

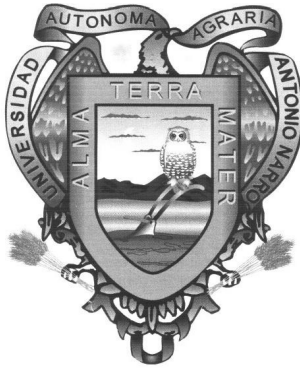
**La respuesta sexual de las cabras nulíparas o sin experiencia sexual no
disminuye si son expuestas a machos sexualmente activos**

JUAN RAMÓN LUNA OROZCO

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE**

DOCTOR EN CIENCIAS AGRARIAS



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIRECCIÓN DE POSTGRADO**

Directora de tesis: Dra. Ilda Graciela Fernández García

Torreón, Coahuila, México

ENERO 2009

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIRECCIÓN DE POSTGRADO**

**La respuesta sexual de las cabras nulíparas o sin experiencia sexual no
disminuye si son expuestas a machos sexualmente activos**

TESIS

POR:

JUAN RAMÓN LUNA OROZCO

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada
como requisito parcial para optar por el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS AGRARIAS

COMITÉ PARTICULAR

Asesora principal:

Dra. Ilda Graciela Fernández García

Asesor:

Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez

Asesor:

Dr. José Alfredo Flores Cabrera

Asesor:

Dr. Horacio Hernández Hernández

Asesor:

Dr. Pascal Poindron

Dr. Jerónimo Landeros Flores
Director de Postgrado

M.C. Gerardo Arellano Rodríguez
Jefe del Departamento de Postgrado

Torreón, Coahuila, México, Enero 2009

DEDICATORIA

*A mis hijos Juanito y Tony
los amo.....*

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por las facilidades y hospitalidad otorgadas durante los estudios de postgrado.

A la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria (DGETA), por otorgarme la licencia por Beca-Comisión para la realización de mis estudios.

Al Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario N° 1 (CBTa N° 1), por las facilidades administrativas para la realización de mis estudios.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el apoyo económico otorgado para hacer posible este programa doctoral.

A la Dirección y al Departamento de Postgrado de la U.A.A.A.N.

A mi comité particular de Asesoría: Dra. Ilda Graciela Fernández García, Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez, Dr. José Alfredo Flores Cabrera, Dr. Horacio Hernández Hernández, Dr. Benoît Malpoux y Dr. Pascal Poindron por los conocimientos que me supieron transmitir.

A mis compañeros: Angeles De Santiago, Soledad López, Gonzalo Fitz, Juan Carlos López, Francisco García, Iván Vélez, Mauricio Valera, Santiago Ramírez, Ángel Mejía, Ulises Cruz, Jorge E. Cruz y Raymundo Rivas.

A todos los miembros del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA).

Al Dr. Pascal Poindron por su invaluable apoyo durante mi formación doctoral

Al Dr. Jesús Vielma Sifuentes por sus valiosas aportaciones en la redacción del presente documento.

A Esther Peña y a Dolores López por su apoyo durante mi estancia en el postgrado.

A mi familia: María de la Luz Orozco, Rosa Delia García, Alberto R. Luna, y Lucita Luna, por la paciencia y el apoyo que me brindaron para alcanzar mi objetivo.

Al productor Jaime Mora de la Fuente y familia, por facilitar las cabras para la realización de uno de los experimentos.

COMPENDIO

La respuesta sexual de las cabras nulíparas o sin experiencia sexual no disminuye si son expuestas a machos sexualmente activos

Por

JUAN RAMÓN LUNA OROZCO

DOCTOR EN CIENCIAS AGRARIAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Directora de tesis: Dra. Ilda Graciela Fernández García

Torreón, Coahuila, México, Enero de 2009

El efecto macho es un fenómeno de bioestimulación que induce y sincroniza la actividad sexual de las cabras y ovejas anéstricas. La exposición de las hembras a los machos produce un incremento en la secreción de la LH, la manifestación de la conducta estral y la ovulación. Sin embargo, algunos factores modifican la respuesta estral y ovulatoria de las hembras expuestas a los machos, como la paridad (nulíparas o multíparas) y la falta de experiencia sexual de las hembras, así como la intensidad del comportamiento sexual de los machos. Generalmente, un porcentaje menor de hembras nulíparas ovinas y caprinas manifiestan actividad estral y ovulatoria que las hembras multíparas cuando son sometidas al efecto macho. La baja sensibilidad de las hembras nulíparas al efecto macho, no

parece estar relacionada con una deficiente secreción hormonal, ya que la proporción de hembras que presenta un incremento en la secreción de LH en respuesta a los machos no difiere entre las nulíparas y múltiparas. Esta diferencia se debe, probablemente, a una menor interacción sexual de las hembras nulíparas con los machos. La experiencia sexual previa de las hembras también afecta la respuesta sexual al efecto macho, ya que las hembras sin experiencia sexual previa, desconocen el cortejo, el olor y las conductas sexuales manifestadas por el macho. Esta inexperiencia sexual provoca que las hembras desplieguen con menor intensidad las conductas de proceptividad y receptividad hacia los machos. La intensidad del comportamiento sexual de los machos es otro factor que afecta la respuesta sexual de las hembras al ser expuestas a los machos. En efecto, los machos que despliegan un intenso comportamiento sexual estimulan a un mayor número de hembras a ovular que aquellos que muestran un débil comportamiento sexual. En los estudios descritos anteriormente sobre las hembras (paridad y experiencia sexual), los machos no fueron tratados para estimular su comportamiento sexual durante el periodo de reposo, y es probable que hayan desplegado un débil comportamiento sexual que no fue suficiente para estimular la actividad estral y ovulatoria de las hembras. El comportamiento sexual de los machos puede ser entonces un factor determinante que permita eliminar los efectos inhibitorios de la paridad y la inexperiencia sexual de las hembras caprinas expuestas a los machos para estimular su actividad sexual.

Se realizaron dos estudios, el primero para determinar la respuesta estral y ovulatoria de las cabras nulíparas sometidas al efecto macho usando

machos sexualmente activos. El segundo para determinar si la falta de experiencia sexual influye en la respuesta estral de las hembras caprinas sometidas al efecto macho utilizando machos sexualmente activos.

Estudio 1. Cuatro machos cabríos adultos se sometieron a un tratamiento con días largos artificiales para estimular su comportamiento sexual. Se utilizó un grupo de hembras nulíparas (16 meses de edad; $n = 19$) y otro de hembras múltiparas ($n = 21$). Todas las hembras fueron expuestas a los machos por 15 días. El comportamiento estral se registró dos veces al día durante todo el experimento a partir de la introducción de los machos. Las ovulaciones se determinaron mediante ecografía transrectal los días 7 y 18 post-introducción de los machos. El comportamiento sexual de los machos se registró dos veces al día de 0800 a 0900 y de 1730 a 1830 durante los primeros cuatro días después de la introducción de éstos al corral de las hembras. La proporción acumulativa de hembras múltiparas que ovularon (100%) y que manifestaron conducta estral (100%) no difirió ($P > 0.05$) de las hembras nulíparas (100 % y 95%, respectivamente). Asimismo, el intervalo entre la introducción de los machos y el inicio de la actividad estral no fue diferente ($P > 0.05$) entre las hembras múltiparas (1.9 ± 0.1 días) y nulíparas (1.7 ± 0.2 días). El número de olfateos anogenitales realizado por los machos en contacto con las hembras nulíparas fue superior ($P < 0.001$) al realizado por los machos en contacto con las hembras múltiparas. En contraste, el número de intentos de monta realizado por los machos en contacto con las hembras múltiparas fue mayor ($P < 0.01$) que el realizado por los machos en contacto con las hembras nulíparas. No se encontró

diferencia ($P > 0.05$) en el número de flehmen, aproximaciones, auto marcajes con orina y en las montas realizadas por los machos en contacto con las hembras multíparas y nulíparas. Estos resultados indican que la respuesta estral y ovulatoria en las hembras nulíparas sometidas al efecto macho es similar a la expresada por las hembras multíparas si son estimuladas por machos sexualmente activos.

Estudio 2. Cuatro machos adultos recibieron un tratamiento con días largos artificiales para estimular su comportamiento sexual. Se utilizaron dos grupos, un grupo de hembras sin experiencia sexual ($n = 20$) y otro con experiencia sexual ($n = 20$). Todas las hembras se expusieron a los machos por 15 días. El comportamiento estral se registró dos veces al día durante todo el experimento a partir de la introducción de los machos. El comportamiento sexual de los machos se registró durante los primeros 90 min después de la introducción de éstos al corral de las hembras. La proporción total de hembras en estro durante el estudio no difirió entre las cabras sin experiencia y con experiencia sexual (100% vs 95%, respectivamente, $P > 0.05$). El intervalo entre la introducción de los machos y el inicio de la actividad estral fue similar ($P > 0.05$) en las cabras sin experiencia sexual (1.8 ± 0.1 días) y con experiencia sexual (1.8 ± 0.2 días). Los machos en contacto con las cabras sin experiencia sexual realizaron menos olfateos anogenitales que los machos en contacto con las cabras con experiencia sexual ($P < 0.05$). El número de flehmen y aproximaciones realizados por los machos en contacto con las cabras sin experiencia sexual no difirió ($P > 0.05$) de los realizados por los machos en contacto con las

cabras con experiencia sexual. Estos resultados indican que la falta de experiencia sexual no influye en la respuesta estral de las hembras caprinas sometidas al efecto macho utilizando machos sexualmente activos.

Palabras clave: *Cabras, Efecto macho, Nulíparas, Multíparas, Experiencia sexual, Estro, Ovulación, Comportamiento sexual*

SUMMARY

**The sexual response of nulliparous or naive female goats do not
diminish if they are exposed to sexually active males**

By

JUAN RAMÓN LUNA OROZCO

DOCTOR EN CIENCIAS AGRARIAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Advisor: Dra. Ilda Graciela Fernández García

Torreon, Coahuila, Mexico, January 2009

The male effect is a phenomenon of biostimulation which induces and synchronizes sexual activity in anestrous female goats and ewes. The exposure of females to males results in an increase in the secretion of LH, the display of estrous behavior and ovulation. However, some factors modify the estrous and ovulatory response of females exposed to the males, such as the parity of the females (nulliparous or multiparous), the lack of sexual experience of the females, and the intensity of the sexual behavior of the males. Generally, nulliparous ovine and goat females have lower estrous and ovulatory responses than multiparous females when they are submitted to the male effect. The lower sensitivity of nulliparous females to the male

effect does not appear to be related to a poor hormonal secretion, since the proportion of females with an increased LH release in response to males is not different between nulliparous and multiparous females. It can be due to the lesser sexual interactions between the nulliparous females and the males. Previous sexual experience of females also influences the sexual response of females to the male effect, since females without previous sexual experience do not know the courtship, the odor and sexual behavior displayed by the male. This sexual inexperience of the females causes a lesser intensity in the proceptivity and receptivity towards the males. The intensity of the sexual behavior of the males is another factor that affects the response of the females to the male effect. Indeed, males showing intense sexual behavior stimulate most of the females to ovulate, in contrast to males with a low sexual activity, which induce a poor response. In these previous studies (parity and sexual experience), the males were not treated to stimulate their sexual behavior during the period of rest, thus it is possible that they had displayed a weak sexual behavior which was not sufficient to induce the estrous and ovulatory activity in the females. The sexual behavior of the males can be the determining factor that eliminates the inhibiting effects of the parity and the sexual inexperience of the female goats.

Two studies were carried out. The first study aimed at determining the estrous and ovulatory response of nulliparous female goats submitted to the male effect when using sexually active males. The aim of the second study was to determine whether the lack of sexual experience influence the estrous response of the female goats submitted to a male effect using sexually active males.

Study 1. Four adult male goats were submitted to a treatment of artificial long days to stimulate their sexual behavior. The response of females goats to these males was compared in nulliparous (16 months-old; n = 19) and multiparous female goats (n = 21). All the females of the two groups were exposed to bucks for 15 days. Estrous behavior was registered twice daily during all the experiment, starting the day of the introduction of males. Ovulations were assessed by transrectal ultrasonography twice, at days 7 and 18 after the introduction of the males. The sexual behavior of males was recorded twice daily from 0800 to 0900 and from 1730 to 1830 during the first 4 days after introduction in the pen of females. The cumulative proportion of multiparous females that ovulated (100%) and showed estrous behavior (100%) did not differ ($P > 0.05$) from that of nulliparous does (100% and 95%, respectively). Likewise, the interval between the introduction of the males and the onset of estrous behavior did not differ ($P > 0.05$) between the multiparous (1.9 ± 0.1 days) and the nulliparous does (1.7 ± 0.2 days). The number of anogenital sniffings realized by the males in contact with nulliparous does was higher ($P < 0.001$) than that realized by the males in contact with multiparous female goats. In contrast, the number of mount attempts realized by the males in contact with multiparous does was higher ($P < 0.01$) than the realized by the males in contact with nulliparous female goats. There were not difference between multiparous and nulliparous females ($P > 0.05$) in the numbers of flehmen, approaches, self-marking with urine and mounts realized by males. These results indicate that the estrous and ovulatory responses in nulliparous does submitted to male effect are

similar to those expressed by the multiparous females if they are stimulated by sexually active males.

Study 2. Four adult male goats received a treatment of artificial long days to stimulate their sexual behavior. These males were used to stimulate two groups of females, either sexually naive ($n = 20$) or sexually experienced ($n = 20$). All the females of both were exposed to the males during 15 days. The estrous behavior was registered twice daily during the experiment, starting the day of introduction of males. The sexual behavior of the males was recorded during the first 90 min of contact between males and females. The total proportion of goats in estrus during the study did not differ between naive and sexually experienced does (100% vs 95%, respectively, $P > 0.05$). The interval between the introduction of the males and the onset of estrous behavior was similar ($P > 0.05$) in the naive (1.8 ± 0.1 days) and the sexually experienced goats (1.8 ± 0.2 days). The males in contact with naive goats realized less anogenital sniffings than the males in contact with sexually experienced female goats ($P < 0.05$). The number of flehmen and of approaches realized by the males in contact with naive goats did not differ ($P > 0.05$) from that realized by the males in contact with sexually experienced goats. These results indicate that the lack of sexual experience do not influence the estrous response of the female goats submitted to male effect using sexually active males.

Keywords: Goats, Male effect, Nulliparous, Multiparous, Sexual experience, Estrus, Ovulation, Sexual behavior

ÍNDICE

	Página
COMPENDIO	v
SUMMARY	x
ÍNDICE	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Estacionalidad reproductiva en ovinos y caprinos.....	4
2.1.1. Actividad reproductiva anual de los caprinos y ovinos originarios de zonas templadas.....	4
2.1.2. Actividad reproductiva anual de los caprinos y ovinos originarios de zonas subtropicales.....	5
2.2. Relaciones socio-sexuales que modifican la actividad sexual anual de los pequeños rumiantes.....	9
2.2.1. Relación madre–cría y actividad sexual postparto.....	9
2.2.2. Relación hembra–hembra y actividad sexual.....	10
2.2.3. Influencia de la relación macho–hembra sobre la actividad sexual...	10
2.3. Respuesta endocrina, ovárica y conductual de las hembras sometidas al efecto macho.....	12
2.4. Sentidos de la hembra involucrados en la recepción de las señales emitidas por el macho.....	15
2.4.1. Papel de las señales olfativas.....	15
2.4.2. Papel de las señales táctiles y grado de contacto entre ambos sexos.....	16

2.4.3. Papel de las señales auditivas.....	17
2.4.4. Papel de las señales visuales.....	18
2.5. Factores que modifican el comportamiento sexual de las cabras al efecto macho.....	19
2.5.1. Separación previa de hembras y machos.....	19
2.5.2. Duración del contacto entre hembras y machos.....	19
2.5.3. Intensidad del comportamiento sexual de los machos.....	20
2.6. Respuesta de las hembras nulíparas y multíparas al efecto macho....	22
2.7. Experiencia sexual en las hembras ovinas y caprinas.....	23
3. OBJETIVOS.....	25
4. HIPÓTESIS.....	26
5. ARTÍCULOS.....	27
1. Parity of female goats does not influence their estrous and ovulatory responses to the male effect.....	28
2. La inexperiencia sexual no reduce la respuesta estral de las cabras anovulatorias expuestas a machos sexualmente activos.....	37
6. LITERATURA CITADA.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Variaciones estacionales de la actividad estral y ovulatoria de las cabras locales del norte de México (26° N) mantenidas en estabulación, alimentadas adecuadamente y sometidas a las variaciones naturales del fotoperíodo.....	6
Figura 2 Variaciones estacionales (promedio ± SEM) del peso testicular (a) y las concentraciones plasmáticas de testosterona (b) de los machos cabríos locales del norte de México (26° N) mantenidos en estabulación, alimentados adecuadamente y sometidos a las variaciones naturales del fotoperíodo.....	8
Figura 3 Perfiles de la secreción de LH en cabras anéstricas anovulatorias expuestas al macho. La LH se determinó 4 h antes de la introducción de los machos 8 h, 24 h después de la introducción de los machos.....	14

1. INTRODUCCIÓN

Los caprinos son la especie de ganado que en años recientes ha tenido un crecimiento significativo a nivel mundial debido a su importancia económica, tanto en los países desarrollados como en los que están en vías de desarrollo. Esta situación se atribuye principalmente a que la población humana consume cada vez más productos obtenidos de esa especie (Boyazoglu *et al.*, 2005). Sin embargo, su potencial productivo está limitado por algunos factores, entre los que destaca la estacionalidad reproductiva, característica presente en todas las razas originarias de zonas templadas (Chemineau *et al.*, 1992) y en algunas razas originarias o adaptadas a las zonas subtropicales (Delgadillo *et al.*, 1999).

Existen algunos métodos para contrarrestar los efectos de la estacionalidad reproductiva, entre los que se encuentran los tratamientos hormonales (Menchaca y Rubianes, 2004) y fotoperiódicos (Chemineau *et al.*, 1988). En ovinos y caprinos es posible modificar la estacionalidad reproductiva mediante la técnica de bioestimulación sexual conocida como efecto macho, la cual consiste en introducir un macho a un grupo de hembras en anestro estacional para inducir y sincronizar su actividad reproductiva (Chemineau, 1987; Flores *et al.*, 2000). A pesar de la facilidad con que se puede aplicar esta técnica, existen factores que limitan su éxito total, entre otros, se menciona el número de partos y la inexperiencia sexual de las hembras (Gelez *et al.*, 2004a; Menchaca *et al.*, 2004). En efecto, existen reportes que demuestran que las hembras ovinas y caprinas nulíparas manifiestan una menor respuesta estral cuando son expuestas a

los machos. Por ejemplo, el porcentaje de ovejas Merino que presentan estro es mayor en las hembras multíparas (>60%) que en las nulíparas (<40%; Murtagh *et al.*, 1984). De igual manera, la proporción de cabras que ovulan después de ser expuestas a los machos es superior en las hembras multíparas (95%) que en las nulíparas (24%; Walkden-Brown *et al.*, 1993).

También se demostró que la inexperiencia sexual de las hembras es otro factor que influye no solamente en la secreción de LH en respuesta al estímulo del macho, especialmente cuando las ovejas son expuestas al olor del macho (Gelez *et al.*, 2004a), sino también influye en la intensidad de sus conductas sexuales. En efecto, las hembras ovinas sin experiencia sexual no muestran conductas proceptivas (0%) en su primera interacción con los machos, a diferencia de las hembras que tienen experiencia sexual (80%; Gelez *et al.*, 2004b).

Otro factor determinante en la respuesta de las hembras al efecto macho es el comportamiento sexual de los machos. Efectivamente, se ha comprobado que los machos ovinos y caprinos que manifiestan un intenso comportamiento sexual durante el efecto macho estimulan la actividad sexual en la mayoría de las hembras en comparación a aquellos machos que manifiestan un menor comportamiento sexual (Perkins y Fitzgerald, 1994; Flores *et al.*, 2000). Por ejemplo, los machos cabríos de regiones subtropicales inducidos a un intenso comportamiento sexual mediante un tratamiento fotoperiódico manifiestan una intensa actividad durante la época de reposo y son más eficientes para estimular la actividad sexual de las hembras, a diferencia de aquellos machos no tratados que se encuentran en reposo sexual (Flores *et al.*, 2000).

En los estudios descritos anteriormente sobre las hembras (paridad y experiencia sexual), los machos no se trataron para estimular su comportamiento sexual durante el periodo de reposo, por lo que probablemente desplegaron un débil comportamiento sexual. Esto provocó, probablemente, la baja respuesta sexual de las hembras nulíparas o sin experiencia sexual expuestas a los machos. Los objetivos de la presente tesis fueron determinar la respuesta sexual de las hembras nulíparas y sin experiencia sexual al ser expuestas a machos inducidos a un intenso comportamiento sexual al ser sometidos a un tratamiento de días largos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.- Estacionalidad reproductiva en ovinos y caprinos

Dado que los caprinos y ovinos se encuentran en diversas zonas ecológicas, ellos han desarrollado diferentes estrategias reproductivas para lograr su perpetuidad. La estacionalidad reproductiva representa un mecanismo de adaptación para que el nacimiento de las crías ocurra en un período en el que la disponibilidad de alimento es mayor, favoreciendo la sobrevivencia y el crecimiento de la progenie (Bronson, 1985).

2.1.1. Actividad reproductiva anual de los caprinos y ovinos originarios de zonas templadas

La mayoría de las razas de ovinos y caprinos originarias de latitudes templadas (>40° de latitud norte o sur) muestran una marcada estacionalidad reproductiva, la cual es controlada principalmente por las variaciones del fotoperíodo (Lincoln y Short, 1980; Delgadillo *et al.*, 1991; Rosa y Bryant, 2003). Por ejemplo, las borregas Ile-de-France y las cabras Alpinas manifiestan durante el año un período de actividad reproductiva el cual inicia durante los días decrecientes del verano y del otoño, y finaliza en ambas razas durante los días crecientes del invierno (Chemineau *et al.*, 1992, 2004). De igual manera, en los carneros Ile-de-France y los machos cabríos de la raza Alpina, la actividad espermatogénica reflejada en el peso o el volumen testicular, es máxima durante la estación sexual (septiembre a

febrero) y mínima en la época de reposo sexual (marzo a agosto). En los machos cabríos Alpinos y Saanen, por ejemplo, el número total de espermatozoides por eyaculado es de 2.8×10^9 en marzo (periodo de reposo sexual) y aumenta a 4.6×10^9 en octubre (periodo de actividad sexual). El porcentaje de espermatozoides vivos y la motilidad progresiva de éstos son también modificados por la estación. Los valores de estas 2 variables son más elevadas durante la estación natural de actividad sexual, que durante la estación de reposo (Delgadillo *et al.*, 1991, 1992).

2.1.2. Actividad reproductiva anual de los caprinos y ovinos originarios de zonas subtropicales

En las zonas subtropicales (25° - 40° de latitud norte o sur), existen diferencias entre razas en la duración y momento del año en que se desarrolla la estación sexual. Algunas razas presentan una estacionalidad marcada de su actividad sexual anual, mientras que otras razas sólo manifiestan una moderada estacionalidad reproductiva durante el año (Restall, 1992; Walkden-Brown *et al.*, 1994; Delgadillo *et al.*, 1999). Por ejemplo, en las cabras locales de latitudes subtropicales de México (Figura 1) y Australia, la estación reproductiva se presenta durante el otoño y el invierno, mientras que el periodo de anestro se presenta durante la primavera y el verano (Restall, 1992; Duarte *et al.*, 2008). En cambio, las cabras locales de Chile muestran sólo 3 meses de anestro al final de la primavera e inicio del verano (Santa María, 1990).

Cabras cíclicas (%)

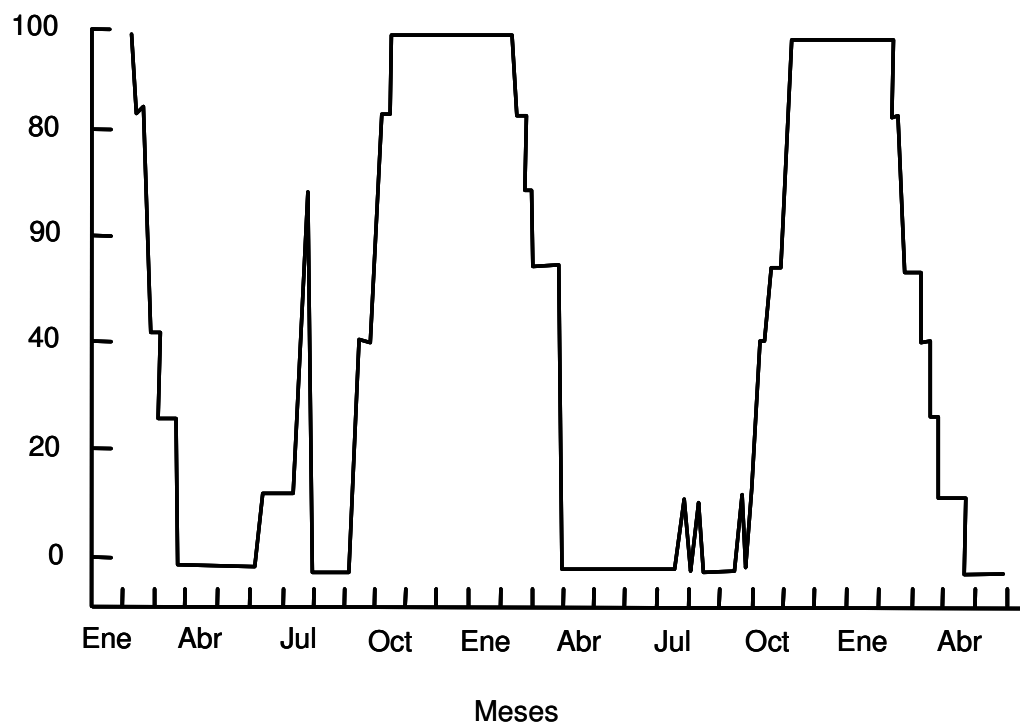


Figura 1. Variaciones estacionales de la actividad ovulatoria de las cabras locales del norte de México (26° N) mantenidas en estabulación, alimentadas adecuadamente y sometidas a las variaciones naturales del fotoperíodo (Duarte *et al.*, 2008).

Al igual que las hembras, los machos de estas latitudes también manifiestan una estacionalidad en su actividad reproductiva. Por ejemplo, los machos cabríos de la raza Angora en Australia presentan un incremento en la secreción de LH, testosterona y talla testicular durante el otoño y bajos niveles de estas variables durante la primavera y el verano (Ritar, 1991). En cambio, en los machos locales del subtrópico mexicano, la estación sexual inicia al final de la primavera y termina al inicio del invierno (Delgadillo *et al.*, 1999). Durante la estación sexual (mayo-diciembre) se observa un peso testicular elevado y un incremento en la concentración plasmática de testosterona (Figura 2). Ello provoca que los machos presenten un intenso comportamiento sexual, contrario a lo que ocurre durante la época de reposo sexual (enero a abril). La producción espermática también es modificada por la estación, ya que durante los meses de febrero y marzo es de 1.4×10^9 , y se incrementa a 2.8×10^9 en los meses de mayo a septiembre. La latencia a la eyaculación también varía durante el año; durante el periodo de actividad sexual es de 96 segundos y se incrementa a 186 segundos durante el periodo de reposo sexual (Delgadillo *et al.*, 1999).

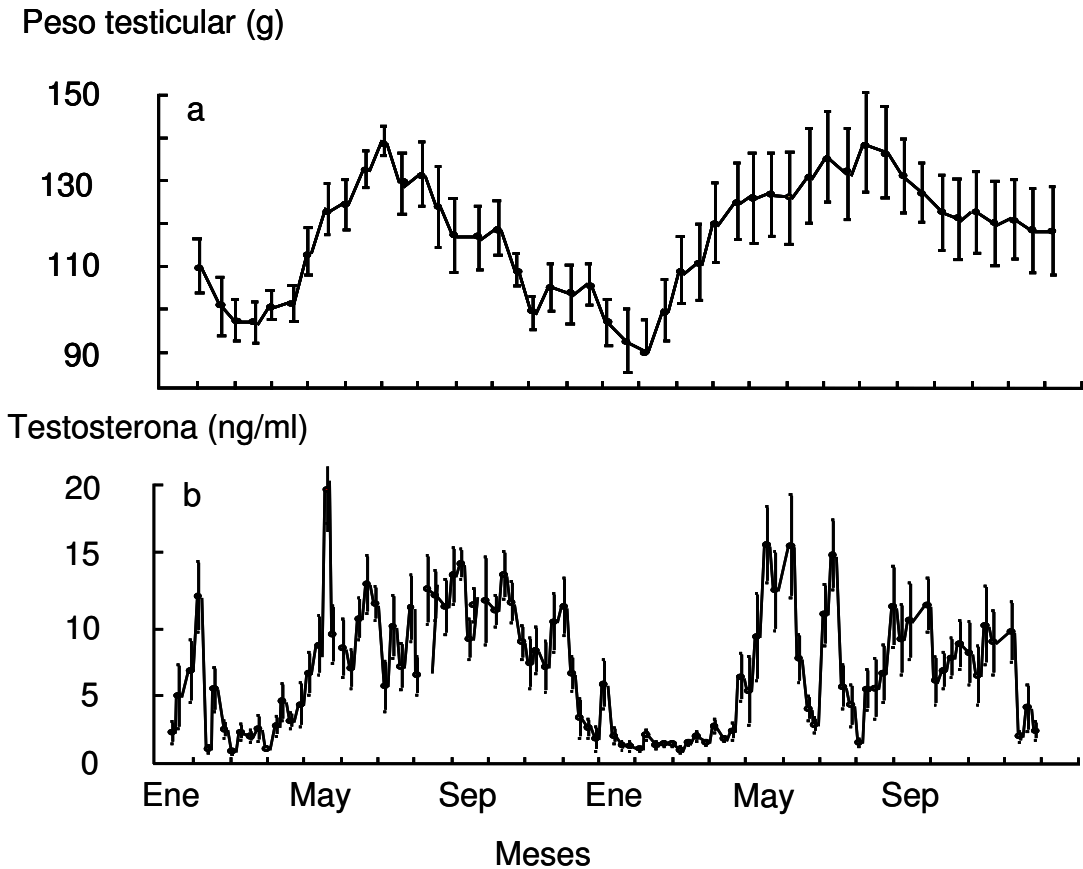


Figura 2. Variaciones estacionales (promedio \pm SEM) del peso testicular (a) y las concentraciones plasmáticas de testosterona (b) de los machos cabríos locales del norte de México (26° N) mantenidos en estabulación, alimentados adecuadamente y sometidos a las variaciones naturales del fotoperíodo (Delgadillo *et al.*, 1999).

2.2. Relaciones socio-sexuales que modifican la actividad sexual anual de los pequeños rumiantes

Se ha demostrado que las relaciones socio-sexuales modifican el ciclo anual reproductivo en los ovinos y caprinos (Chemineau, 1987; Zarco *et al.*, 1995; Álvarez *et al.*, 1999; Rekwot *et al.*, 2001). En efecto, las interacciones sociales entre compañeros de la misma especie, ejercen respuestas estimuladoras o inhibitorias en los centros neuroendocrinos que regulan la actividad sexual (Bronson, 1985). Así, el conocimiento del comportamiento reproductivo del animal y de su entorno permite manipular y eficientizar los procesos reproductivos (Fabre-Nys, 2000; Rosa y Bryant, 2002; Gelez y Fabre-Nys, 2006).

2.2.1. Relación madre-cría y actividad sexual postparto

El amamantamiento es un estímulo exteroceptivo que juega un papel importante en el desarrollo del ciclo reproductivo de las hembras (Short *et al.*, 1990). En efecto, el estímulo provocado por el amamantamiento de la cría prolonga la duración del anestro posparto. Por ejemplo, en las cabras locales de la Comarca Lagunera que paren durante la estación reproductiva, las hembras que amamantan a sus crías durante 90 días presentan un anestro posparto más prolongado (83 días) que aquellas que sólo las amamantan por 2 días (41 días; Delgadillo *et al.*, 1998). De igual manera Fletcher (1971) demostró que existe una correlación positiva entre la frecuencia de amamantamiento y la duración del anestro posparto. Las

hembras que amamantan con más frecuencia a sus crías tienen un anestro posparto más prolongado que aquellas que las amamantan con menos frecuencia.

2.2.2. Relación hembra-hembra y actividad sexual

En ovinos y caprinos, las hembras en estro pueden estimular o inducir el estro y la ovulación en hembras que se encuentran en anestro. A este fenómeno se le denomina efecto hembra (Sanford *et al.*, 1977; Nugent y Notter, 1990; Zarco *et al.*, 1995). En cabras, la introducción de hembras en estro en un grupo de hembras en anestro, estimulan la actividad estral (70%) y ovulatoria (80%) de estas últimas (Álvarez *et al.*, 1999). Las cabras ovariectomizadas inducidas al estro tratadas con estradiol, son también capaces de inducir la ovulación en sus compañeras anéstricas (76%), a diferencia de las cabras que no estaban en estro (10%; Restall *et al.*, 1995). Lo anteriormente descrito demuestra que las hembras en estro pueden estimular la actividad sexual de las hembras en anestro.

2.2.3. Influencia de la relación macho-hembra sobre la actividad sexual

La introducción súbita de un macho a un grupo de hembras anovulatorias puede inducir y sincronizar la actividad sexual unos días después de ponerlos en contacto (Martin *et al.*, 1986; Chemineau, 1987; Walkden-Brown *et al.*, 1993). A este fenómeno se le conoce como efecto macho, el cual ha sido ampliamente estudiado en ovinos (Signoret, 1980;

Martin *et al.*, 1986; Ungerfeld *et al.*, 2004) y caprinos (Shelton, 1960; Chemineau, 1983; Flores *et al.*, 2000). Actualmente se tienen evidencias de que este fenómeno fue documentado por vez primera en ovejas por Girard (1813). Posteriormente fue reportado un trabajo realizado en borregas de la raza Merino en Australia por Underwood *et al.* (1944), quienes observaron que cuando los carneros estaban presentes en el rebaño durante todo el año, había un periodo durante la primavera y el inicio del verano en el cual las ovejas no presentaban ciclos estrales regulares. Posteriormente, observaron que la actividad reproductiva podía ser fácilmente inducida en ese tiempo del año si los machos eran separados de las hembras por unas pocas semanas y posteriormente eran reintroducidos en los hatos.

2.3. Respuesta endocrina, ovárica y conductual de las hembras sometidas al efecto macho

La primera respuesta de las hembras al contacto con el macho es un incremento inmediato en la frecuencia y amplitud de los pulsos de la LH (Chemineau, 1986). En efecto, en las cabras de la Comarca Lagunera la frecuencia de los pulsos de LH se incrementa de 1.0 ± 0.2 antes de la introducción de los machos a 2.9 ± 0.3 después de la introducción de éstos en el grupo de hembras (Vielma, 2006; Figura 3). El aumento en la secreción de LH estimula el crecimiento folicular, provocando que los folículos incrementen la secreción de estradiol, el cual por retroacción positiva permite que se presente el pico preovulatorio LH, y en consecuencia la ovulación (Chemineau, 1986; Signoret, 1990). En las cabras, se conoce que en los primeros 3-5 días después de ponerlas en contacto con el macho un alto porcentaje (>90%) ovula, y un porcentaje considerable (>60%) manifiestan un comportamiento estral. En la mayoría de los casos, esta primera ovulación es seguida de una fase luteal de corta duración, por lo que las hembras ovulan nuevamente alrededor 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 experimentan una fase lútea de corta duración, la siguiente ovulación inducida tampoco es acompañada de conducta estral. La tercera ovulación que ocurre alrededor de 18 a 20 días de exponer las hembras a los machos es acompañada de un estro. Sin embargo, cuando

las ovejas exhiben un cuerpo lúteo de duración normal, la segunda ovulación se acompaña de conducta estral (Chemineau *et al.*, 2006).

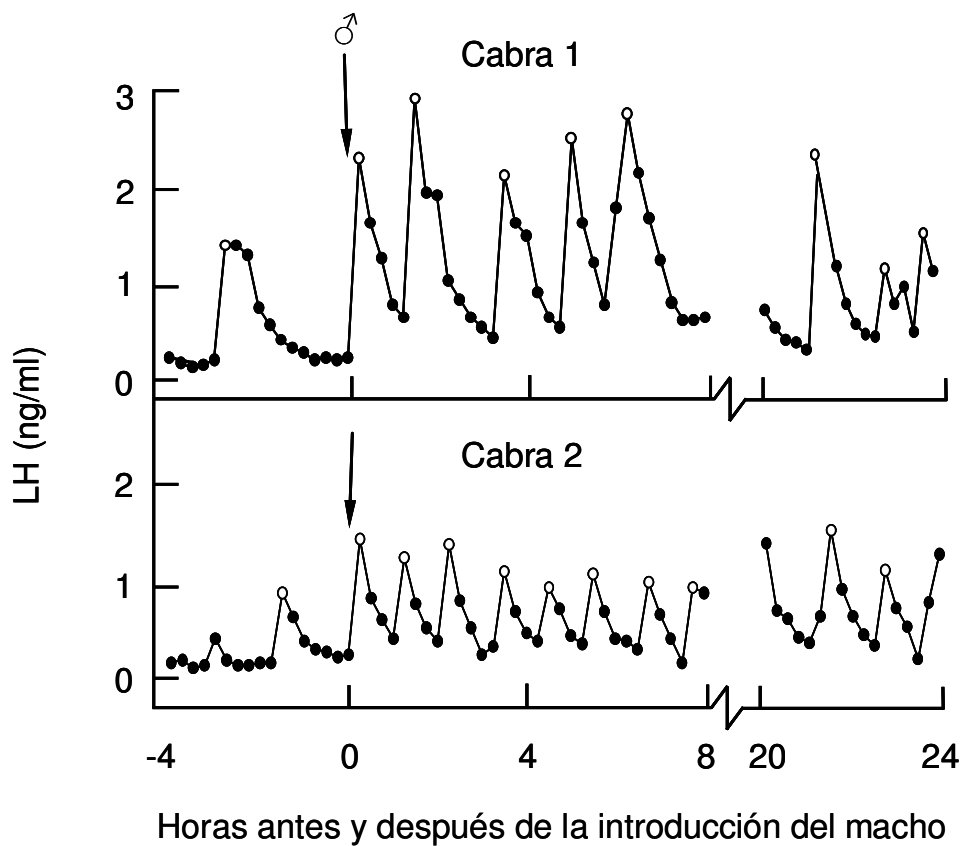


Figura 3. Perfiles de la secreción de LH en cabras anéstricas anovulatorias expuestas al macho. La LH se determinó 4 h antes de la introducción de los machos, 8 h, 24 h después de la introducción de los machos. La flecha indica el momento de la introducción del macho (Adaptado de Vielma, 2006).

2.4. Sentidos de la hembra involucrados en la recepción de las señales emitidas por el macho

La respuesta de las ovejas y las cabras a la introducción del macho, es provocada por los estímulos percibidos mediante el olfato, la vista, el tacto y el oído. Por ello, la mayor respuesta sexual de las hembras al estímulo del macho se observa cuando están activas todas sus señales sensoriales (Maina y Katz, 1999).

2.4.1. Papel de las señales olfativas

Durante las interacciones sexuales, el sistema olfativo de las hembras tiene un papel importante en la percepción de las señales emitidas por el macho (cabras: Chemineau *et al.*, 1986; ovejas: Signoret, 1990). En ovejas y cabras, las señales olfativas generadas por el macho (feromonas), causan una respuesta conductual y endocrina modificando algunos aspectos de la función reproductiva y de la atracción sexual entre ambos sexos (Ichimaru *et al.*, 1999; Wakabayashi *et al.*, 2000; Singh, 2001). Por ejemplo, se llevó a cabo un experimento en dos grupos de ovejas: a las hembras de un grupo se les removió ambos sistemas olfatorios (el principal y el accesorio), mientras que las hembras del otro grupo permanecieron intactas. En las ovejas sin el sentido del olfato no se observaron cambios en la secreción de LH al ser expuestas al vellón del carnero, a diferencia del grupo intacto donde 4 de 7 hembras incrementaron la pulsatilidad de LH (Cohen-Tannoudji *et al.*, 1986). En las cabras se han encontrado resultados similares que en

las ovejas, ya que cuando las hembras fueron alojadas en corrales previamente utilizados por machos, un 23% de ellas ovuló. En cambio, sólo el 12% de ellas ovularon cuando fueron alojadas en corrales donde no habían estado machos anteriormente (Shelton, 1980). Asimismo, en cabras anéstricas expuestas al pelo del macho cabrío, se observó un aumento en la frecuencia de los pulsos de la LH (Claus *et al.*, 1990). Por otro lado, Vielma (2006) sedó farmacológicamente machos cabríos con la finalidad de suprimir las conductas sexuales, pero no el olor sexual de éstos. Este contacto de las cabras con los machos sedados provocó un incremento en la pulsatilidad de la LH en las primeras 4 h post-contacto machos-hembras, indicando que el olor de los machos fue probablemente el responsable de esta respuesta endocrina.

2.4.2. Papel de las señales táctiles y grado de contacto entre ambos sexos

El grado de contacto del macho con las hembras tiene un papel importante para inducir la respuesta sexual de las hembras al ser expuestas a los machos (Chemineau, 1987; Pearce y Oldham, 1988). En efecto, en ovejas que estuvieron en contacto directo con carneros, la respuesta ovulatoria fue de un 95%, mientras que las hembras que fueron restringidas al contacto con los carneros mediante una barrera transparente, la proporción de las hembras que ovularon fue de un 70%. En cambio, en las hembras que no tuvieron contacto alguno con machos, sólo un 7% de ellas ovuló (Pearce y Oldham, 1988). Por otro lado, Shelton (1980) encontró que

el 69% de las cabras manifestó actividad ovulatoria cuando tuvieron contacto directo con machos cabríos, mientras que sólo el 41% de las hembras que estuvieron separadas de los machos por una malla de alambre ovularon. Los estudios antes mencionados indican que el contacto físico entre ambos sexos es necesario para inducir una respuesta ovulatoria en la mayoría de las hembras.

2.4.3. Papel de las señales auditivas

En algunas especies de mamíferos, las vocalizaciones emitidas por los machos provocan la inmovilización y la estimulación de las hembras para facilitar la monta (Signoret, 1974). En las hembras del venado rojo (*Cervus elaphus*), las vocalizaciones de los machos previamente grabadas y reproducidas mediante bocinas, adelantan el inicio de la actividad sexual anual a diferencia de aquellas que no se les proporcionó dicho estímulo (McComb, 1987). Vielma *et al.* (2005) realizaron un estudio en tres grupos de cabras anéstricas: uno sin la presencia de machos (aislado), otro grupo en contacto con 2 machos sexualmente activos y el último grupo donde se utilizaron bocinas y se transmitieron las vocalizaciones emitidas por los machos durante el cortejo sexual desde el grupo de hembras con machos. Todas las hembras que se expusieron a los machos manifestaron estro y ovularon (100%). En cambio, el 83% y el 33 % de las cabras expuestas a las vocalizaciones manifestaron estro y ovularon, respectivamente. Ninguna de las cabras aisladas manifestó estro ni ovuló. Lo anteriormente expuesto demuestra que las vocalizaciones de los machos pueden inducir la actividad

estral y ovulatoria de las hembras, y que forman parte de los estímulos emitidos por los machos que intervienen en la inducción de la actividad sexual de las hembras.

2.4.4. Papel de las señales visuales

Las señales visuales son importantes en la reproducción ya que intervienen para la selección de una pareja sexual (Fletcher y Lindsay, 1968). Por ejemplo, en un estudio realizado por Kendrick *et al.* (1995) en ovejas que tuvieron la oportunidad de seleccionar entre dos fotografías de tamaño natural (macho y hembra), las hembras en estro se dirigieron a la fotografía del macho y las hembras en anestro prefirieron la fotografía de la hembra. Además, la vista influye en la respuesta ovulatoria de las hembras expuestas a los machos. Shelton (1980) reportó que un mayor porcentaje de cabras ovulan (>40%) al ser expuestas a las señales olfativas, auditivas y visuales emitidas por los machos, a diferencia de las hembras donde sólo intervine el olor y las vocalizaciones de éstos (20%). Se ha demostrado en ovejas donde una malla opaca no permitió la visibilidad completa entre la hembra y el macho, que sólo un 11% de las hembras ovuló; en cambio un 22% de ellas ovularon cuando el contacto visual fue a través de una malla transparente (Pearce y Oldham, 1988). De manera conjunta, los argumentos anteriores sugieren que el sentido de la vista juega un papel importante en el reconocimiento de la pareja sexual y en la inducción a la actividad sexual.

2.5. Factores que modifican el comportamiento sexual de las cabras al efecto macho

2.5.1. Separación previa de hembras y machos

Anteriormente se consideraba que la separación previa de los dos sexos era un factor esencial en el éxito de la respuesta estral y ovulatoria de las hembras expuestas a los machos (Underwood *et al.*, 1944; Martin *et al.*, 1986; Chemineau, 1987). Sin embargo, en un estudio realizado en ovejas, Cushwa *et al.* (1992) encontraron que las hembras que están en contacto con carneros, la introducción de un nuevo macho indujo la ovulación en el 85% de ellas, similar a las hembras previamente separadas (86%). Así mismo, Véliz *et al.* (2006) demostraron que en las cabras de la Comarca Lagunera en contacto permanente con machos, la introducción de nuevos machos sexualmente activos indujeron la actividad estral en el 91% de las hembras, similar a las hembras que tuvieron un aislamiento previo (82%). Estos dos estudios sugieren que la separación previa de las hembras y machos no es un requisito indispensable para estimular la actividad sexual de las hembras expuestas a los machos.

2.5.2. Duración del contacto entre hembras y machos

La duración del contacto entre los dos sexos es otro factor que afecta la respuesta sexual de las hembras. Desde los primeros estudios sobre el efecto macho se consideraba que la presencia continua del macho era

necesaria para obtener una máxima respuesta estral y ovulatoria en las hembras expuestas a machos (Martin *et al.*, 1986). Por ejemplo, en las ovejas de las razas Ile-de-France y Merino, se observó que la presencia de los machos durante tres horas provoca en las hembras una secreción transitoria de LH, la cual no es capaz de desencadenar el mecanismo que induce a la ovulación. Si el contacto se prolonga por 24 horas, ovulan únicamente el 18% de las ovejas, mientras que si éste se prolonga durante 4 días, el porcentaje de ovejas que ovula se incrementa al 50% (Signoret *et al.*, 1982; Murtagh *et al.*, 1984; Cohen-Tannoudji y Signoret, 1987). En el subtrópico mexicano, Rivas-Muñoz *et al.* (2007) demostraron que la exposición de las hembras a machos sexualmente activos por sólo 16 h por día, permite que un 92.3% de ellas manifiesten un comportamiento estral, y no difirió (96.2%) de la respuesta registrada en el grupo de hembras en contacto 24 h por día durante 15 días. Recientemente, Delgadillo *et al.* (2008) demostraron que 4 h diarias de exposición a machos sexualmente activos es suficiente para inducir la actividad ovulatoria en más del 90% de las hembras. Estos resultados sugieren que la presencia continua del macho no es necesaria para obtener una respuesta elevada de las hembras expuestas a los machos.

2.5.3. Intensidad del comportamiento sexual de los machos

Otro factor que modifica la respuesta estral y ovulatoria de las hembras anéstricas expuestas a los machos, es el comportamiento sexual de éstos (Flores *et al.*, 2000; Rosa *et al.*, 2000; Rosa y Bryant, 2002). Por

ejemplo, Perkins y Fitzgerald (1994) demostraron que un 78% de las hembras en contacto con machos que manifestaron un intenso comportamiento sexual ovularon, mientras que solamente un 59% lo hizo cuando se expusieron a machos que manifestaron un bajo comportamiento sexual. De igual manera existe la evidencia que los carneros tratados previamente con melatonina son capaces de estimular la actividad ovulatoria de alrededor de un 50% de las hembras a diferencia de los machos no tratados que sólo estimulan un 24% de ellas (Rosa *et al.*, 2000). Está demostrado que la actividad sexual de los machos cabríos pueden estimularse durante el periodo de reposo al tratarlos con 2.5 meses de días largos artificiales a partir del 1 de noviembre (Delgadillo *et al.*, 2002). Estos machos tratados sexualmente activos son capaces de estimular la actividad ovulatoria en más del 85% de las cabras, mientras que sólo el 15% de las hembras ovula cuando están en contacto con machos en reposo sexual (Flores *et al.*, 2000). Lo anterior indica claramente que el comportamiento sexual del macho es importante para inducir la actividad sexual de las hembras anovulatorias.

2.6. Respuesta de las hembras nulíparas y múltiparas al efecto macho

Existen estudios en hembras ovinas y caprinas que indican que las hembras que han experimentado un parto o más (múltiparas), tienen mejor respuesta ovárica que las que no han parido (nulíparas). En efecto, el porcentaje de ovejas Merino que ovula al ser expuestas a los machos es más elevado en las hembras múltiparas que en las nulíparas (Murtagh *et al.*, 1984; Oldham *et al.*, 1985). En las cabras se han reportado resultados similares que en las ovejas. Por ejemplo, la proporción de hembras que muestran actividad estral y ovulatoria después de la exposición a machos es mayor en las múltiparas (>90%) que en las hembras nulíparas (<30%; Walkden-Brown *et al.*, 1993). Además, se ha demostrado que la proporción de hembras nulíparas que responden al olor del macho cabrío es menor al 6% en comparación con el 40% registrado en las hembras múltiparas (Walkden-Brown *et al.*, 1993). Estos resultados indican que la respuesta de las hembras al estímulo proporcionado por los machos difiere entre hembras nulíparas y múltiparas.

2.7. Experiencia sexual en las hembras ovinas y caprinas

La experiencia sexual previa facilita la identificación de las señales sensoriales y/o patrones conductuales de la pareja sexual potencial con la cual podría aparearse (Pfaus *et al.*, 2001; Gelez y Fabre-Nys, 2006). La mayoría de las conductas sexuales son expresadas con mayor frecuencia e intensidad en individuos sexualmente experimentados (Gelez *et al.*, 2004b). Existen estudios que demuestran que la experiencia y la edad de las hembras influyen en la expresión del comportamiento sexual (Gelez *et al.*, 2004a). Por ejemplo, la proceptividad (comportamiento mostrado por las hembras en respuesta al estímulo del macho) es influenciada por la experiencia previa y por la edad. Por ejemplo, las ovejas jóvenes sin experiencia sexual realizan mayor número de investigaciones al macho que las ovejas con experiencia. Así mismo, el número de aproximaciones al macho seguido por la huida de la hembra es mayor en las ovejas jóvenes que en las ovejas adultas. Por otro lado, la receptividad de las hembras (aceptación de la monta del macho) es influenciada principalmente por la edad. Por ejemplo, una mayor proporción de hembras adultas permanecen inmóviles a las aproximaciones del macho, mientras que las ovejas jóvenes evitan dicho acercamiento (Gelez *et al.*, 2004a).

El patrón de secreción de LH en las hembras también es influenciada por la experiencia sexual. Cuando las hembras con experiencia son expuestas al olor del macho, una mayor proporción de ellas (24/29) manifiestan un incremento en la LH a diferencia de las hembras que no tienen experiencia (8/20; Gelez *et al.*, 2004a). Por otro lado, Hawken *et al.*

(2008) demostraron que las ovejas vírgenes con experiencia previa a la presencia de machos muestran mayor proceptividad que las ovejas vírgenes sin experiencia previa. Contrariamente, existen otros estudios en los cuales la experiencia sexual previa, no tiene ningún efecto en la respuesta de las hembras al macho. Por ejemplo, las cabras cashmere de Australia cuando son expuestas durante 10 días a machos vasectomizados la proporción de hembras que ovulan es similar a las hembras que permanecen aisladas de los machos (14% en ambos grupos; Walkden-Brown *et al.*, 1993).

La paridad de las hembras y la inexperiencia sexual son factores que reducen la respuesta sexual de las hembras expuestas a los machos. Sin embargo, es probable que la respuesta sexual de las hembras nulíparas y sin experiencia sexual se pueda mejorar si dichas hembras son expuestas a machos inducidos a un intenso comportamiento sexual al tratarlos con 2.5 meses de días largos artificiales.

3. OBJETIVOS

1.- Determinar la respuesta estral y ovulatoria de las cabras nulíparas expuestas a machos sexualmente activos.

2.- Determinar la respuesta estral de las cabras sin experiencia sexual expuestas a machos sexualmente activos.

4. HIPÓTESIS

1.- La respuesta estral y ovulatoria de las cabras nulíparas sometidas al efecto macho es similar a la de las multíparas si se utilizan machos inducidos a una intensa actividad sexual

2.- La falta de experiencia sexual no reduce la respuesta estral de las cabras sometidas al efecto macho si se utilizan machos inducidos a una intensa actividad sexual

5. ARTÍCULOS

Artículo 1. Parity of female goats does not influence their estrous and ovulatory responses to the male effect

Publicado en: Animal Reproduction Science (2008) 106: 352-360.

Artículo 2. La inexperiencia sexual no reduce la respuesta estral de las cabras anovulatorias expuestas a machos sexualmente activos

Enviado a: Agraria Nueva Época.

**La inexperiencia sexual no reduce la respuesta estral de las cabras
anovulatorias expuestas a machos sexualmente activos**

**The sexual inexperience does not reduce the estrus response of
anovulatory female goats exposed to sexually active males**

Juan Ramón Luna-Orozco¹, Horacio Hernández, Ilda G. Fernández¹, José
Alberto Delgadillo^{1,*}

¹Centro de Investigación en Reproducción Caprina, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe, C.P. 27054, Torreón, Coahuila, México

**Autor para Correspondencia: J. A. Delgadillo*

Dirección: Centro de Investigación en Reproducción Caprina, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe, C.P. 27054, Torreón, Coahuila, México

E-mail: joaldesa@yahoo.com

Teléfono: (871) 729 7651; Fax (871) 729 7676

Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar si la inexperiencia sexual influye en la respuesta estral de las hembras caprinas expuestas a machos sexualmente activos. Cuatro machos adultos recibieron un tratamiento de 2.5 meses de días largos artificiales iniciando el 1 de noviembre para inducir su actividad sexual durante el periodo de reposo sexual. El 4 de abril a las 1100 un grupo de cabras sin experiencia sexual ($n = 20$) y otro grupo con experiencia sexual ($n = 20$) se expusieron a los machos (dos por grupo) durante 15 días. El comportamiento estral se registró dos veces al día de 0800 a 1000 y de 1800 a 2000 durante 15 días a partir de la introducción de los machos. El comportamiento sexual de los machos se registró durante los primeros 90 min después de la introducción al corral de las hembras. La proporción total de cabras que presentaron actividad estral durante los 15 días de exposición a los machos no difirió ($P > 0.05$) entre las cabras sin experiencia (100%) y con experiencia sexual (95%). El intervalo entre la introducción de los machos y el inicio de la conducta estral fue similar ($P > 0.05$) entre las cabras sin experiencia sexual (1.8 ± 0.1 días) y con experiencia sexual (1.8 ± 0.2 días). La proporción de cabras que mostraron ciclos estrales cortos no fue diferente ($P > 0.05$) entre las cabras sin experiencia sexual (35%) y con experiencia sexual (60%). La duración de los ciclos estrales cortos no fue diferente ($P > 0.05$) entre las cabras sin experiencia sexual (5.0 ± 0.1 días) y con experiencia sexual (5.1 ± 0.3 días). Los machos en contacto con las cabras sin experiencia sexual realizaron un menor número de olfateos anogenitales (27 veces) que los machos en contacto con las cabras con experiencia sexual (63 veces; $P < 0.05$). El

número de flehmen (7 veces) y las aproximaciones (32 veces) realizadas por los machos en contacto con las hembras sin experiencia sexual no fue diferente ($P > 0.05$) a los realizados por los machos en contacto con las hembras con experiencia sexual (6 y 30 veces; respectivamente). Estos resultados indican que la inexperiencia sexual no modifica la respuesta estral de las hembras caprinas expuestas a machos sexualmente activos.

Palabras clave: *Cabras, Efecto macho, Estro, Comportamiento sexual.*

Abstract

The objective of present study was to determine whether the sexual inexperience influence the estrous response of the female goats submitted to sexually active males. Four adults male goats received treatment of 2.5 months of artificial long days commencing on 1 November to induce the sexual activity during season rest. In 4 April at 1100, a group of naive does ($n = 20$) and a group of sexually experienced ($n = 20$) were exposed to males (two per group) for 15 days. The estrous behavior was registered twice every day from 0800 to 1000 and from 1800 to 2000 during 15 days starting at day of introduction of the males. The sexual behavior of males was recorded the first 90 min after introduction in the pen of females. The total proportion of females that displayed estrous activity during the 15 days of exposure to males did not differ ($P > 0.05$) between naive (100%) and sexually experienced does (95%). The interval between introduction of males and onset of estrous behavior was similar ($P > 0.05$) between naive does (1.8 ± 0.1 days) and sexually experienced does (1.8 ± 0.2 days). The

proportion of females displaying a short estrous cycle did not differ ($P > 0.05$) between naive does (35%) and sexually experienced does (60%). Duration of these shorter than typical estrous cycles did not differ ($P > 0.05$) between naive does (5.0 ± 0.1 days) and sexually experienced does (5.1 ± 0.3 days). The males in contact with naive goats realized less anogenital sniffings (27 times) than in males in contact with sexually experienced goats (63 times; $P < 0.05$). The number of flehmen (7 times) and the approaches (32 times) realized by the males in contact with naive goats did not differ ($P > 0.05$) to the realized by the males in contact with sexually experienced goats (6 and 30 times, respectively). These results indicate that sexual inexperience do not modifies the estrous response of the female goats submitted to sexually active males.

Keywords: Goats, Male effect, Estrus, Sexual behavior

Introducción

El “efecto macho” es un fenómeno de bioestimulación donde el macho puede estimular y sincronizar el estro y la ovulación de las hembras anéstricas (Walkden-Brown *et al.*, 1999; Chemineau *et al.*, 2006). En las hembras expuestas a los machos se incrementa la secreción de la LH (hormona luteinizante), la cual conduce a la presentación de la conducta estral y de la ovulación (Walkden-Brown *et al.*, 1999; Ungerfeld *et al.*, 2004). Sin embargo, algunos factores pueden modificar la respuesta de la hembra al efecto macho entre los cuales destacan el número de partos de las hembras (Rosa y Bryant, 2002). Por ejemplo, la proporción de ovejas Merino que exhiben actividad estral cuando son expuestas a los machos es mayor en las hembras multíparas (> 60 %) que en las hembras nulíparas (< 40 %; Murtagh *et al.*, 1984; Oldham *et al.*, 1985). Sin embargo, en cabras resultados recientes demuestran que no existe diferencia en la proporción de hembras que manifiestan estro, ni en la tasa ovulatoria entre las hembras nulíparas y multíparas cuando son estimuladas con machos sexualmente activos (Luna-Orozco *et al.*, 2008). Otro factor que influye en la respuesta de las hembras al efecto macho es la experiencia sexual de las mismas. De manera general, las hembras sin experiencia sexual son menos proceptivas y receptivas que las hembras con experiencia (Gelez *et al.*, 2004a; Hawken *et al.*, 2008). Por ejemplo, una baja proporción (62%) de ovejas sin experiencia sexual manifiesta conducta estral en respuesta al estímulo del macho, comparada con aquellas ovejas que ya han tenido experiencia sexual (100%; Gelez *et al.*, 2004b). La intensidad del comportamiento sexual de los machos determina también la respuesta sexual de las hembras

expuestas a los machos. Por ejemplo, los machos ovinos que muestran un comportamiento sexual intenso estimulan la ovulación en la mayoría de las hembras en comparación con aquellos machos que muestran un bajo nivel de actividad sexual (Perkins y Fitzgerald, 1994). En caprinos, los machos sometidos a un tratamiento fotoperiódico para estimular su actividad sexual durante el período de reposo, son más eficientes para estimular la actividad sexual de las cabras en anestro que aquellos machos que no son tratados (Delgadillo *et al.*, 2002). En las cabras, no existen reportes sobre la importancia de la experiencia sexual de las hembras sometidas al efecto macho. Por ello, el objetivo del presente estudio fue determinar la respuesta estral de las cabras sin experiencia sexual estimulados con machos inducidos a un intenso comportamiento sexual durante el periodo de reposo al tratados con 2.5 meses de días largos artificiales.

Materiales y Métodos

Lugar del experimento

El experimento se efectuó en la Comarca Lagunera del estado de Coahuila, México (Latitud: 26° 23' N, Longitud: 104° 47' O). El estudio se realizó en el mes de abril, durante la época de anestro y reposo sexual en hembras y machos, respectivamente (Delgadillo *et al.*, 1999; Duarte *et al.*, 2008).

Machos

Se utilizaron cuatro machos adultos locales que ya habían estado en contacto con hembras caprinas (experiencia sexual), los cuales permanecieron alojados en corrales abiertos de 5 m x 10 m equipados con

18 lámparas fluorescentes de 75 watts cada una. Estos machos recibieron un tratamiento fotoperiódico de días largos por dos meses y medio, a partir del 1 de noviembre. Este tratamiento estimula el crecimiento testicular y la secreción de testosterona, así como el comportamiento sexual de los machos (Delgadillo *et al.*, 2002). El comportamiento sexual de los machos se registró durante los primeros 90 min después de ser introducidos al corral donde estaban las hembras. Los machos se alimentaron con 2 kg de heno de alfalfa y 300 g de concentrado comercial (14% PC). Las sales minerales y el agua estuvieron a libre acceso (NRC, 1981).

Hembras

Se utilizaron 40 cabras locales anovulatorias de 16 meses de edad. El estado anovulatorio se determinó mediante la ausencia de cuerpos lúteos en los exámenes ecográficos transrectales realizados a los 30, 20 y 10 días antes de la introducción de los machos. Para ello se utilizó un ultrasonido marca Aloka SSD-500 equipado con un transductor de 7.5 MHz. Después del destete que se efectuó a los 20 días de edad, las hembras de un grupo ($n = 20$) se alojaron hasta el inicio del presente estudio (16 meses de edad) en corrales contiguos separados por una malla ciclónica donde había hembras y machos caprinos, por lo que tuvieron contacto visual, auditivo, olfativo y táctil con éstos. Este fue el grupo con experiencia sexual, que tenía un peso corporal de 29.2 ± 1.1 kg y una condición corporal de 2.5 ± 0.1 en una escala de 1 (delgada) a 4 (obesa; Walkden Brown *et al.*, 1993). Las cabras del otro grupo ($n = 20$) permanecieron aisladas desde los 20 días de edad (destete) y no tuvieron contacto visual, auditivo, olfativo ni táctil con

otros animales. Este fue el grupo sin experiencia sexual, que tenía un peso corporal de 28.1 ± 0.8 kg y una condición corporal de 2.6 ± 0.1 . A partir del destete, las cabras de ambos grupos recibieron una ración que cubrió sus necesidades alimenticias a base de heno de alfalfa (18% PC) y concentrado comercial (14% PC). Dicha ración se modificó proporcionalmente al desarrollo de los animales. El agua y las sales minerales estaban a libre acceso (NRC, 1981).

Efecto macho

El día 04 de abril (día 0) a las 1100 cada grupo de cabras se expuso a dos machos adultos sexualmente activos durante 15 días.

Variables evaluadas

Conducta estral

El estro es la inmovilización de la hembra en respuesta a las montas realizadas por el macho (Wallen, 1990; Chemineau *et al.*, 1992; Fabre-Nys, 2000). Éste fue registrado dos veces al día de 0800 a 1000 y de 1800 a 2000 durante 15 días a partir de la introducción de los machos.

Comportamiento sexual de los machos

Durante los primeros 90 min de poner en contacto los machos con las hembras, se registraron los olfateos anogenitales, las aproximaciones y los flehmen realizados por los machos de ambos grupos. Antes de introducir los machos a los grupos de hembras, se les realizó una prueba de

comportamiento sexual por un lapso de 1 h para utilizar los machos que tuvieran un comportamiento sexual similar.

Análisis estadísticos

La proporción de cabras que expresaron conducta estral y la proporción de los ciclos cortos, se compararon mediante una prueba de X^2 . El intervalo entre la introducción de los machos y el inicio de la actividad estral, así como la duración del estro se compararon mediante una prueba t de Student. El comportamiento sexual de los machos se comparó entre grupos mediante una prueba exacta de probabilidades de Fisher. Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico Systat 10 (SPSS Chicago, Illinois).

Resultados

Respuesta de las cabras al efecto macho

Actividad estral

Las proporciones diarias y acumuladas de las hembras que expresaron conducta estral en ambos grupos se muestra en la Figura 1. La proporción total de las hembras sin experiencia sexual que manifestaron conducta estral (20/20,100%) durante los 15 días de exposición a los machos no fue diferente ($P > 0.05$) de las hembras con experiencia sexual (19/20, 95%). Tampoco se encontró diferencia entre grupos ($P > 0.05$) en la proporción diaria de las hembras que manifestaron conducta estral durante los 15 días del estudio. El intervalo entre la introducción de los machos y el inicio de la actividad estral fue similar ($P > 0.05$) entre las cabras sin experiencia ($1.8 \pm$

0.1 días) y en aquellas con experiencia sexual (1.8 ± 0.2 días). Asimismo, la proporción de cabras que presentaron ciclos estrales cortos no fue diferente ($P > 0.05$) entre las hembras sin experiencia (7/20, 35%) y con experiencia sexual (12/20, 60%). La duración de los ciclos estrales cortos tampoco difirió ($P > 0.05$) entre las hembras sin experiencia (5.0 ± 0.1 días) y con experiencia sexual (5.1 ± 0.3 días).

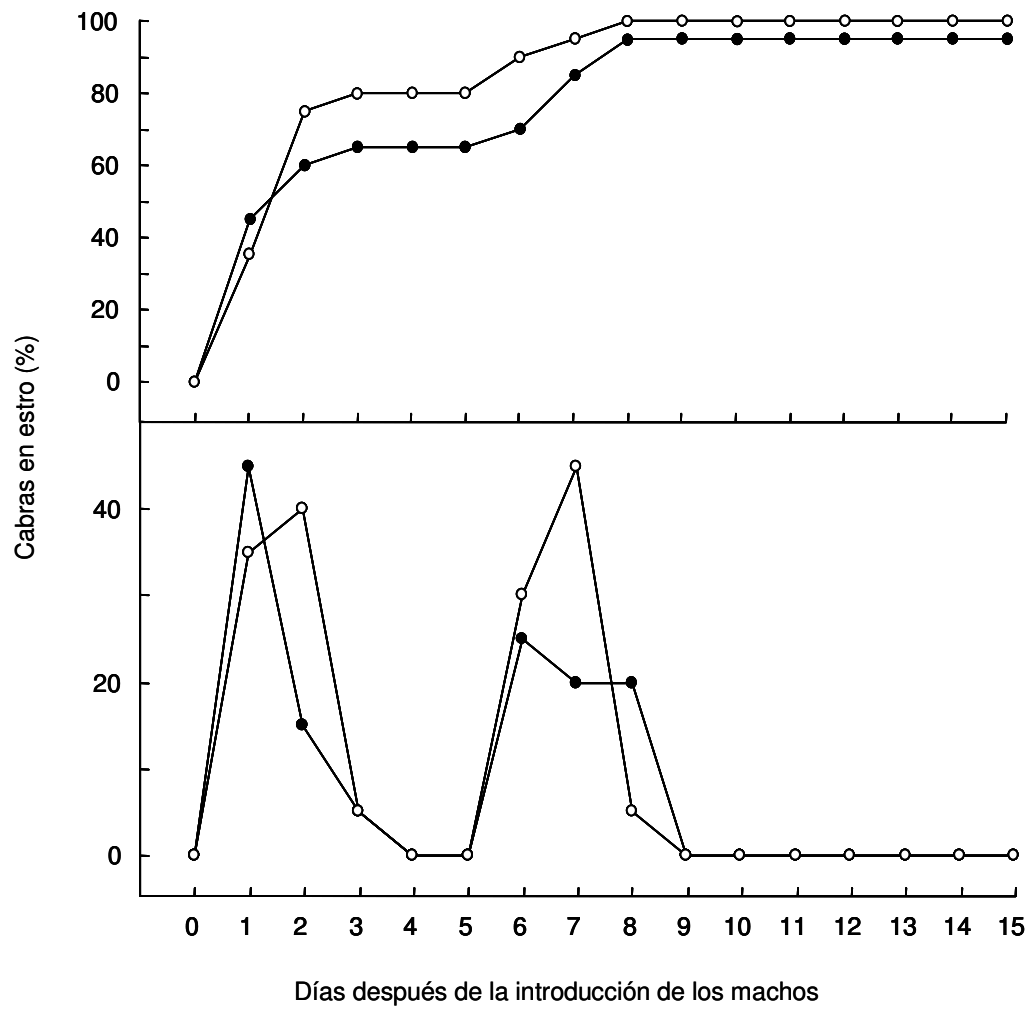


Figura 1. Porcentaje acumulativo (arriba) y diario (abajo) de los grupos de cabras con experiencia sexual (●) y sin experiencia sexual (○) que manifestaron conducta estral después de la introducción de los machos sexualmente activos (día 0).

Comportamiento sexual de los machos

En la Figura 2 se observan las conductas sexuales desplegadas por los machos. Los machos realizaron más olfateos anogenitales ($P < 0.05$) a las cabras con experiencia, que en las cabras sin experiencia sexual durante los primeros 90 min de exposición. Por el contrario, el número total de flehmen y aproximaciones fueron similares ($P > 0.05$) en ambos grupos de machos.

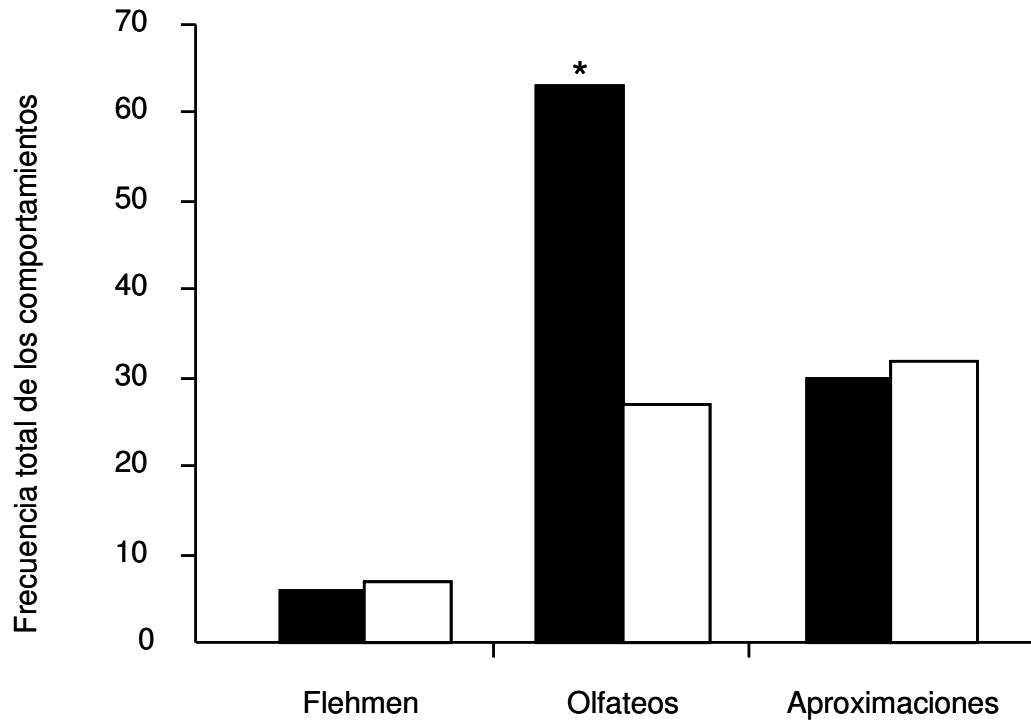


Figura 2. Frecuencia de cada tipo de comportamiento sexual observado en los machos cabríos en contacto con las cabras con experiencia (■) o sin experiencia sexual (□). El comportamiento fue registrado durante los primeros 90 min el primer día de contacto con las cabras. Los machos utilizados fueron inducidos a una intensa actividad sexual al someterlos a un tratamiento de 2.5 meses a partir del 1 de noviembre (* $P < 0.05$).

Discusión

Los resultados del presente estudio, demuestran que la inexperiencia sexual de las cabras no reduce el porcentaje de hembras que manifiestan estro al ser expuestas a machos sexualmente activos durante 15 días. En efecto, más del 95% de las hembras con y sin experiencia sexual manifestaron conducta estral. Además, las características de la respuesta estral no fueron diferentes entre los grupos. El intervalo entre la introducción de los machos y el inicio de la actividad estral, la proporción de hembras que manifestaron ciclos estrales cortos, así como la duración de los mismos no difirió entre las cabras con y sin experiencia sexual.

Los resultados del presente estudio coinciden con los reportados anteriormente por otros autores quienes no encontraron diferencia en la proporción de hembras con y sin experiencia sexual que ovularon al ser expuestas a los machos. Sin embargo, el porcentaje de hembras que respondió a la presencia de los machos fue superior en el presente estudio que en el de Walkden-Brown *et al.* (1993). En cambio, resultados contrarios a los del presente estudio fueron reportados por Gelez *et al.* (2004b), quienes describieron que la proporción de hembras que manifiestan una conducta estral al ser expuestas a los machos es menor en las ovejas sin experiencia (62%) que en aquellas con experiencia sexual (100%). De igual manera, Hawken *et al.* (2008) demostraron que las ovejas con experiencia sexual mostraron mayor proceptividad hacia los machos interaccionando positivamente con ellos, contrariamente a lo que hicieron las hembras sin experiencia sexual. Esos resultados son similares a los reportados por

Rosciszewska (1985) quien determinó que las hembras que no han tenido contacto previo con machos se muestran renuentes al cortejo del macho, necesitando más montas por eyaculación que las ovejas con experiencia sexual.

Las diferencias entre las hembras con y sin experiencia sexual a la presencia de los machos se debe, probablemente, a que las hembras con experiencia identifican y asocian las señales emitidas por los machos (presencia, el olor y vocalizaciones) a eventos sexuales previos, lo que facilita la aceptación al macho (Cohen-Tannoudji *et al.*, 1986; Gelez *et al.*, 2004a).

En el presente estudio la ausencia de diferencias en la respuesta estral entre las cabras con y sin experiencia se debió probablemente a las intensas conductas sexuales manifestadas por los machos utilizados. En efecto, en el presente estudio se utilizaron machos que fueron estimulados mediante un tratamiento fotoperiódico, lo cual permitió que los machos manifestaran una intensa actividad sexual (Delgadillo *et al.*, 2002). A su vez, esta intensa actividad sexual provocó, probablemente, que la mayoría de las hembras mostraran estro en respuesta a los machos. En efecto, se ha demostrado que una elevada intensidad en la conducta sexual desplegada por los machos induce una elevada respuesta sexual en las hembras expuestas al efecto macho (ovejas: Perkins y Fitzgerald, 1994; cabras: Flores *et al.*, 2000). Estos resultados coinciden con lo reportado previamente por Luna-Orozco *et al.* (2008) quienes demostraron que los machos estimulados sexualmente mediante un tratamiento fotoperiódico, indujeron y sincronizaron la actividad estral y ovulatoria de más del 95% de las cabras

núlparas. En la presente investigación, los machos en contacto con las hembras sin experiencia sexual realizaron menor número de olfateos anogenitales que los machos expuestos a las hembras con experiencia sexual, durante los primeros 90 min de contacto. Esto se debió, probablemente, a que las hembras que no tienen experiencia sexual previa, se muestran renuentes a permanecer quietas ante el cortejo del macho lo cual coincide con los resultados encontrados por Rosciszewska (1985). Contrariamente, el número de flehmen y aproximaciones no difirió entre los dos grupos de machos. Posiblemente como no existieron diferencias en las aproximaciones realizadas a las cabras con y sin experiencia, ello influyó para que todas ellas fueran estimuladas, favoreciendo el despliegue de conductas receptivas y en consecuencia adoptando posturas copulatorias (Fabre-Nys y Gelez, 2007). Los resultados del presente estudio permiten concluir que las hembras caprinas sin experiencia sexual manifiestan un comportamiento estral al ser expuestas a machos inducidos a un intenso comportamiento sexual.

Agradecimientos

Los autores agradecen a todos los miembros del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por su asistencia técnica. J. R. Luna-Orozco, agradece al Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario N° 1 las facilidades brindadas para realizar sus estudios doctorales, y al CONACyT por otorgar la beca escolar.

Referencias

- Chemineau, P., A. Daveau, F. Maurice, J.A. Delgadillo, 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., M.T. Pellicer-Rubio, N. Lassoued, G. Khaldi, D. Monniaux, 2006. Male-induced short oestrous and ovarian cycles in sheep and goats: a working hypothesis. *Reprod. Nutr. Dev.* 46: 417-429.
- Cohen-Tannoudji, J., A. Locatelli, J.P. Signoret, 1986 Non-pheromonal stimulation by the male of LH release in the anoestrous ewe. *Physiol. Behav.* 36: 921-924.
- Delgadillo, J.A., G.A. Canedo, P. Chemineau, D. Guillaume, B. Malpoux, 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male goats in subtropical Northern Mexico. *Theriogenology* 52: 727-737.
- Delgadillo, J.A., J.A. Flores, F.G. Véliz, H.F. Hernández, G. Duarte, J. Vielma, P. Poindron, P. Chemineau, B. Malpoux, 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.

Duarte, G., J.A. Flores, B. Malpaux, J.A. Delgadillo, 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Domest. Anim. Endocrinol.* 35: 362-370.

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

Fabre-Nys, C., H. Gelez, 2007. Sexual behavior in ewes and other domestic ruminants. *Horm. Behav.* 52: 18-25.

Flores, J.A., F.G. Véliz, J.A. Pérez-Villanueva, G. Martínez de la Escalera, P. Chemineau, P. Poindron, B. Malpaux, J.A. Delgadillo, 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.

Gelez, H., E. Archer, D. Chesneau, R. Campan, C. Fabre-Nys, 2004a. Importance of learning in the response of ewes to male odor. *Chem. Senses.* 29: 555-563.

Gelez, H., E. Archer, D. Chesneau, D. Lindsay, C. Fabre-Nys, 2004b. Role of experience in the neuroendocrine control of ewes' sexual behavior. *Horm. Behav.* 45: 190-200.

Hawken, P.A.R., A.C.O. Evans, A.P. Beard, 2008. Prior exposure of maiden ewes to rams enhances their behavioural interactions with rams but is not a pre-requisite to their endocrine response to the ram effect. *Anim. Reprod. Sci.* 108: 13-21.

Luna-Orozco, J.R., I.G. Fernández, H. Gelez, J.A. Delgadillo, 2008. Parity of female goats does not influence their estrous and ovulatory response to the male effect. *Anim. Reprod. Sci.* 106: 352-360.

Murtagh, J.J., S.J. Gray, D.R. Lindsay, C.M. Oldham, 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. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 15: 490-493.

NRC, 1981. *Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy and Meats Goats in Temperate and Tropical Countries*. National Academy Press, Washington, D.C.

Oldham, C.M., D.T. Pearce, S.J. Gray, 1985. Progesterone priming and age of ewe affect the life-span of corpora lutea induced in the seasonally anovulatory Merino ewe by the "ram effect". *J. Reprod. Fertil.* 75: 29-33.

Perkins, A., J.A. Fitzgerald, 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.

Rosa, H.J.D., M.J. Bryant, 2002. The "ram effect" as a way of modifying the reproductive activity in the ewe: a review. *Small Rumin. Res.* 45: 1-16.

Rosciszewska, Z.E., 1985. The influence of earlier mating experience of ewes on their subsequent mating behaviour and reproductive performance. *Anim. Reprod. Sci.* 9: 223-229.

SYSTAT 10, Evanston, ILL. USA, 2000.

Ungerfeld, R., M. Forsberg, E. Rubianes, 2004. Overview of the response of anoestrous ewes to the ram effect. *Reprod. Fertil. Dev.* 16: 479-490.

Walkden-Brown, S.W., B.J. Restall, Henniawati, 1993. The male effect in the Australian cashmere goat. 3. Enhancement with buck nutrition and use of oestrous females of olfactory cues from the male. *Anim. Reprod. Sci.* 32: 69-84.

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

Wallen, K., 1990. Desire and ability: hormones and the regulation of female sexual behavior. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 14: 233-241.

6. LITERATURA CITADA

Álvarez, R.L., W.A. Ducoing, Q.L. Zarco, A.G. Trujillo, 1999. Conducta estral, concentraciones de LH y función lútea en cabras en anestro estacional inducidas a ciclar mediante el contacto con cabras en estro. Vet. Méx. 30: 25-31.

Boyazoglu, J., I. Hatziminaoglou, P. Morand-Fehr, 2005. The role of goat in society: Past, present and perspectives for the future. Small Rumin. Res. 60: 13-23.

Bronson, F.H., 1985. Mammalian reproduction: An ecological perspective. Biol. Reprod. 32: 1-26.

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: 65-72.

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: 441-452.

Chemineau, P., F. Levy, J. Thimonier, 1986. Effects of anosmia on LH secretion, ovulation and oestrous behaviour induced 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., J. Pelletier, Y. Guérin, G. Colas, J.P. Ravault, G. Touré, G. Almeida, J. Thimonier, R. Ortavant, 1988. Photoperiodic and melatonin treatments for the control of seasonal reproduction in sheep and goats. *Reprod. Nutr. Dev.* 28: 409-422.

Chemineau, P., A. Daveau, F. Maurice, J.A. Delgadillo, 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., A. Daveau, Y. Cognié, G. Aumont, D. Chesneau, 2004. Seasonal ovulatory activity exist in tropical Creole female goats and Black Belly ewes subjected to a temperate photoperiod. *BioMedCentral Physiology* 4:12 (27 Aug 2004) (<http://www.biomedcentral.com/1472-6793/4/12>).

Chemineau, P., M.T. Pellicer-Rubio, N. Lassoued, G. Khaldi, D. Monniaux, 2006. Male-induced short oestrous and ovarian cycles in sheep and goats: a working hypothesis. *Reprod. Nutr. Dev.* 46: 417-429.

- Claus, R., R. Over, M. Dehnhard, 1990. Effect of male odour on LH secretion and ovulation in seasonality anoestrous goats. *Anim. Reprod. Sci.* 22: 27-38.
- Cohen-Tannoudji, J., A. Locatelli, J.P. Signoret, 1986. Non pheromonal stimulation by the male on LH release in the anoestrous ewe. *Physiol. Behav.* 36: 921-924.
- Cohen-Tannoudji, J. J.P. Signoret, 1987. Effect of short exposure to the ram on later reactivity of anoestrous ewes to the male effect. *Anim. Reprod. Sci.* 13: 266-268.
- Cushwa, W.T., G.E. Bradford, G.H. Stabenfeldt, Y.M. Berger, M.R. Dally, 1992. Ram influence on ovarian and sexual activity in anestrus ewes: effects of isolation of ewes from rams before joining and date of ram introduction. *J. Anim. Sci.* 70: 1195-1200.
- Delgadillo, J.A., B. Leboeuf, P. Chemineau, 1991. Decrease in the seasonality of sexual behavior and sperm production in bucks by exposure to short photoperiodic cycles. *Theriogenology* 36: 755-770.
- Delgadillo, J.A., P. Chemineau, 1992. Abolition of the seasonal release of luteinizing hormone and testosterone in Alpine male goats (*Capra hircus*) by short photoperiodic cycles. *J. Reprod. Fertil.* 94: 45-55.

- Delgadillo, J.A., J.A. Flores, O. Villarreal, M.J. Flores, G. Hoyos, P. Chemineau, B. Malpoux, 1998. Length of postpartum anestrus in goats in subtropical Mexico: effect of season of parturition and duration of nursing. *Theriogenology* 49: 1209-1218.
- Delgadillo, J.A., G.A. Canedo, P. Chemineau, D. Guillaume, B. Malpoux, 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male goats in subtropical Northern Mexico. *Theriogenology* 52: 727-737.
- Delgadillo, J.A., J.A. Flores, F.G. Véliz, H.F. Hernández, G. Duarte, J. Vielma, P. Poindron, P. Chemineau, B. Malpoux, 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., J. Vielma, J.A. Flores, F.G. Véliz, G. Duarte, H. Hernández. 2008. La calidad del estímulo emitido por el macho determina la respuesta de las cabras sometidas al efecto macho. *Trop. Subtrop. Agroecosys.* 9: 39-45.
- Duarte, G., J.A. Flores, B. Malpoux, J.A. Delgadillo, 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Domest. Anim. Endocrinol.* 35: 362-370.

- Fabre-Nys, C., 2000. Le comportement sexuel des caprins: contrôle hormonal et facteurs sociaux. *INRA Prod. Anim.* 13: 11-23.
- Fletcher, I.C., D.R. Lindsay, 1968. Sensory involvement in the mating behaviour of domestic sheep. *Anim. Behav.* 16: 410 -414.
- Fletcher, I.C., 1971. Relationships between frequency of suckling, lamb growth and post-partum oestrous behaviour in ewes. *Anim. Behav.* 19 : 108-111.
- Flores, J.A., F.G. Véliz, J.A. Pérez-Villanueva, G. Martínez de la Escalera, P. Chemineau, P. Poindron, B. Malpoux, J.A. Delgadillo, 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.
- Gelez, H., E. Archer, D. Chesneau, R. Campan, C. Fabre-Nys, 2004a. Importance of learning in the response of ewes to male odor. *Chem. Senses.* 29: 555-563.
- Gelez, H., E. Archer, D. Chesneau, D.R. Lindsay, C. Fabre-Nys, 2004b. Role of experience in the neuroendocrine control of ewes' sexual behavior. *Horm. Behav.* 45: 190-200.

Gelez, H., C. Fabre-Nys, 2006. Role of the olfactory systems and importance of learning in the ewes' response to rams or their odors. *Reprod. Nutr. Dev.* 46: 401-415.

Girard, L., 1813. Moyens employés avec success, par M. Morel de Vindé, Membre de la Société d'Agriculture de Seine et Oise, pour obtenir, dans le temps le plus court possible, la fécondation du plus grand nombre des brebis portées d'un troupeau. *Ephémérides de la Société d'Agriculture du Département de l'Indre pour l'an. Séance du 5 Septembre, VIII Cahier, Château-Roux, Département de l'Indre, VII,* 66-68.

Hawken, P.A.R., A.C.O. Evans, A.P. Beard, 2008. Prior exposure of maiden ewes to rams enhances their behavioural interactions with rams but is not a pre-requisite to their endocrine response to the ram effect. *Anim. Reprod. Sci.* 108: 13-21.

Ichimaru, T., Y. Takeuchi, Y. Mory, 1999. Stimulation of the GnRH pulse generator activity by continuous exposure to the male pheromones in the female goat. *J. Reprod. Dev.* 45: 243-248.

Kendrick, K.M., K. Atkins, M.R. Hinton, K.D. Broad, C. Fabre-Nys, E.B. Keverne, 1995. Facial and vocal discrimination in sheep. *Anim Behav.* 49: 1665-1676.

- Lincoln, G.A., R.V. Short, 1980. Seasonal Breeding: Nature's contraceptive. Recent. Prog. Horm. Res. 36: 1-43.
- Maina, D., L.S. Katz, 1999. Scent of a ewe: Transmission of a social cue by conspecifics affect sexual performance in male sheep. Biol. Reprod. 60: 1373-1377.
- Martin, G.B., C.M. Oldham, Y. Cognié, D.T. Pearce, 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams—a review. Livest. Prod. Sci. 15: 219-247.
- McComb, K., 1987. Roaring by red deer stags advances the date of oestrus in hinds. Nature. 330: 648-649.
- Menchaca, A., E. Rubianes, 2004. New treatments associated with timed artificial insemination in small ruminants. Reprod. Fertil. Dev. 16: 1-11.
- Menchaca, A., V. Miller, J. Gil, A. Pinczak, M. Laca, E. Rubianes, 2004. Prostaglandin F_{2α} treatment associated with timed artificial insemination in ewes. Reprd. Dom. Anim. 39: 1-4.
- Murtagh, J.J., S.J. Gray, D.R. Lindsay, C.M. Oldham, 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. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod. 15: 490-493.

Nugent III, R.A., D.R. Notter, 1990. Effect of cohabitation with white-faced ewes on estrous activity of Hampshire and Suffolk ewes exposed to rams in June. *J. Anim. Sci.* 68: 1513-1519.

Oldham, C.M., D.T. Pearce, S.J. Gray, 1985. Progesterone priming and age of ewe affect the life-span of corpora lutea induced in the seasonally anovulatory Merino ewe by the "ram effect". *J. Reprod. Fertil.* 75: 29-33.

Pearce, G.P., C.M. Oldham, 1988. Importance of non-olfactory ram stimuli in mediating ram-induced ovulation in the ewe. *J. Reprod. Fertil.* 84: 333-339.

Perkins, A., J.A. Fitzgerald, 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.

Pfaus, J.G., T.E. Kippin, S. Centeno, 2001. Conditioning and sexual behavior: A review. *Horm. Behav.* 40: 291-321.

Rekwot, P.I., D. Ogwu, E.O. Oyedipe, V.O. Sekoni, 2001. The role of pheromones and biostimulation in animal reproduction. *Anim. Reprod. Sci.* 65: 157-170.

- Restall, B.J., 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim. Reprod. Sci.* 27: 305-318.
- Restall, B.J., H. Restall, S.W. Walkden-Brown, 1995. The induction of ovulation in anovulatory goats by oestrous females. *Anim. Reprod. Sci.* 40: 299-303.
- Ritar, A.J., 1991. Seasonal changes in LH androgens and testes in the male Angora goats. *Theriogenology.* 36: 959-972.
- Rivas-Muñoz, R., G. Fitz-Rodríguez, P. Poindron, B. Malpoux, J.A. Delgadillo, 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.D., D.T. Juniper, M.J. Bryant, 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.
- Rosa, H.J.D., M.J. Bryant, 2002. The "ram effect" as a way of modifying the reproductive activity in the ewe: a review. *Small Rumin. Res.* 45: 1-16.
- Rosa, H.J.D., M.J. Bryant, 2003. Seasonality of reproduction in sheep. *Small Rumin. Res.* 48: 155-171.

- Santa María, A., J. Cox, E. Muñoz, R. Rodríguez, L. Caldera, 1990. Estudio del ciclo sexual, estacionalidad reproductiva y control el estro en la cabra Criolla en Chile. In Proc of Final Research Co-ordination Meeting. FAO, Bogotá, Colombia; 363-385.
- Sanford, M.L., W.M. Palmer, B.E. Howland, 1977. Changes in the profiles of serum LH, FSH and Testosterone, and in mating performance and ejaculate volume in the ram during the ovine breeding season. J. Anim. Sci. 45: 1382-1391.
- Shelton, M., 1960. Influence of the presence of a male goat on the initiation of estrous cycling and ovulation of Angora does. J. Anim. Sci. 19: 368-375.
- Shelton, M., 1980. Goats: Influence of various exteroceptive factors on initiation of estrus and ovulation. Int. Goat Sheep Res. 1: 156-162.
- Short, R.E., R.A. Bellows, R.B. Staigmiller, J.G. Berardinelli, E.E. Custer 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. J. Anim. Sci.68: 799-816.
- Signoret, J.P., 1974. Rôle des différentes informations sensorielles dans l'attraction de la femelle en oestrus par le mâle chez les Porcins. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. 14: 745-755.

- Signoret, J.P., 1980. Effect of the male presence on the reproductive mechanisms in female mammals. *Reprod. Nutr. Dev.* 20: 457-468.
- Signoret, J.P., W.J. Fulkerson, D.R. Lindsay, 1982. Effectiveness of testosterone-treated wethers and ewes as teasers. *Appl. Anim. Ethol.* 9: 37-45.
- Signoret, J.P., 1990. The influence of the ram effect on the breeding activity of ewes and its underlying physiology. In: Oldham, C. M., Martin, G. B., Purvis, I. W. Editors *Reproductive Physiology of Merino Sheep: Concepts and Consequences*. University of Western Australia: Perth. 59-70.
- Singh, P.B., 2001. Chemosensation and genetic individuality. *Reproduction* 121: 529-539.
- Underwood, E.J., F.L. Shier, N. Davenport, 1944. Studies in sheep husbandry in Western Australia. V. The breeding season of Merino crossbred and British breed ewes in the agricultural districts. *J. Dep. Agric. West. Aust.* 11: 135-143.
- Ungerfeld, R., M. Forsberg, E. Rubianes, 2004. Overview of the response of anoestrous ewes to the ram effect. *Reprod. Fertil. Dev.* 16: 479-490.

- Véliz, F.G., P. Poindron, B. Malpaux, J.A. Delgadillo, 2006. Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrous female goats. *Anim. Reprod. Sci.* 92: 300-309.
- Vielma, J., H. Hernández, F.G. Véliz, J.A. Flores, G. Duarte, B. Malpaux, J.A. Delgadillo, 2005. Buck vocalizations stimulate estrous behavior in seasonal anovulatory female goats. *Reprod. Dom. Anim.* 40: 360.
- Vielma, J., 2006. El comportamiento sexual, las vocalizaciones y el olor del macho cabrío estimulan la secreción de LH, el estro y la ovulación en las cabras sometidas al efecto macho. Ph.D Thesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila, México, p 110.
- Wakabayashi, Y., E. Iwata, T. Kikusui, Y. Takeuchi, Y. Mori, 2000. Regional differences of pheromone production in the sebaceous glands of castrated goats treated with testosterone. *J. Vet. Med. Sci.* 62: 1067-1072.
- Walkden-Brown, S.W., B.J. Restall, Henniawati, 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., B.J. Restall, B.W. Norton, R.J. Scaramuzzi, G.B. Martin, 1994. Effect 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.

Zarco, L., E.F. Rodríguez, M.R.B. Angulo, J. Valencia, 1995. Female to female stimulation of ovarian activity in the ewe. *Anim. Reprod. Sci.* 39: 251-258.