Cabrera
Dr. Horacio Hernández Hernández
Dr. Gerardo Duarte Moreno
M.C. Evaristo Carrillo Castellanos
M.C. Francisco Gerardo Véliz Deras
GRACIAS

Muy especiales para
El señor Ramiro Hdez y la Señora
Elva Guadalupe Ocón GRACIAS
por su apoyo

A mis amigos Edgar, Miguel
Razo, Luis Fernando, Miguel
Barreto, Santiago Ramón
Mendoza, Manuel Ontiveros, Luz
Maria Tejada y Abril Morales
GRACIAS

Al MVZ Gonzalo Fitz Rodríguez por sus
valiosos consejos y palabras de apoyo en
los momentos de desanimo GRACIAS

Al MVZ Juan Luis Cruz y a
todas aquellas personas que de
alguna u otra forma
colaboraron en la realización
de este trabajo

Al señor Gonzalo Zarate por facilitar las cabras para el estudio
Al programa de cooperación científica entre México (ANUIES-SEP-CONACYT) y
Francia (ECOS; Ref: MO2-AO4)

Índice

Resumen.....	1
Introducción.....	2
2.1 Estacionalidad reproductiva en cabras.....	4
2.2 Estacionalidad reproductiva en machos cabríos.....	5
2.3 Efecto macho.....	5
2.3.1 Respuesta de las hembras al efecto macho.....	6
2.3.2 Secreción de LH, estro y ovulación durante el efecto macho.....	6
2.4 Maneras en que perciben las cabras al macho.....	7
2.4.1 Percepción a través del olfato.....	8
2.4.2 Contacto físico, auditivo y visual.....	10
2.4.3 Comportamiento sexual o libido del macho cabrío.....	10
Objetivo.....	13
Hipótesis.....	13
Materiales y métodos.....	14
3.1 Localización del experimento.....	14
3.2 Animales.....	14
3.2.1 Machos.....	14
3.2.1.1 Estimulación de la actividad sexual de los machos cabríos.....	14
3.2.2 Hembras.....	15
3.3 Efecto macho.....	15
3.4 Determinación de la secreción de Hormona Luteinizante (LH).....	16
3.4.1 Muestras sanguíneas.....	16
3.5 Análisis estadístico.....	17
Resultados.....	18
4.1 Secreción de LH antes y después de la introducción del macho.....	18
Discusión.....	22
Conclusión.....	24
Literatura citada.....	25

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar si un macho sexualmente activo sedado estimula la secreción de la LH en las hembras anéstricas de igual manera que el macho sexualmente activo despierto. Se utilizaron 2 machos cabríos Criollos adultos inducidos a una intensa actividad sexual mediante un tratamiento fotoperiódico, y 20 hembras caprinas Criollas multíparas anovulatorias. Un grupo de hembras (n=10) estuvo en contacto con un macho sexualmente activo despierto. El otro grupo de hembras (n=10), se puso en contacto con un macho sexualmente activo sedado, para eliminar cualquier cortejo hacia la hembra. Se realizaron dos ritmos de muestreo sanguíneo para determinar los niveles plasmáticos de LH. La pulsatilidad de la LH fue sometida a un ANOVA tomando en cuenta dos factores, tiempo de muestreo y estado del macho (despierto o sedado). El ANOVA indicó que la pulsatilidad de LH fue diferente antes y después de la introducción de los machos el primer día de estudio ($P < 0.001$). En los dos grupos, esta pulsatilidad de LH fue superior después de la introducción de los machos. La pulsatilidad al día siguiente fue menor en relación a la inducida después del contacto ($P < 0.05$). En ningún caso el estado de los machos (despierto o sedado) influyó en la pulsatilidad de la LH ($P > 0.05$). Estos resultados permiten concluir que el estado del macho, despierto o sedado, no influye en la secreción de LH en las cabras anéstricas durante el efecto macho.

Capítulo I

Introducción

La reproducción es fundamental para la perpetuación de las especies. Algunos factores que tienen una influencia en la reproducción de los mamíferos son: disponibilidad de alimento, el ciclo de duración entre día y noche, temperatura, humedad, lluvia y las interacciones sociales (Bronson, 1985).

Existen razas de cabras y ovejas que manifiestan una reproducción estacional lo cual significa que, durante una época del año ambas especies manifiestan actividad e inactividad sexual. El fotoperiodo es el principal factor que determina esta estacionalidad reproductiva en las razas originarias de las zonas templadas y en algunas de zonas subtropicales (Delgadillo et al., 1999).

En el norte de México, la actividad sexual de las cabras se presenta de agosto a febrero y en los machos de mayo a diciembre (Duarte, 2000; Delgadillo et al., 2002). Esto tiene como consecuencia que se presente una estacionalidad en la temporada de nacimientos de las crías y la producción de leche.

El efecto macho es un método eficiente y barato para inducir el estro y la ovulación durante los periodos de anestro de las cabras (Chemineau et al., 1993). Este fenómeno es multisensorial, es decir, intervienen el olfato, la vista y el oído de las hembras y la libido del macho.

En el efecto macho, la pulsatilidad de LH se incrementa después del contacto entre machos y hembras (Poindron et al., 1980). Este estímulo se ha reportado también en hembras en contacto con machos en reposo sexual despiertos o sedados (López, 2004). Sin embargo, no existen datos que indiquen cuál es la respuesta de las cabras expuestas a machos sexualmente activos

sedados o despiertos, considerando la secreción de la LH. El objetivo de este trabajo fue determinar si un macho sexualmente activo sedado estimula la secreción de LH de la misma manera que un macho sexualmente activo despierto.

Capítulo II

Revisión de literatura

2.1 Estacionalidad reproductiva en cabras

Varios experimentos han demostrado que las cabras originarias de regiones tropicales carecen de una estación de anestro, lo que les permite aparearse y concebir de igual forma durante casi todo el año. En estas razas la alimentación es el factor determinante del ciclo anual de reproducción (González et al., 1974).

En cambio, algunas razas de zonas subtropicales manifiestan una estacionalidad reproductiva. Por ejemplo, en las cabras Criollas de Argentina (30° S), la estación sexual inicia en otoño y termina a principios de la primavera. La estación de anestro se presenta en primavera y verano (Rivera et al., 2003). En las cabras de la raza cashmere de Australia (28° S), la estacionalidad coincide con la descrita en las cabras de Argentina (Restall, 1992a).

En la Comarca Lagunera (26° N), la estación de anestro en las cabras Criollas ocurre de marzo a agosto y la actividad sexual se presenta de septiembre a febrero (Delgadillo et al., 2003). Como el período de anestro coincide con la época de sequía, se postuló que la subalimentación es la responsable de esta estacionalidad reproductiva (Sáenz-Escárcega et al., 1991). Sin embargo, recientemente se demostró que esta estacionalidad no es provocada por los cambios en el nivel y calidad de la alimentación; esta estacionalidad es atribuida principalmente al fotoperiodo, y la alimentación es un modulador secundario de ésta (Duarte, 2000).

2.2 Estacionalidad reproductiva en machos cabríos

En las zonas tropicales no existe una época de reposo sexual en los machos locales. Por ejemplo, los machos cabríos Criollos de la isla de Guadalupe en el Caribe (16° N), no presentan variaciones estacionales en el peso testicular, que es el reflejo de la espermatogénesis (Chemineau, 1986).

En las zonas subtropicales, los machos caprinos cashmere Australianos (28° S) muestran una estación de reposo sexual, es decir, presentan una estacionalidad reproductiva. En estos machos, el peso testicular es menor en la estación de primavera y mayor en el otoño (Walkden-Brown et al., 1994a). De igual manera que en las cabras, la alimentación no es el factor que determina esta estacionalidad. Sin embargo, el nivel de nutrición sí la modifica, adelantando el inicio de la estación sexual en machos bien alimentados (Walkden-Brown et al., 1994b).

El período de reposo sexual en el macho cabrío del subtrópico mexicano, que comprende de enero a abril, está caracterizado por una baja concentración plasmática de testosterona (0.1 ng/mL), peso testicular bajo (90 g), incremento de la latencia a la eyaculación (> 5 min), reducción cuantitativa (1.2×10^9) y cualitativa de la producción espermática (68% vivos) y baja libido (Delgadillo et al., 1999). En estos machos la duración del día es el factor que controla el ritmo anual de reproducción (Delgadillo et al., 2003)

2.3 Efecto macho

La introducción de un macho en un grupo de hembras en anestro, puede inducir la actividad reproductiva unos días después de ponerlos en contacto. Este fenómeno es llamado efecto macho (Walkden-Brown et al., 1999; Álvarez y Zarco, 2001; Delgadillo et al., 2003). La primera observación de este fenómeno fue reportada en ovinos por Underwood et al. (1944). El efecto macho constituye un

estimulo social que actúa para iniciar la actividad reproductiva tanto en ovejas como en cabras (Álvarez y Zarco, 2001).

2.3.1 Respuesta de las hembras al efecto macho

En las razas ovinas y caprinas que no son estacionales o manifiestan una débil estacionalidad reproductiva, los machos pueden inducir la actividad sexual en cualquier época del año (Chemineau, 1983). En cambio en las razas muy estacionales, la respuesta de las hembras al efecto macho es mejor cuando se realiza un mes antes del inicio del período natural de actividad sexual o un mes después del final de la estación sexual anual (Martin et al., 1983; Restall, 1992b; Mellado et al., 2000).

La introducción del macho, provoca después de una semana, un incremento importante del número de hembras cíclicas (Fabre-Nys, 1999). Cabe señalar que en las hembras, la respuesta a la introducción del macho puede caracterizarse por estros seguidos de ovulación (evento normal), estros sin ovulación y ovulaciones sin estro ("ovulación silenciosa") (Chemineau et al., 1992).

2.3.2 Secreción de LH, estro y ovulación durante el efecto macho

En todos los estados reproductivos, incluyendo el anestro estacional y el de lactación, la secreción de LH está caracterizada por descargas pulsátiles, que están controladas por liberaciones pulsátiles de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) secretada por el hipotálamo. En ovejas y cabras anovulatorias, estos pulsos son infrecuentes debido principalmente a la retroalimentación negativa que el estradiol ejerce en el hipotálamo e hipófisis (Martin et al., 1986; Álvarez y Zarco, 2001). Después de la introducción de los machos, estos niveles se incrementan considerablemente (Poindron et al., 1980), teniendo como consecuencia un aumento de la actividad gonádica, que culmina con la ovulación (Martin et al., 1986; Chemineau et al., 1988). Además de un aumento en la frecuencia, también existe un aumento en la amplitud de los pulsos

de LH (Rosa y Bryant, 2002). En las cabras Saanen, la frecuencia pasa de 0.6 pulsos con una amplitud media de 0.5 ng/ml, tres horas antes del efecto macho, a 2.2 pulsos con amplitud media de 1.2 ng/ml tres horas después del contacto (Chemineau et al., 1986b). El inicio en el aumento en la frecuencia se da 2-4 min después de la introducción del macho y se mantiene por lo menos 12 h (Martin et al., 1986). La importancia de lo anterior radica en que estos pulsos probablemente estimulan la secreción de estradiol por el ovario que, vía una retroalimentación positiva a nivel del hipotálamo e hipófisis, induce un pico preovulatorio de LH (Signoret y Lindsay, 1982; Signoret, 1991). De esta manera el pico preovulatorio se produce de 24 a 30 h después del primer contacto macho-hembra y la ovulación 24 a 36 h más tarde (Signoret y Lindsay, 1982; Martin, 2002).

En las hembras que responden al efecto macho. El primer estro ocurre del día uno al nueve después de iniciado el contacto, teniendo una frecuencia mayor dos días después del contacto (Chemineau, 1983). Después de siete días de contacto, el 97% de las cabras ovula. En las cabras Criollas de la Isla de Guadalupe en el Caribe, la ovulación inducida está asociada con 60% de estros, y es seguida en 75% de un ciclo ovulatorio de corta duración que, en promedio, dura de cinco a siete días. Después de este ciclo corto se produce otra ovulación que se acompaña en 90% de un estro y de una fase lútea de duración normal (Chemineau, 1987; Flores et al., 2000; Delgadillo et al., 2003). Sin embargo, utilizando machos sexualmente activos, la respuesta de las hembras Criollas de la Comarca Lagunera, mejora notablemente, ya que todas las hembras ovulan y manifiestan al menos un estro 11 días después de la introducción del macho (Flores et al., 2000).

2.4 Maneras en que perciben las cabras al macho

Muchos estudios han demostrado que el efecto macho es un fenómeno multisensorial en el que interviene el olfato, el contacto, la vista y la libido del macho.

2.4.1 Percepción a través del olfato

De todos los sentidos implicados en el efecto macho, el olfato podría tener una función primordial (Martin et al., 1986; Fabre-Nys, 1999). La recepción de la información sensorial se da en: 1) el sistema olfatorio principal que recibe las señales sensoriales desde la mucosa olfatoria y se conecta con el resto del sistema nervioso central vía el bulbo olfatorio principal, y 2) el sistema olfatorio accesorio que recibe los estímulos del órgano vomeronasal (órgano de Jacobson) y conecta a otros centros del cerebro mediante el bulbo olfatorio accesorio. En ambos sistemas existen vías que van hasta los centros del hipotálamo que controlan eventos relacionados con la reproducción, particularmente los que regulan la secreción de la GnRH (Martin et al., 1986).

La sustancia o sustancias implicadas en esta percepción son probablemente feromonas, término que fue introducido por Karlson y Lüscher en 1959. Éstas son secretadas por las glándulas sebáceas de la piel (Martin et al., 1986), principalmente las glándulas localizadas en la región parietal del macho cabrío (Claus et al., 1990). Esta secreción de feromonas está bajo el control de la testosterona (Sugiyama et al., 1986; Iwata et al., 2000), y es probablemente la responsable del olor característico de los machos cabríos durante la estación sexual (Rekwot et al., 2001), cuando los niveles de testosterona son altos (Delgadillo et al., 1999). Recientemente se demostró que el ácido 4-etil octanoico (4EOA), y sus sustancias derivadas son probablemente las responsables del olor del macho (Iwata et al., 2003).

En las cabras expuestas al pelo del macho cabrío obtenido durante la estación sexual, ocurre un aumento en la frecuencia de los pulsos de LH, pasando de un pulso en seis horas antes de la exposición a cuatro pulsos en este mismo lapso de tiempo; la máxima concentración o pico preovulatorio de LH se produce 28 h después del contacto. De las cinco cabras estimuladas, dos mostraron signos de estro y ovularon, otra cabra mostró signos de estro pero no ovuló y las otras dos no mostraron signos de estro y no ovularon (Claus et al.,

1990). En otro estudio con cabras cashemere, el 40% (8/20) de ellas al exponerlas al pelo del macho cabríos ovularon (Walkden-Brown et al., 1993).

Un ejemplo de que la respuesta de las hembras al efecto macho es un mecanismo multisensorial, está dado por un estudio en el que utilizaron una comparación entre hembras anósmicas (la mucosa nasal fue destruida por la irrigación con una solución de sulfato de zinc al 1% y clorhidrato de procaína al 3%) y hembras intactas. Antes de la introducción de los machos no existía diferencia en los niveles de LH de ambos grupos. Después de la introducción del macho, estos niveles se incrementaron en el 79% de cabras de el grupo intacto y 74% del grupo anósmico. En este último grupo, los niveles pasaron de 0.33 ng/ml de LH antes de la introducción a 2.35 ng/ml después de la introducción de los machos. Sin embargo, el porcentaje de hembras que mostraron estro y ovularon fue mayor en el grupo de hembras intactas (89%), que en las anósmicas (50%) (Chemineau et al., 1986a). En ovejas, aun cuando la anosmia es completa mediante la bulbectomía olfatoria y desconexión del órgano vomeronasal, se produce un incremento en la secreción de LH después de la introducción del camero (Signoret, 1991). La respuesta en las hembras que no reciben señales olfatorias confirma la participación de otros sentidos. En efecto, estos resultados demuestran que la respuesta ovulatoria de las hembras, no solo es una respuesta refleja al estímulo olfativo, sino que es el resultado de la integración de una serie de señales sensoriales emitidas por el macho, entre ellos contacto físico y visual (Walkden-Brown et al., 1993).

En conclusión, estos datos demuestran que la estimulación olfatoria es suficiente para inducir la secreción de la LH y la ovulación en al menos una parte de las cabras (Claus et al., 1990). Sin embargo, estos valores son inferiores a la respuesta observada en cabras en contacto total con el macho (Walkden-Brown et al., 1993).

2.4.2 Contacto físico, auditivo y visual

Según Chemineau (1987), es necesario el contacto físico de los machos y las hembras, para obtener altos porcentajes de hembras con respuesta estral y ovulatoria. En apoyo a esta hipótesis, en un estudio llevado a cabo en ovinos, donde se evaluó la importancia del sentido visual y el contacto, las hembras fueron separadas de los machos por un cerco transparente, otro por un cerco opaco y otro grupo estuvo en contacto directo con el macho. Se demostró que sólo el 11% (5/46) de las hembras separadas por el cerco opaco ovularon al cabo de 29 días, mientras que en el grupo del cerco transparente fue de 22% (9/40) y en el grupo en contacto directo se tuvo el 49% (21/43) de ovulaciones (Pearce y Oldham, 1988).

En cabras se evaluaron diferentes grados de contacto entre machos y hembras de la raza Angora y se demostró que en las hembras separadas del macho por un cerco de alambre, es decir, que percibían el olor, las vocalizaciones y que podían ver a los machos, el porcentaje de cabras que ovularon fue inferior (41.2%) que en las cabras que estaban en pleno contacto con el macho (68.7%) (Shelton, 1980). De la misma forma, la separación entre hembras y machos por una pared sólida, en donde se bloqueaba la visión entre ellos, pero, las vocalizaciones y el olor estaban presentes, se reportó que el porcentaje de ovulaciones fue bajo (19.5%) (13/67).

A pesar de esta serie de datos, existe un factor no menos importante, del cual depende el grado de respuesta de las hembras al efecto macho. Este factor es la intensidad de la libido (Delgadillo et al., 2002).

2.4.3 Comportamiento sexual o libido del macho cabrío

El término libido es comúnmente utilizado para describir la conducta sexual del macho. Para fines prácticos, la libido se define como la disposición y avidez del macho para cortejar y montar a la hembra (Chenoweth, 1981). Esta avidez se

caracteriza por la búsqueda de hembras en estro mediante olfateos anogenitales, flehmen después de que orina la hembra, aproximaciones, intentos de monta y monta (Wodzicka-Tomaszewska et al., 1981; Fabre-Nys, 1990; Flores et al., 2000; Delgadillo et al., 2001).

Como ya se mencionó anteriormente, el período de reposo sexual en el macho cabrío está caracterizado por una baja concentración plasmática de testosterona, y por ende, una baja libido (Delgadillo et al., 2002). En el efecto macho, la intensidad del comportamiento sexual del macho influye en gran medida sobre la respuesta de las hembras, teniéndose que los machos ovinos con más actividad inducen un mayor número de hembras a ovular, que los machos que exhiben una menor libido (Signoret y Lindsay, 1982; Perkins y Fitzgerald, 1994). En la especie caprina, Flores et al. (2000) fueron los primeros en demostrar que los machos inducidos a una intensa actividad sexual, a través de un tratamiento fotoperiódico, son más eficientes para estimular la ovulación de las hembras en el efecto macho. Los mismos resultados fueron reportados por Delgadillo et al. (2002) y por Véliz et al. (2002). Estos estudios implican la utilización de un tratamiento de 2.5 m de días largos (16 h de luz/día) a partir del 1 de Noviembre. Los machos que no recibieron este tratamiento inducen 10% (2/20) de cabras a ovular, mientras que los machos tratados inducen 81.8% (27/33) (Flores et al., 2000). En otros estudios, la respuesta de las hembras al macho tratado fue de 100% (19/19; Delgadillo et al., 2002) y de 94.7% (18/19; Véliz et al., 2002). En los tres estudios, la libido expresada por el número de montas, intentos de monta, aproximaciones y olfateos anogenitales fue muy superior en los machos tratados, que en los testigo (Delgadillo et al., 2003).

Los machos sexualmente activos despliegan un intenso comportamiento sexual y vocalizan frecuentemente durante el cortejo. Podría pensarse que las vocalizaciones tienen un efecto sobre la respuesta de las hembras al efecto macho (Delgadillo et al., 2003). Sin embargo, las vocalizaciones de machos

grabadas durante la estación sexual, y reproducidas de un disco compacto no estimula ni la secreción de LH, ni la ovulación de las hembras anéstricas (Vielma et al., 2002).

Los machos en reposo sexual, despierto o sedados, inducen la secreción de LH en las cabras al menos durante las primeras 12 h de contacto con los machos (López, 2004). Sería interesante determinar cuál es el papel del comportamiento sexual de los machos en la respuesta de las cabras al efecto macho. Para ello se utilizarán machos sexualmente activos, uno despierto y otro sedado, para suprimir el comportamiento sexual.

Objetivo

Determinar si el macho sexualmente activo sedado estimula la secreción de la LH en las hembras anéstricas de igual manera que el macho sexualmente activo despierto.

Hipótesis

El macho sexualmente activo despierto estimula en mayor medida la secreción de la LH en las hembras anéstricas, que el macho sexualmente activo sedado.

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 (26° N).

3.2 Animales

3.2.1 Machos

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

3.2.1.1 Estimulación de la actividad sexual de los machos cabríos

El corral de los machos fue equipado con cuatro lámparas que contenían dos barras de luz blanca de 75 Watts cada una, proporcionando una intensidad luminosa mínima de 300 lux al nivel de los ojos de los animales. Los machos fueron sometidos a 2.5 meses de días largos del 1 de noviembre del 2002 al 15

de enero de 2003. Las lámparas se encendían automáticamente a las 6:00 h y se apagaban a las 9:00 h. Después eran encendidas a las 17:00 h, para ser apagadas nuevamente a las 22:00 h. Esto permitió que los animales percibieran días largos de 16 horas luz por día. El 16 de enero de 2003 el tratamiento luminoso fue suspendido y los machos fueron sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo. Este tratamiento induce una intensa actividad sexual durante el período de reposo sexual (Delgadillo et al., 2002).

3.2.2 Hembras

Para la presente investigación se utilizaron 20 hembras caprinas adultas multíparas anovulatorias que pertenecían a un hato tipo de la Comarca Lagunera de Coahuila. Estas hembras se encontraban bajo un sistema de explotación extensivo y tenían además una suplementación alimenticia en el corral, consistente en 500 g de concentrado comercial por hembra/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/animal. Las 20 hembras se dividieron en dos grupos homogéneos de 10 animales cada uno, tomando en cuenta la condición corporal (2.3 ± 0.6 y 2.4 ± 0.1) y la producción de leche (1.6 ± 0.8 y 1.6 ± 0.7 litros).

3.3 Efecto macho

El 5 de abril de 2003 a las 11:00 h, un grupo de hembras (n=10) fue puesto en contacto con un macho sexualmente activo despierto. El otro grupo (n=10) fue puesto en contacto con un macho sexualmente activo sedado para impedir que mostrara su comportamiento sexual. Este macho fue sedado durante el estudio

con xilacina al 2 % (Rompum). La primera dosis fue de 10 mg por vía intravenosa 10 min antes de ponerlo en contacto con las hembras (10:50 h), y posteriormente se aplicó 16 mg de xilacina cada tres horas por vía intramuscular durante 24 horas.

3.4 Determinación de la secreción de Hormona Luteinizante (LH)

3.4.1 Muestras sanguíneas

Se efectuaron dos ritmos de muestreo sanguíneo para determinar los niveles plasmáticos de la LH. El primer ritmo se efectuó el 5 de abril con una duración de 12 horas, de las 7:00 h a las 19:00 h. El segundo ritmo se efectuó el 6 de abril, y tuvo una duración de cuatro horas iniciando a las 7:00 h y finalizando a las 11:00 h. Las hembras de los dos grupos no tuvieron contacto con los machos hasta las 11:00 h del primer día de ritmo permaneciendo con ellas hasta el termino del segundo muestreo sanguíneo.

Todas las muestras se obtuvieron por venopunción de la yugular, utilizando para ello tubos de 5 ml conteniendo 30 µl de heparina. En cada ritmo se obtuvo una muestra sanguínea cada 15 min. Después de obtenidas las muestras, éstas se centrifugaron a 3500 rpm durante 20 min. Después se procedió a la separación del plasma, el cual se congeló a -20°C , hasta la realización de los análisis hormonales 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 de 8.5 %.

3.5 Análisis estadístico

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

Capítulo IV

Resultados

4.1 Secreción de LH antes y después de la introducción del macho

La evolución de la secreción individual de LH se muestra en las Figuras 1 y 2, y los promedios del número de pulsos en los dos grupos en la Figura 3. El ANOVA indicó que la pulsatilidad de LH fue diferente el primer día, antes y después de la introducción de los machos ($P < 0.001$). En los dos grupos esta pulsatilidad de LH fue superior después de la introducción de los machos. La pulsatilidad de LH en los dos grupos al día siguiente de la introducción de los machos fue menor en relación a la inducida después del primer contacto ($P < 0.05$). En ningún caso, el estado de los machos (despierto o sedado) influyó en la pulsatilidad de la LH ($P > 0.05$).

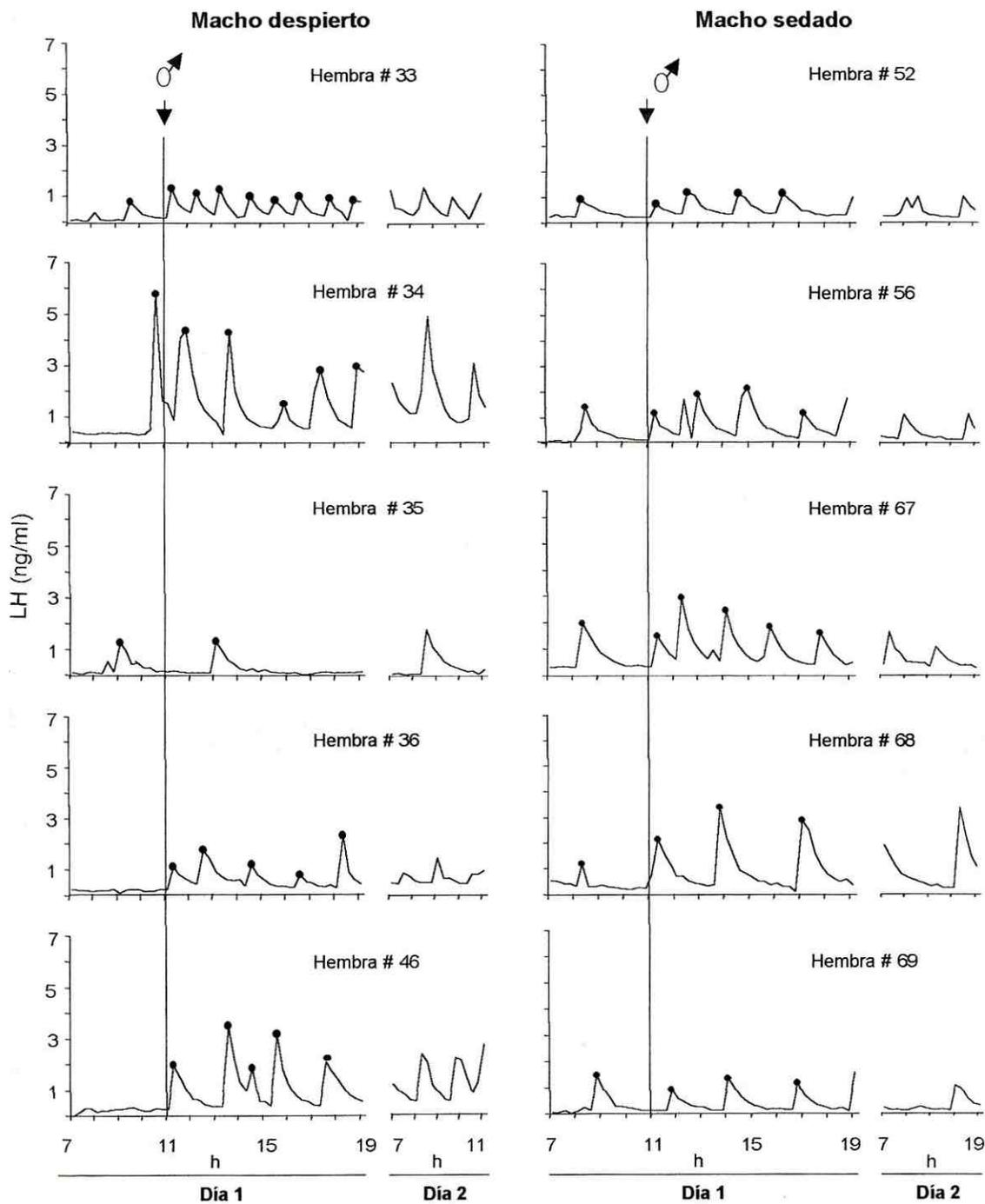


Figura 1. Evolución individual de la secreción de LH de las hembras, antes y después de la introducción del macho. Los círculos oscuros indican la presentación de los pulsos de LH. Las flechas indican el momento de contacto de hembras y machos.

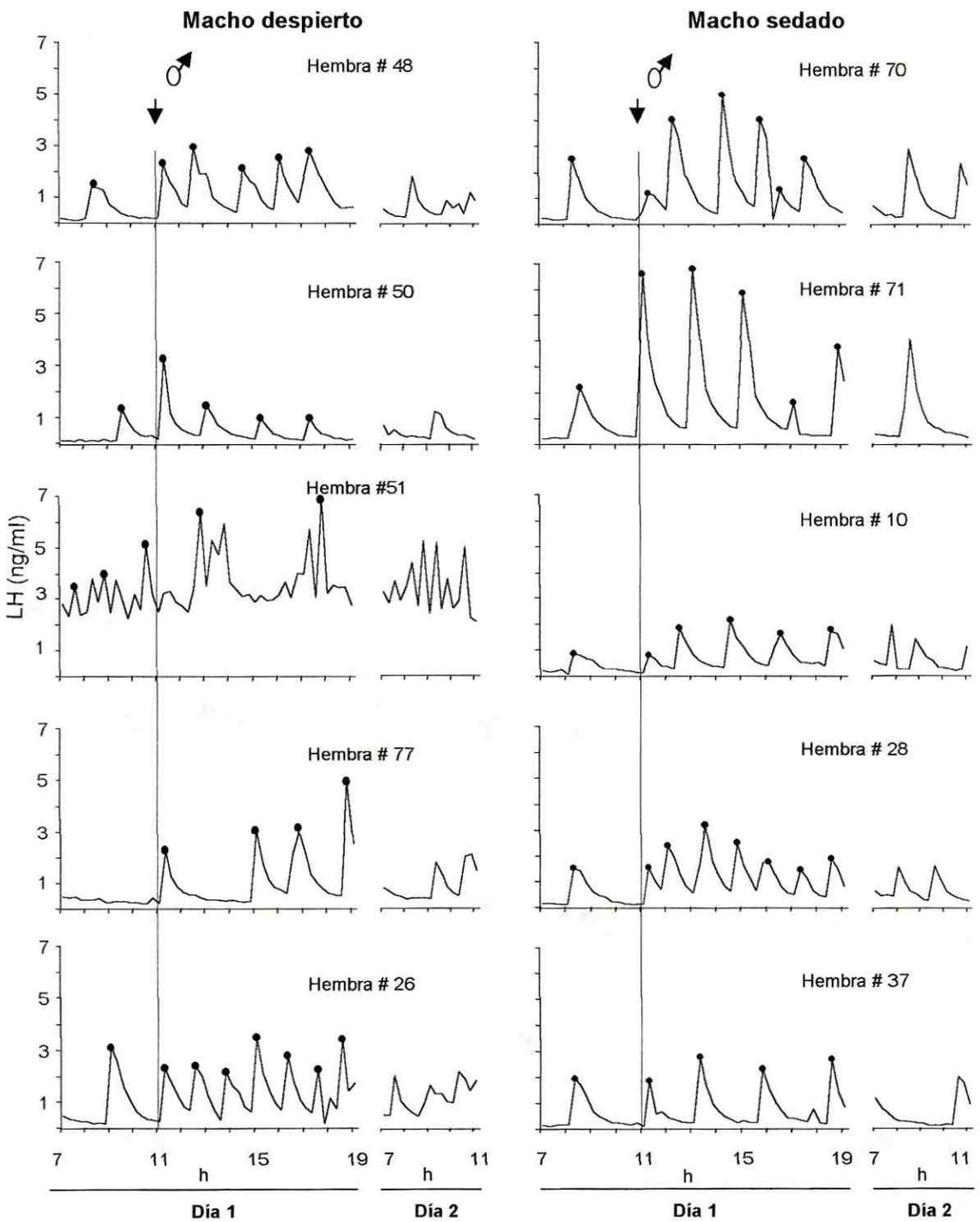


Figura 2. Evolución individual de la secreción de LH de las hembras, antes y después de la introducción del macho. Los círculos oscuros indican la presentación de los pulsos de LH. Las flechas indican el momento de contacto de hembras y machos.

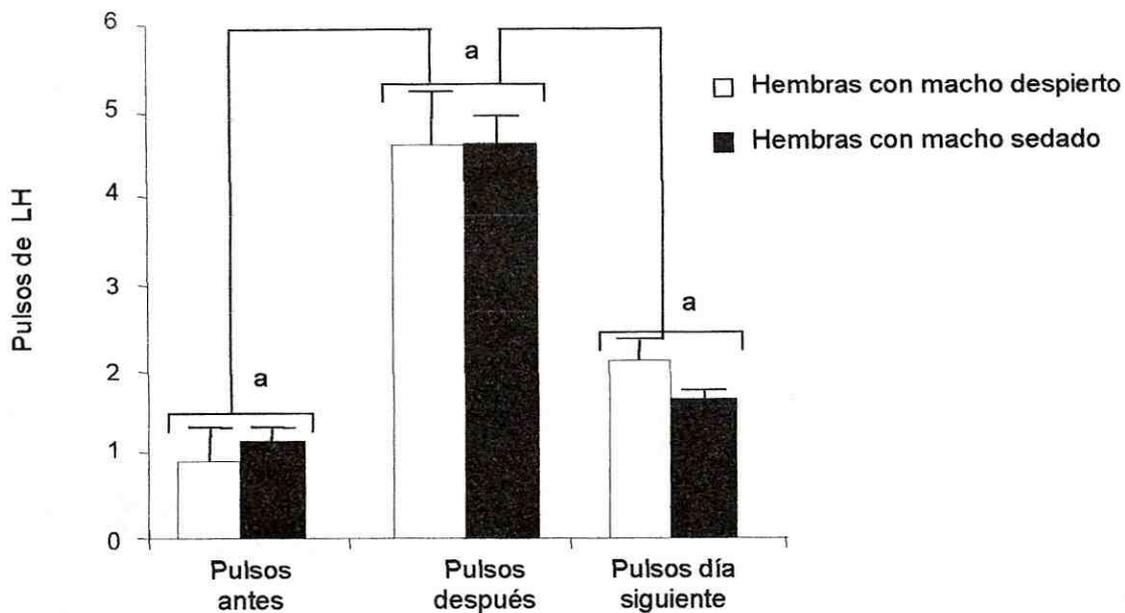


Figura 3. Pulsatilidad promedio de LH (\pm error estándar del promedio) que mostraron las cabras antes y después de la introducción de los machos. a: $P > 0.05$; b: $P < 0.05$.

Capítulo V

Discusión

Los resultados de este estudio demuestran que la introducción de los machos cabríos sexualmente activos, uno sedado y otro despierto, estimulan la secreción de LH de la misma manera en las cabras anéstricas. Esto sugiere que en el macho sexualmente activo el comportamiento sexual no es necesario para estimular la secreción de LH, al menos durante los dos primeros días de contacto hembra-macho. En el segundo día de estudio la pulsatilidad de LH fue menor a la observada después de la introducción, pero tampoco existió un efecto del estado del macho sobre la pulsatilidad de LH.

Los resultados del presente estudio coinciden con los reportados por López (2004), quien menciona que la pulsatilidad de las hembras se incrementa después del contacto con machos en reposo sexual sedado o despierto. Sin embargo, en los resultados de López (2004), la pulsatilidad de las hembras anéstricas con macho despierto fue mayor que en las cabras con macho sedado, lo que demuestra que el estado del macho influyó en la secreción de LH. Esta respuesta puede atribuirse a la actividad del macho despierto, ya que el macho sedado no desprende un olor característico de macho sexualmente activo. Sin embargo, en el presente estudio, los pulsos inducidos por los machos despierto o sedado fueron similares. Esta similitud en la secreción de LH sugiere que la respuesta se debió al olor característico de los machos sexualmente activos. En efecto en, otros estudios llevados a cabo en cabras y ovejas, el olor del macho es suficiente para estimular la secreción de la LH y la ovulación, aunque el contacto hembra-macho es necesario para lograr una mayor respuesta estral y ovulatoria.

En el presente estudio, como en el de López (2004), la pulsatilidad de LH un día después del contacto fue menor a la obtenida después de la introducción

de los machos. Esto sugiere que independientemente de la actividad sexual de los machos y de su estado (despierto o sedado), la secreción de LH disminuye al día siguiente del contacto. ¿Por qué existe entonces una diferencia en el porcentaje de hembras que ovulan al ponerlas en contacto con machos sexualmente activo y en reposo sexual? Aunque el perfil es igual al día siguiente es probable que en las hembras que ovulan, esta pulsatilidad se incrementa posteriormente, lo que provoca la ovulación. Por ello, hubiera sido interesante evaluar la actividad ovulatoria de las hembras en respuesta al macho sexualmente activo despierto o sedado.

Capítulo VI

Conclusión

Estos resultados permiten concluir que el estado del macho sexualmente activo, despierto o sedado, no influye en la secreción de LH en las cabras anéstricas durante el efecto macho.

Literatura citada.

- Álvarez, L., Zarco, L. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet. Mex.* 32(2):117-129.
- Bronson, F.H. 1985. Mammalian Reproduction: An ecological perspective. *Biol. Reprod.* 32:1-26.
- Cheminea, P., Gauthier, D., Poirier, J.C., Saumande, J. 1982. Plasma levels of LH, FSH, prolactin, estradiol-17 beta and progesterone during natural and induced oestrus in the dairy goat. *Theriogenology.* 17:313-323.
- Chemineau, P. 1983. Effects on oestrus and ovulation of exposing Creole goats to the male at three times of the year. *J. Reprod. Fertil.* 67:65-72.
- Chemineau, P. 1986. Sexual behaviour and gonadal activity during the year in the tropical Creole meat goat. II. Male mating behaviour, testis diameter, ejaculate characteristics and fertility. *Reprod. Nutr. Develop.* 26(2A):453-460.
- Chemineau, P., Levy, F., Thimonier, J. 1986a. Effects of anosmia on LH secretion, ovulation and oestrous behaviour induced by males in the anovular Creole goats. *Anim. Reprod. Sci.* 10:125-132.
- Chemineau, P., Normant, E., Ravault, J.P., Thimonier, J. 1986b. Induction and persistence of pituitary and ovarian activity in the out-of-season lactating dairy goat after a treatment combining a skeleton photoperiod, melatonina and the male effect. *J. Reprod. Fertil.* 78:497-504.
- Chemineau, P. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats: a review. *Livestock Prod. Sci.* 17:135-147.
- Chemineau, P., Martin, G.B., Saumande, J., Normant, E. 1988. Seasonal and hormonal control of pulsatile LH secretion in the dairy goat (*Capra hircus*). *J. Reprod. Fertil.* 83:91-98.
- 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., Baril, G., Vallet, J.C., Delgadillo, J.A. 1993. Control de la reproducción en la especie caprina: interes zootécnico y metodos disponibles. *Rev. Latamer. Peq. Rumin.* 1(1):15-38.

Chenoweth, P.J. 1980. Libido and mating behavior in bulls, boars and rams: a review. *Theriogenology*. 16:155-177

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.

Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaune, D., Malpoux, B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical northern México. *Theriogenology*. 52:727-737.

Delgadillo, J.A., Carrillo, E., Moran, 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. *J. Anim. Sci.* 79:2245-2252.

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpoux, B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J. Anim. Sci.* 80:2780-2786.

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Veliz, 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. *Vet. Mex.* 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). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México DF. pp .

Fabre-Nys, C., Poindron, P., Signoret, J.P. 1990. Reproductive behaviour. In: "World Animal Science" serie B9, King GJ. Ed. Elsevier Publ. Vol.14. Capitulo 7, pp:147-194.

Fabre-Nys, C. 1999. Comportamiento sexual en los mamíferos domésticos. Curso internacional de fisiología de la reproducción en rumiantes. Colegio de postgraduados. Montecillos, Edo. Mex. 59-78.

Flores, J.A., Veliz, 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.

González, S.C., García, C., Castillo, J. 1974. Actividad sexual estacional y fertilidad en cabras de razas puras de una zona tropical de Venezuela. *Ciencias Veterinarias Maracaibo*. 4(4):223-247.

- Iwata, E., Wakabayashi, Y., Kakuma, Y., Kikusui, T., Takeuchi Y. 2000. Testosterone-dependent primer pheromone production in the sebaceous gland of male goat. *Biol. Reprod.* 62:806-810.
- Iwata, E., Kikusui, T., Takeuchi Y., Mori Y. 2003. Substances derived from 4-Ethyl octanoic acid account for primer pheromone activity for the "male effect" in goats. *J. Vet. Med. Sci.* 65(9):1019-1021.
- Karlson, P., Lüscher, M. 1959. Pheromones: a new term for a class of biologically active substances. *Nature.* 3653:55-56.
- López, S.B. 2004. ¿La presencia de machos cabríos en reposo sexual estimula la secreción de LH en las cabras? (tesis de licenciatura). Torreón, Coah. Mex. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. pp 14.
- Martin, G.B., Scaramuzzi, R.J., Lindsay, D.R. 1983. The effect of the introduction of rams during the anoestrous season on the pulsatile secretion of LH in ovariectomized ewes. *J. Reprod. Fertil.* 67:47-55.
- Martin, G.B., Oldham, C.M., Cognié, Y., Pearce, D.T. 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams: a review. *Livestock Prod. Sci.* 15:219-247.
- Martin, G.B., 2002. Socio-sexual signal and reproduction in mammals: an overview. *Curso internacional sobre feromonas y bioestimulación sexual.* F.M.V.Z. U.N.A.M. México. D.F. pp 11-28.
- Mellado, M., Cárdenas, C., Ruiz F. 2000. Mating behavior of bucks and does in goat operations under range conditions. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 67:89-96.
- Merriam, G. B., Watcher, K.W. 1982. Algorithms for the study of episodic hormones secretion. *Am. J. Physiol.* 234:E310-3178.
- Montgomery, G.W., Martin, G.B., Pelletier, J. 1985. Changes in pulsatile LH secretion after ovariectomy in Ile de France ewes in two seasons. *J. Reprod. Fertil.* 73:73-173.
- Pearce, G.P. y Oldham, C.M. 1988. Importance of non-olfactory ram stimuli in mediating ram-induced ovulation in the ewe. *J. Reprod. Fertil.* 84:333-339.
- Pelletier, J., Garnier, D.H., De Revier, M.M., Terqui, M., Ortavant, R. 1982. Seasonal variation in LH and testosterone release in rams of two breeds. *J. Reprod. Fertil.* 64:341-346.

- Perkins, A. y 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.
- Poindron, P., Cognié, Y., Gayerie, F., Orgeur, P., Oldham, C.M., Ravault, J.P. 1980. Changes in gonadotropins and prolactin levels in isolated (seasonally or lactationally) anovular ewes associated with ovulation caused by the introduction of rams. *Physiol. Behav.* 25:227-236.
- Rekwot, P.I., Ogwu, D., Oyedise, E.O., Sekoni, V.O. 2001. The role of pheromones and biostimulation in animal reproduction. *Anim. Reprod. Sci.* 65(3-4):157-70. Abstract.
- Restall, B.J. 1992a. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim. Reprod. Sci.* 27:305-318.
- Restall, B.J. 1992b. The male effect in goats. V International Conference on Goats. Pre-conference proceedings invited papers. New Delhi, India. 2(2):322-330.
- Rivera, G.M., Alanis, G.A., Chaves, M.A., Ferrero, S.B., Morello, H.H. 2002. Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. *Small Rumin. Res.* 48:109-117.
- Rosa, H.J.D. y Bryant, M. J. 2002. The "ram effect" as a way of modifying the reproductive activity in the ewe: a review. *Small Rumin. Res.* 2214:1-16.
- Sáenz-Escárcega, P., Hoyos, G., Salinas, G., Martínez, M., Espinosa, J., Guerrero, A., Contreras E. Establecimiento de módulos caprinos con productores cooperantes. En: Evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera. editor Flores, S. INIFAP. Torreón, Coah. México. 124-134.
- Shelton, M. 1980. Goats: influence of various exteroceptive factors on initiation of estrus and ovulation. *International Goat and Sheep Research.* 1(2):156-162.
- Signoret, J.P. y Lindsay, D.R. 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, UK. pp 63-72.
- Signoret, J.P. 1991. Sexual pheromones in the domestic sheep: importance and limits in the regulation of reproductive physiology. *J. Steroid Biochem. Molec. Biol.* 39(4B): 639-645.
- Sugiyama, T., Matsuura, H., Sasada H., Masaki, J., Yamashita, K. 1986. Characterization of fatty acids in the sebum of goats according to sex and age. *Agric. Biol. Chem.* 50(12): 3049-3052.

Underwood, E.J., Shier, F.L., Davenport, N. 1944. Studies in sheep industry in Western Australia. V. The breeding season of Merino crossbred and British breed in the agricultural districts. *J. Dep. Agric. West. Aust.* 11(2):135-143

Véliz, F.G., Moreno, S., Duarte, G., Vielma, J., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2002. Male effect in seasonally anovulatory lactating goats depends on the presence of sexually active bucks, but not estrous females. *Anim. Reprod. Sci.* 72:197-207.

Vielma, J., Paredes, A., Terrazas A., Flores, J.A., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 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.

Walkden-Brown S.W., Restall, B.J., 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, S.W., Restall, B.J., Norton, B.W., Scaramuzzi, R.J., Martin, G.B. 1994a. Effect of nutrition on seasonal pattern 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, S.W., Norton, B.W., Restall, B.J. 1994b. Seasonal variation in voluntary feed intake in cashmere buck fed ad libitum diets of low or high quality. *Australian J. Agric. Res.* 45:355-366.

Walkden-Brown, S.W., Martin, G.B., Restall, B.J. 1999. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 52:243-257.

Wodzicka-Tomaszewska, M., Kilgour, R., Ryan, M. 1981. "Libido" in the larger farm animals: a review. *Appl. Anim. Ethology.* 7:203-238.