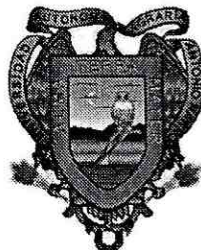


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**EFFECTO DEL COMPORTAMIENTO SEXUAL DEL MACHO
CABRÍO Y LA SEPARACIÓN PREVIA DE LOS DOS SEXOS
ANTES DE REALIZAR EL EFECTO MACHO**

POR:

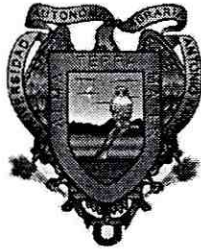
JUAN CARLOS FERMÍN REYES

TESIS:

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**



DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**EFFECTO DEL COMPORTAMIENTO SEXUAL DEL MACHO
CABRÍO Y LA SEPARACIÓN PREVIA DE LOS DOS SEXOS
ANTES DE REALIZAR EL EFECTO MACHO**

POR:

JUAN CARLOS FERMÍN REYES

ASESOR PRINCIPAL

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

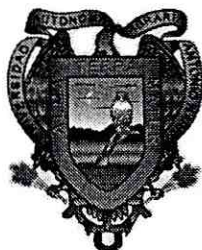
DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

Torreón, Coahuila, México.

Noviembre de 2003.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**EFFECTO DEL COMPORTAMIENTO SEXUAL DEL MACHO
CABRÍO Y LA SEPARACIÓN PREVIA DE LOS DOS SEXOS
ANTES DE REALIZAR EL EFECTO MACHO**

POR:

JUAN CARLOS FERMÍN REYES

ASESOR PRINCIPAL

DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

M.V.Z. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA

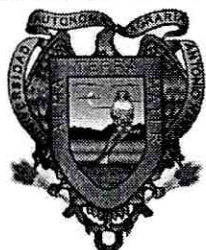
Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

UAAAN - UL
Noviembre de 2003.

Torreón, Coahuila, México.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



PRESIDENTE DE JURADO

Una firma manuscrita en tinta que parece ser la del presidente del jurado.

DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

VOCAL

Una firma manuscrita en tinta que parece ser la del vocal Gerardo Duarte Moreno.

DR. GERARDO DUARTE MORENO

VOCAL

Una firma manuscrita en tinta que parece ser la del vocal José Alfredo Flores Cabrera.

DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

VOCAL SUPLENTE

Una firma manuscrita en tinta que parece ser la del vocal suplente M.C. Jesús Vielma Sifuentes.

M.C. JESÚS VIELMA SIFUENTES

Torreón, Coahuila, México.

Noviembre de 2003.

DEDICATORIA

*Esta tesis se la dedico con mucho cariño a
mi esposa e hija*

*Erendira Sánchez Sotelo y Jenny Fermín
Sánchez.*

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por haber concluido mi licenciatura.

A mis padres Juan Fermín Nava y María Félix Reyes González por apoyarme en todo lo necesario en la época de estudiante.

A mis hermanos Héctor Fermín Reyes, Maribel Fermín Reyes, Maricela Fermín Reyes, Marisol Fermín Reyes por darme el apoyo moral.

A mi tío Lalo, a mi primo Fausto, y a mis suegros Humberto Sánchez Tellez y María Sotelo Vilchis por el apoyo moral.

Al Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez por haber dado la confianza y oportunidad de realizar mi tesis en el grupo de investigación.

Al M.C. Francisco Gerardo Véliz Deras por grandiosa asesoría en la realización de esta tesis.

En general a todos los integrantes del CIRCA.

Índice

	Pág.
Resumen	1
Introducción	2
Revisión de literatura	3
2.1 Efecto macho	3
2.2 Respuesta endocrina y sexual de las hembras al efecto macho	3
2.3 Influencia de la nutrición de las hembras y de los machos en el efecto macho	4
2.4 Profundidad del anestro	4
2.5 Actividad sexual de los machos	5
2.6 Importancia de la separación entre los dos sexos antes del efecto macho	6
Objetivo	8
Hipótesis	8
Material y métodos	9
3.1 Lugar	9
3.2 Animales, alimentación y tratamiento	9
3.2.1 Machos caprinos	9
3.2.2 Hembras caprinas	10
3.3 introducción de los nuevos machos caprinos, efecto macho	11
3.4 Variables evaluadas	11
3.4.1 Pruebas de comportamiento sexual de los nuevos machos	11
3.4.2 Actividad sexual de las hembras	12
3.5 Análisis de datos	12

Resultados

14

4.1 Parámetros conductuales de los machos inductores 14

4.2 Respuesta de las hembras al efecto macho 15

Discusión

18

Conclusiones

20

Literatura citada 21

RESUMEN

Este estudio se realizó para determinar si es necesaria la separación previa de los dos sexos para estimular la actividad sexual de las cabras fuertemente inhibidas durante la mitad del anestro (abril), usando el efecto macho, o si es más importante la intensidad del comportamiento sexual del macho. La inducción de la actividad sexual fue determinada en dos grupos de cabras (11 c/u) homogéneos en cuanto a condición corporal, peso corporal y producción láctea. Cada grupo estuvo en contacto con un macho desde el 15 de enero de 2001. El 3 de abril, estos machos fueron retirados. Inmediatamente después un nuevo macho sexualmente activo, fue puesto en contacto en un grupo de hembras, mientras que el otro grupo fue puesto en contacto con un macho en reposo sexual. Después de la introducción de los nuevos machos, el comportamiento sexual (automarcajes con orina, flehmen, olfateos ano-genitales, aproximaciones, intentos de montas y montas) de éstos fue registrado durante los primeros 5 días (de 8 a 10 h). La actividad estral de las hembras de los dos grupos fue determinada durante los primeros 17 días después de la introducción de los nuevos machos (8 y 17 h). El comportamiento sexual registrado en el macho en reposo sexual fue inferior al del macho sexualmente activo ($P < 0.05$). En los primeros 10 días, el 90% de las hembras en contacto con el macho sexualmente activo presentó al menos un comportamiento estral y una ovulación después de la introducción del nuevo macho, mientras que ninguna de las hembras en contacto con el macho en reposo sexual reactivó su actividad sexual ($P < 0.05$). Estos resultados indican que la separación previa entre los dos sexos no es necesario para estimular la actividad sexual de las cabras Criollas a través del efecto macho. Asimismo, demuestran que el factor principal para que éstas sean estimuladas, es la intensidad del comportamiento sexual de los machos introducidos.

INTRODUCCIÓN

En el norte de México, una de las especies domésticas más importante es la caprina. Esta importancia radica en su habilidad para adaptarse y ser explotada en el subtrópico mexicano. Los caprinos Criollos en la Comarca Lagunera (Latitud 26°23' N; Longitud 104°47' W) que son explotados de manera intensiva y extensiva, muestran una estacionalidad reproductiva. En las hembras explotadas en un sistema intensivo, el periodo de anestro ocurre de febrero a agosto (Duarte, 2000). Los machos explotados en un sistema intensivo, el periodo de reposo sexual ocurre de enero a abril (Delgadillo *et al.*, 1999). Esta estacionalidad provoca una estacionalidad en la producción de leche y carne con sus consecuencias sobre las precios: un incremento durante los periodos de escasez de la producción. La estacionalidad reproductiva puede modificarse utilizando el efecto macho, técnica barata y de fácil aplicación en instalaciones abiertas. Un inconveniente del efecto macho es que debe hacerse una completa separación de los dos sexos antes del efecto macho. Sin embargo, en un estudio reciente se demostró que en las cabras Criollas del subtrópico mexicano, no es necesaria la separación de los dos sexos antes de realizar el efecto macho. En efecto, más del 95% de las hembras presentaron un estro después de la introducción de los nuevos machos sexualmente activos o en reposo sexual (Vélez *et al.*, 2001). Sin embargo, la alta respuesta obtenida en el grupo de hembras después de la introducción de los nuevos machos en reposo sexual, sugiere que estas hembras estaban débilmente inhibidas. Sería interesante determinar si en las hembras fuertemente inhibidas la separación es o no necesaria antes del efecto macho.

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Efecto Macho

El efecto macho es una técnica sencilla que permite inducir y sincronizar la actividad sexual de las hembras anéstricas al ponerlas en contacto con un macho (Chemineau, 1987; Walkden-Brown *et al.*, 1999). La respuesta de las cabras y ovejas al afecto macho varía con la profundidad del anestro, el nivel de alimentación (Chemineau, 1987; Thimonier *et al.*, 2000), así como la intensidad de la libido y tiempo de estimulación (Walkden-Brown *et al.*, 1999; Flores *et al.*, 2000). Además, se menciona que la separación (olor, sonido, vista, tacto) previa de los dos sexos antes del efecto macho es necesaria para la obtención de una buena respuesta de las hembras.

2.2 Repuesta endocrina y sexual de las hembras al efecto macho

La introducción de un macho en un grupo de hembras en anestro produce un rápido incremento en la secreción de LH, que culmina con un pico preovulatorio de esta hormona, provocando la ovulación (Chemineau, 1987). Por ejemplo, en las cabras Criollas de la Isla de Guadalupe en el Caribe, la ovulación inducida por el efecto macho es en un 60%, asociada con una actividad estral. El 75% de las hembras presenta 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 actividad estral y de una fase lútea de duración normal (Chemineau, 1987; Delgadillo *et al.*, 2003). Sin embargo, hay que considerar que en otras razas o condiciones experimentales estos porcentajes pueden modificarse. Por ejemplo, en las cabras Criollas del norte de México, se observa un primer pico de actividad sexual entre el 1° y 5° día después de la introducción de los machos. El 59% de las hembras presentan actividad estral, la cual es acompañada de una ovulación, mientras que un 14% de las hembras presenta una ovulación, sin estro. De éstas, un 50% tienen un ciclo estral de duración corta (5.0 ± 0.2 días),

presentando entre el día 7° y 11° un segundo periodo de actividad estral, la cual siempre es acompañada de una ovulación con una fase lútea de duración normal (Flores *et al.*, 2000; Véliz *et al.*, 2002).

2.3 Influencia de la nutrición de las hembras y de los machos en el efecto macho

La alimentación tanto de las hembras como de los machos es un factor importante en la respuesta sexual de las hembras al efecto macho (Walkden-Brown *et al.*, 1993; Heredia *et al.*, 2002). En efecto, el 50% de las cabras sometidas al efecto macho, que tienen una condición corporal buena, presenta actividad estral, mientras que con una condición corporal mala, solamente el 38% manifiesta actividad estral (Heredia *et al.*, 2003). Asimismo, en ovejas en anestro posparto alimentadas adecuadamente, el 70% (14/20) de éstas presentan actividad estral después de la introducción del macho, mientras que sólo el 20% (4/20) de las ovejas subalimentadas son detectadas en estro (Wright *et al.*, 1990). Por otro lado, los machos cabríos cashmere australianos alimentados adecuadamente (condición corporal de 3.9) estimulan al 71% de las cabras (ovulaciones) a través del efecto macho en los primeros cinco días en contacto, mientras que los machos subalimentados (condición corporal de 2.3) estimulan el 38% de las ovulaciones en este mismo periodo. Esto se debe probablemente a que los machos bien alimentados tienen una mejor libido, olor y niveles de testosterona que los machos subalimentados (Walkden-Brown *et al.*, 1993).

2.4 Profundidad del anestro

La profundidad del anestro de las hembras es uno de los factores más importantes que afectan la respuesta de éstas al efecto macho (Chemineau, 1987). La profundidad del anestro se refiere al número de hembras cíclicas al momento de la introducción de los machos. Se considera un hato en anestro profundo, cuando más del 50% de las hembras son anovulatorias, y en anestro poco profundo cuando

menos del 50% de las hembras son anovulatorias (Chemineau, 1987). Por ejemplo, en las cabras Criollas de la Isla de Guadalupe en anestro profundo, la primera ovulación ocurre 3.3 días después de la introducción de los machos, mientras que en las hembras con un anestro poco profundo, ésta ocurre a los 1.8 días. Además, esta primera ovulación es acompañada solamente de 60% de actividad estral en anestro profundo, mientras que en anestro poco profundo el 95% de las ovulaciones son acompañadas de actividad estral (Chemineau, 1983).

2.5 Actividad sexual de los machos

El estímulo proveniente del macho (relación macho/hembra, tiempo de exposición, libido, actividad sexual) es muy importante en la inducción de la actividad sexual de las hembras (Walkden-Brown *et al.*, 1999; Delgadillo *et al.*, 2003). En efecto, cuando se utiliza un macho por 20 hembras, el 71% de éstas ovula, mientras que cuando se utiliza únicamente, un macho por 100 hembras solamente el 25% ovula (Signoret y Lindsay, 1982). El tiempo de exposición del macho en un grupo de hembras es también muy importante. Por ejemplo, cuando se pone en contacto un macho con hembras por menos de un día (8 h ó 24 h), menos del 20% presenta una ovulación, mientras que en las hembras que tienen contacto por 4 ó 15 días, más del 50% llega a ovular (Signoret y Lindsay, 1982). La libido de los machos es otro factor importante en el estímulo de las hembras anovulatorias. En efecto, cuando un grupo de ovejas es expuesto a machos con una alta libido, el 95% ovula, mientras que sólo el 78% de las hembras ovula al ser expuestas a machos con baja libido (Perkins y Fitzgerald, 1994). En las cabras Criollas del norte de México, más del 80% muestran al menos un comportamiento estral durante los primeros 12 días después de la introducción del macho cuya actividad sexual es inducida con 2.5 meses de días largos, seguidos o no de la inserción subcutánea de dos implantes de melatonina, mientras que menos del 3% de las cabras expuestas a machos sexualmente inactivos muestran estro en ese periodo (Flores *et al.*, 2000; Véliz *et al.*, 2002). Similares resultados se han obtenido al poner hembras anovulatorias con machos inducidos a una intensa actividad sexual con sólo 2.5 meses de días largos, seguidos

de días cortos naturales (Delgadillo *et al.*, 2002). Estos resultados sugieren que la falta de respuesta de las hembras durante el anestro no se debe a la insensibilidad de éstas a los machos, sino probablemente al débil estímulo que éstos proporcionan. Las cabras de la Comarca Lagunera responden al efecto macho solamente si se utilizan machos sexualmente activos.

2.6 Importancia de la separación entre los dos sexos antes del efecto macho

La previa separación (olor, sonido, vista, tacto) de los dos sexos antes del efecto macho, se considera indispensable para obtener una buena estimulación de la actividad sexual de las hembras (ovejas; Underwood *et al.*, 1944; cabras; Shelton, 1960; Chemineau, 1987; Flores *et al.*, 2000). Sin embargo, en las ovejas mantenidas en contacto permanente con carneros, la introducción de otros machos estimula la ovulación de las hembras (85%) al igual que en aquellas sometidas a una previa separación (86%; Pearce y Oldham, 1988). Este último estudio y otros efectuados en las ovejas, sugieren que al menos en algunas razas de la especie ovina, la separación de los dos sexos no es necesaria antes del efecto macho (Pearce y Oldham, 1988; Cushwa *et al.*, 1992). El concepto de la necesidad de separación entre los dos sexos de al menos tres semanas antes del efecto macho se pasó de las ovejas a las cabras (Chemineau, 1987; Álvarez *et al.*, 2001). Sin embargo, en un estudio reciente efectuado a principios de la estación de anestro, se demostró que en las cabras Criollas del subtrópico mexicano, no es necesaria la separación de los dos sexos antes de realizar el efecto macho. En efecto, más del 95% de las hembras presentaron un estro después de la introducción de nuevos machos sexualmente activos o en reposo sexual (Vélez *et al.*, 2001). Sin embargo, la alta respuesta obtenida en el grupo de hembras después de la introducción de los nuevos machos en reposo sexual, sugiere que estas hembras estaban débilmente inhibidas por haber terminado recientemente la estación sexual. Además, los machos manifestaron una actividad sexual superior a la reportada en otros estudios en esta misma raza y en esta misma fecha (Flores *et al.*, 2000; Vélez *et al.*, 2001). Por lo

anterior, sería conveniente determinar si la separación de los dos sexos es necesaria en las cabras a la mitad del periodo de anestro, cuando están fuertemente inhibidas.

OBJETIVO

El objetivo de este estudio fue determinar si la separación previa de los dos sexos antes de realizar el efecto macho es necesaria en las hembras fuertemente inhibidas, o si es más importante la actividad sexual del nuevo macho.

HIPÓTESIS

No es necesario la separación previa de los dos sexos antes de realizar el efecto macho en las hembras con una fuerte inhibición estacional, si se utilizan machos sexualmente activos.

MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Lugar

El presente estudio se realizó en el norte de México (Latitud, 26°23' N, Longitud, 104°47' W y una altitud 1100 a 1400 msnm). Esta región se le denomina Comarca Lagunera, en la cual el clima es semidesértico, y sus temperaturas máximas se registran de mayo a septiembre (entre 30° y 42°C), mientras que las temperaturas mínimas se registran entre los meses de noviembre a marzo (entre -5° y 10°C; Duarte, 2000). A las hembras y machos locales se les denomina Criollos. La mayoría de estos animales se explota bajo las condiciones de un sistema de pastoreo extensivo, donde hay fuertes variaciones en la calidad y la cantidad de alimento, y en este sistema no se les proporciona ningún suplemento alimenticio en el corral. Estos animales son explotados con el propósito de producir leche y cabritos (Sánchez, 2002).

3.2 Animales, alimentación y tratamiento

3.2.1 Machos caprinos

Se utilizaron 12 machos cabríos Criollos adultos de la región que pertenecían al Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA), de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Las características reproductivas de estos machos fueron descritas previamente por Delgadillo *et al.* (1999). Estos machos fueron puestos en instalaciones abiertas de 5 x 7 m, y recibieron una alimentación constante durante todo el estudio la cual consistió en heno de alfalfa a libre acceso (18% de proteína cruda) y 300 g de concentrado comercial (14% de proteína cruda, 2.5 Mkal/kg) por día por animal, el cual fue proporcionado en la mañana. El agua y los minerales fueron proporcionados a libre acceso. La preparación de los animales empezó el 1 de noviembre de 2001. Estos machos

fueron repartidos en dos grupos homogéneos de acuerdo a su condición corporal, peso corporal, peso testicular y olor. El primer grupo de machos (testigo: reposo sexual; n=6) fue sometido a las variaciones naturales del fotoperiodo de la región durante todo el estudio (13 h 41 min de la luz durante el solsticio de verano y 10 h 19 min de luz en el solsticio de invierno). El otro grupo de machos (tratado: sexualmente activo; n=6), fue sometido a 2.5 meses de días largos (16 h luz / 8 h de oscuridad) a partir del 1 de noviembre de 2001 (Delgadillo *et al.*, 2002). El 15 de enero 2002, el tratamiento fotoperiódico fue suspendido y los machos fueron expuestos únicamente a las variaciones naturales del fotoperiodo hasta el fin del estudio (18 de abril 2002). Este tratamiento estimula la secreción de testosterona y el comportamiento sexual de los machos durante el periodo natural de reposo sexual (Delgadillo *et al.*, 2002).

3.2.2 Hembras caprinas

Se utilizaron 39 cabras Criollas múltiparas, que parieron entre el 1 agosto de 2001 y el 1 noviembre de 2001. Las crías fueron destetadas a los 30 días posparto, y las cabras fueron ordeñadas manualmente una vez por día, en la mañana, durante todo el estudio. Estas hembras estuvieron en contacto permanente con cuatro machos adultos desde el 15 de diciembre de 2001. Estos animales pertenecían a un rebaño típico de la región, situado en el ejido Ricardo Flores Magón de Torreón, Coahuila. Los machos fueron provistos con un peto que les impidió realizar montas con eyaculación en las hembras. Las hembras y los machos eran explotados de manera extensiva antes de empezar el estudio. El 5 de marzo 2001, todas las hembras fueron estabuladas en instalaciones abiertas de 10 x 10 m, junto con los cuatro machos, donde percibieron las variaciones naturales del fotoperiodo de la región durante todo el estudio. Recibieron una alimentación constante que consistía en heno de alfalfa a libre acceso (18% de proteína cruda) y 200 g de concentrado comercial (14% de proteína cruda, 2.5 Mkal/Kg) por día y por animal la cual fue proporcionada en la mañana. El agua y minerales se proporcionaron también a libre acceso.

El 5, 15 y 25 de marzo de 2002, se obtuvieron muestras sanguíneas de todas las hembras para determinar los niveles plasmáticos de progesterona mediante la técnica de radioinmunoanálisis (RIA) descrita por Terqui y Thimonier (1974). Este procedimiento permite distinguir las hembras anovulatorias de las hembras cíclicas. Doce hembras fueron detectadas con actividad ovárica, mientras que otras cinco hembras fueron diagnosticadas gestantes por lo que fueron retiradas del experimento el 2 de abril. Este mismo día a las 8 de la mañana, las hembras en anestro fueron divididas en dos grupos homogéneos de acuerdo al peso corporal, condición corporal y producción láctea. Cada uno de los grupos fue puesto en contacto con uno de los machos que se encontraban previamente con ellas. Cada grupo de hembras fue alojado en un corral de 3 x 5 m. La distancia entre cada corral fue mayor de 120 m, para evitar cualquier influencia entre los grupos (Shelton, 1980). El día de la introducción de los nuevos machos (3 de abril; día 0) se obtuvo otra muestra sanguínea, de todas las hembras para verificar que ninguna había reactivado su actividad ovárica antes de la introducción de los nuevos machos.

3.3 Introducción de los nuevos machos caprinos: efecto macho

El 3 de abril de 2002 a las 8 de la mañana, los dos machos que se encontraban en contacto con las hembras fueron retirados. Inmediatamente después, un grupo de hembras anovulatorias (n=11) fue puesto en contacto con un macho en reposo sexual. El otro grupo de hembras anovulatorias (n=11) fue puesto en contacto con un macho sexualmente activo. Los nuevos machos permanecieron durante 17 días con las hembras (21 de abril de 2002, fin del estudio).

3.4 Variables evaluadas

3.4.1 Pruebas de comportamiento sexual de los nuevos machos

La actividad sexual de los nuevos machos fue observada durante los primeros 5 días a partir del 3 de abril. Estas observaciones se realizaron en la

mañana (8 a 10 h), antes de proporcionarles el alimento (Gonzalez *et al.*, 1991; Flores *et al.*, 2000). Se registraron las frecuencias de automarcajes con orina, olfateos ano-genitales, aproximaciones, intentos de montas y montas (Véliz *et al.*, 2000).

3.4.2 Actividad sexual de las hembras

En las hembras se detectó el estro en la mañana (8 a 10 h) y en la tarde (17 a 19 h) desde el día 0 hasta el día 17 posintroducción de los machos. Para ello, los machos fueron provistos de un arnés con un marcador de cera de color. El arnés lo portaron durante todo el experimento. Las hembras con marcas de cera en la parte pélvica se observaron para verificar si aceptaban la monta del macho y ser consideradas en estro. Si la hembra no aceptaba la monta, no se consideraba en estro. La actividad ovárica fue determinada obteniendo muestras sanguíneas diariamente del día 0 al día 9 después de la introducción de los nuevos machos. Del día 11 al día 23, esta la actividad fue determinada cada dos días. Para ello, las muestras fueron colectadas de la vena yugular utilizando tubos que contenían EDTA. El plasma obtenido después de centrifugar las muestras a 2500 g por 20 min, fue congelando a -20°C hasta las determinaciones hormonales. Las concentraciones plasmáticas de progesterona fueron determinadas mediante la técnica de RIA en duplicado descrita por Saumande *et al.* (1985). La sensibilidad del ensayo fue de 0.1 ng/ml. El coeficiente de variación intra e inter-ensayo fue de 5 y 7% respectivamente. Las hembras con niveles ≥ 0.5 ng/ml de progesterona se consideraron que habían ovulado (Gómez-Brunet *et al.*, 1995).

3.5 Análisis de datos

Las frecuencias de automarcajes con orina, olfateos ano-genitales, aproximaciones, los intentos de montas y las montas, se compararon mediante la prueba de chi-cuadrada corregida de Yates. Las proporciones de hembras que

manifestaron actividad estral y ovárica, en los grupos se compararon mediante una prueba exacta de probabilidades de Fisher.

RESULTADOS

4.1 Parámetros conductuales de los machos inductores

El comportamiento sexual registrado del macho testigo fue inferior al del macho tratado, registrándose en el primer macho menos del 20% del número total de cada variable ($P < 0.05$; Figura 1). En efecto, el 100% de los automarcajes con orina (10), flehmen (37), aproximaciones (125), intentos de monta (9) y las montas (7) fueron realizados por el macho tratado ($P < 0.05$; Figura 1). Además, el macho tratado efectuó el 93% de los olfateos ano-genitales (213/230).

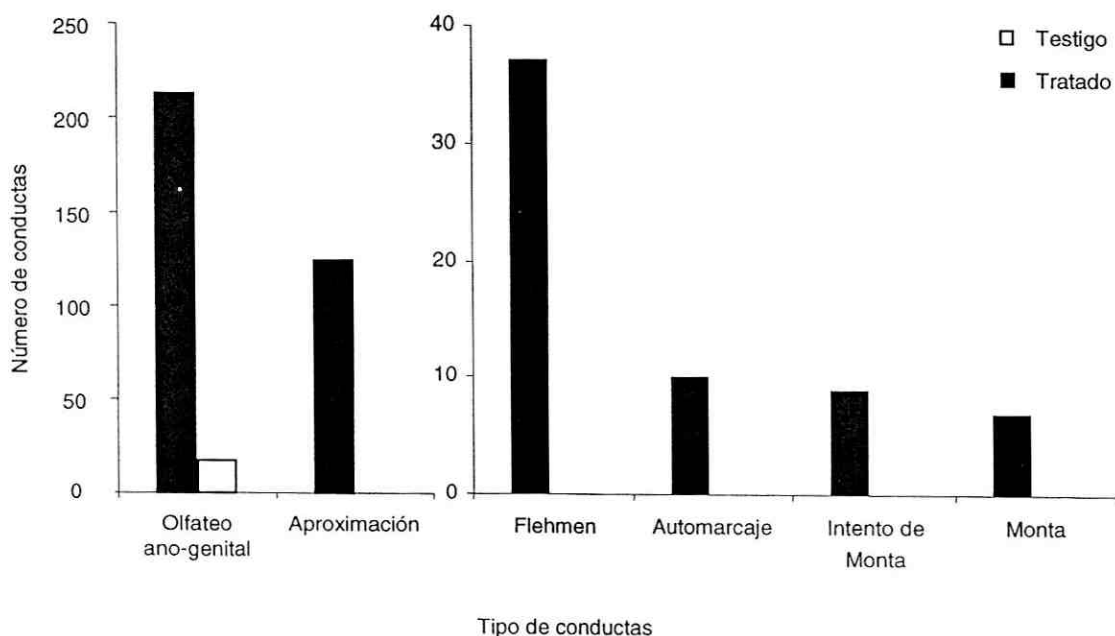


Figura 1. Comportamiento sexual registrado en un macho cabrío sometido a las variaciones naturales del fotoperiodo de la Comarca Lagunera (barras blancas) y en un macho tratado con 2.5 meses de días largos (barras negras). Las observaciones se realizaron dos horas diarias durante los primeros cinco días después de la introducción del macho, en 2 grupos de cabras anovulatorias.

4.2 Respuesta de las hembras al efecto macho

El 82% (9/11) de las hembras reactivaron su actividad sexual después de la introducción del nuevo macho sexualmente activo (Figura 2). En contraste, ninguna hembra en contacto con el macho en reposo sexual mostró actividad estral. Solamente una hembra de este grupo ovuló ($P < 0.05$; Figuras 2, 4). El intervalo entre la introducción del macho tratado y el inicio de la primera actividad estral fue de 72 ± 16 h. El 73% (8/11) de las hembras en contacto con el macho tratado presentó un actividad estral durante los primeros 5 días, la cual estuvo siempre asociada con una ovulación (Figura 3). El 88% (7/8) de estas hembras presentaron un ciclo estral de corta duración (7.1 ± 0.2 días; Figura 3), seguido de un segundo estro entre el día 6 y 10, el cual siempre fue asociado con una ovulación.

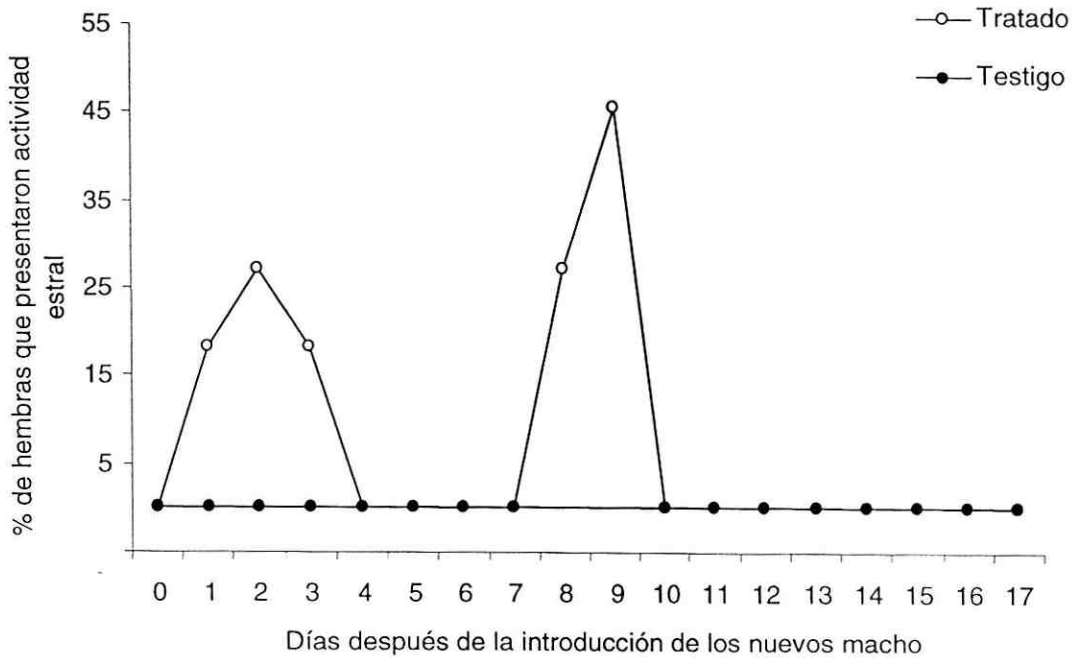


Figura 2. Respuesta estral observada en un grupo de hembras después de la introducción de un macho tratado con 2.5 meses de días largos (círculos blancos), o de un macho sometido a las variaciones naturales del fotoperiodo de la Comarca Lagunera (círculos negros). Ambos grupos estaban en contacto con machos en reposo sexual antes de la introducción de los nuevos machos.

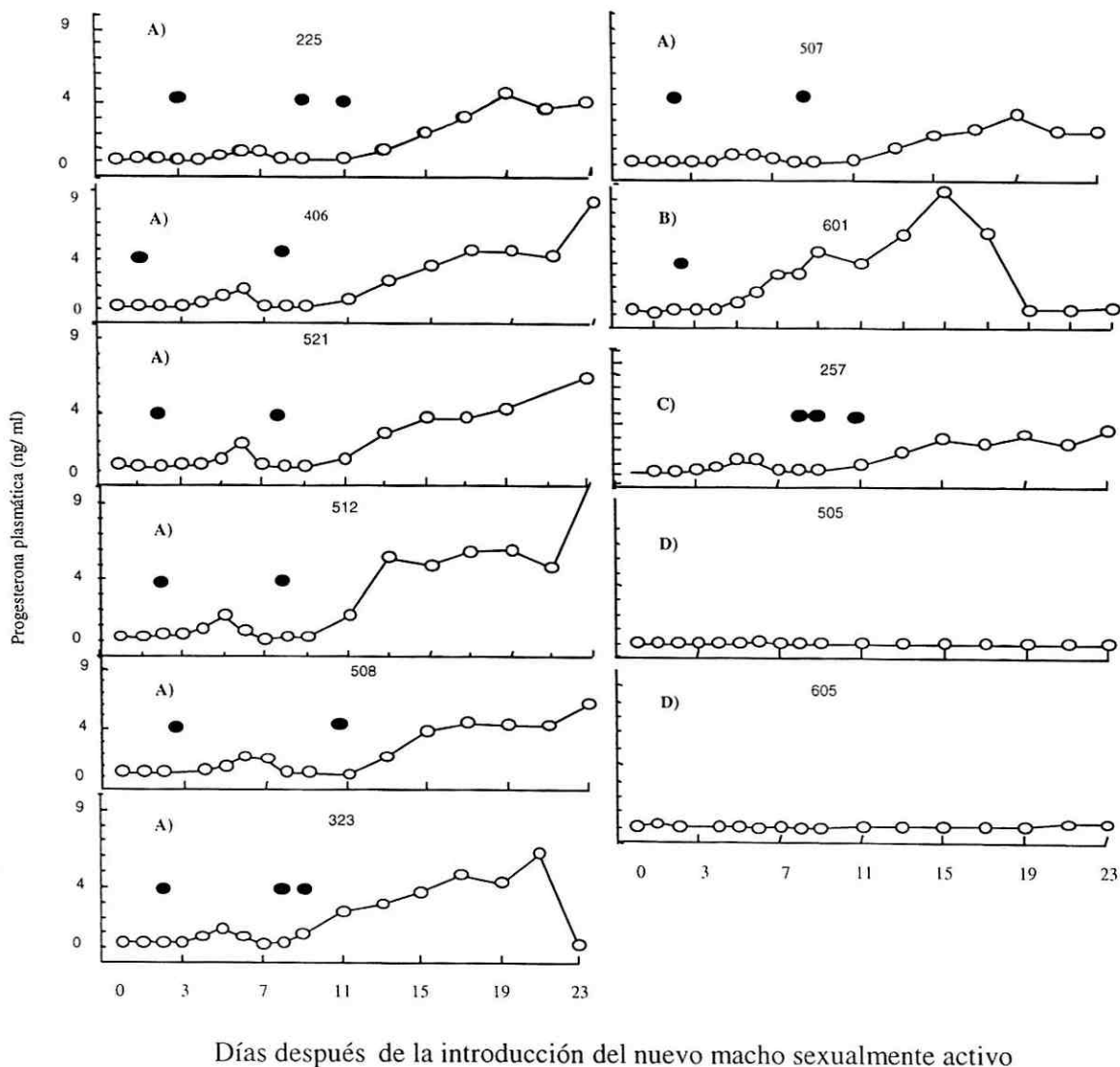


Figura 3. Niveles plasmáticos de progesterona (círculos blancos) y actividad estral (círculos negros) de las hembras después de la introducción de un nuevo macho sexualmente activo: a) hembras que mostraron un primer estro acompañado de un fase lútea de corta duración, seguido de un estro y un ciclo ovulatorio de duración normal; b) hembra que mostró un estro asociado a una fase lútea de duración normal; c) hembra que presentó una ovulación sin estro, seguida de un estro y fase lútea de duración normal; d) hembras que no presentaron ninguna reactivación de su actividad sexual.

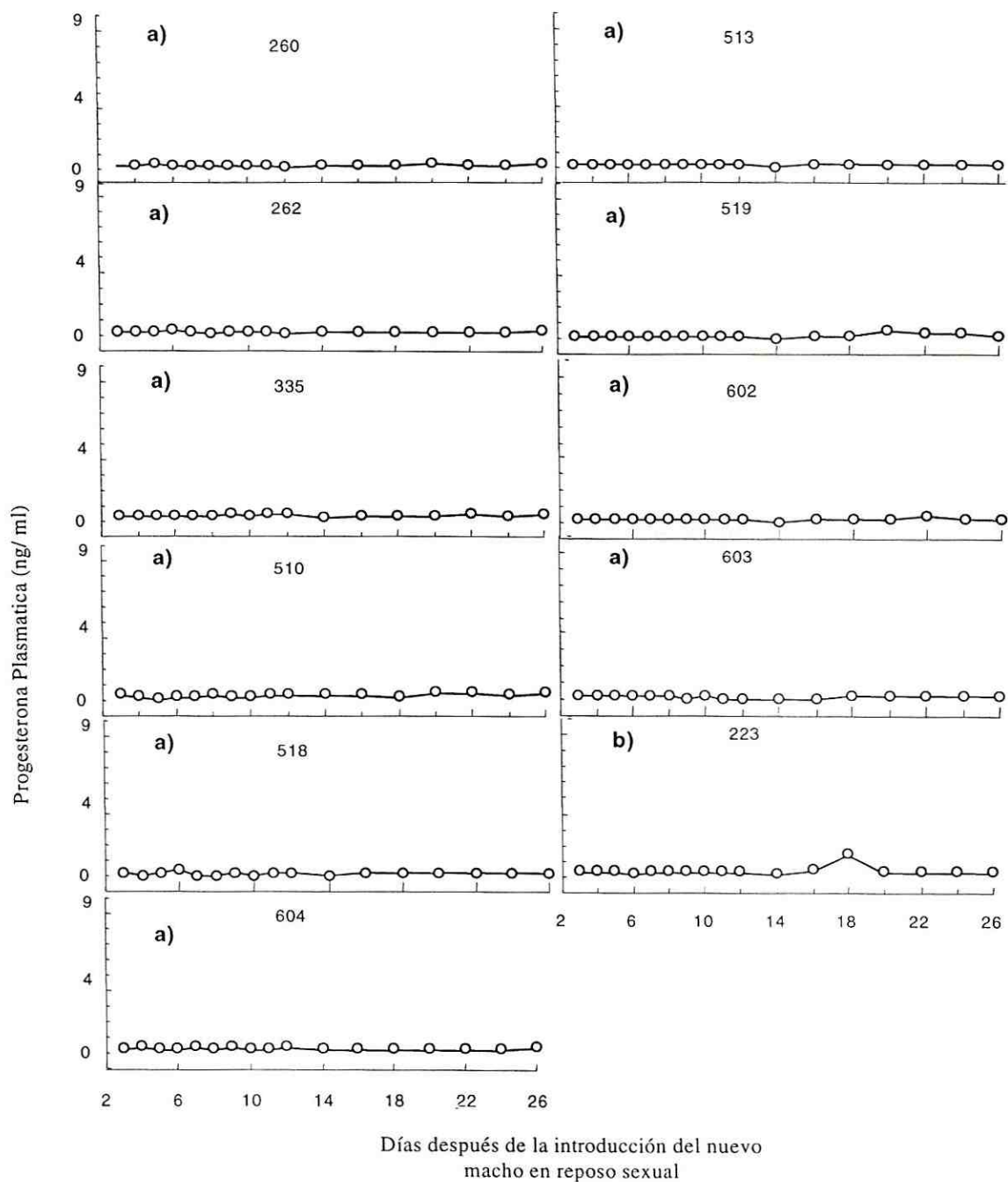


Figura 4. Niveles plasmáticos de progesterona (círculos blancos) de las hembras después de la introducción de un nuevo macho en reposo sexual. Ninguna hembra mostró actividad estral durante el estudio; a) hembras que no reactivaron su actividad ovulatoria; b) hembra que mostró una ovulación con una fase lútea de corta duración.

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio confirman que no es necesario un periodo de aislamiento entre los dos sexos para estimular la actividad sexual de cabras a través del efecto macho. En efecto, el 90% de las cabras expuestas al macho sexualmente activo, reactivaron su actividad sexual después de la introducción de éste, mientras que ninguna hembra expuesta al macho testigo reactivó su actividad estral, a pesar de que una de ellas ovuló.

Por lo anterior, estos resultados contrastan con lo que es sugerido en cabras por otros autores (Chemineau, 1987; Álvarez y Zarco, 2001), quienes mencionan que para obtener una alta respuesta estral de las cabras a la introducción de los machos, es indispensable un periodo previo de completo aislamiento entre las hembras y los machos durante al menos tres semanas. La idea de separación fue propuesta en las ovejas porque se observó que las hembras mantenidas en contacto permanente con machos mostraban una estacionalidad reproductiva similar a las hembras que estaban separadas de los machos. En contraste, las hembras sin previo contacto de machos responden a la introducción de éstos, reactivando su actividad sexual en los días subsiguientes, si la unión ocurre alrededor de un mes antes o después del comienzo de la estación reproductiva (Riches y Watson, 1954). Estos autores sugirieron que las hembras mantenidas en contacto continuo con machos se hacían refractarias a su presencia, por lo que se necesitaba un periodo de aislamiento de las hembras de los machos, para que éstas reactivaran su actividad sexual. Sin embargo, en las ovejas, este requerimiento de previa separación fue cambiado al menos en una situación de una débil inhibición. En efecto, en las ovejas mantenidas en contacto permanente con carneros, la introducción de otros machos, antes del inicio de la estación sexual, estimula la ovulación de las hembras (85%) al igual que en aquellas sometidas a una previa separación (86%; Cushwa *et al.*, 1992). Igualmente, en las cabras Criollas del norte de México, a principio de la estación de anestro en el mes de marzo, en la que las hembras están con una débil inhibición de su actividad sexual, la introducción de un nuevo macho en reposo sexual o sexualmente activo induce más del 85% de su actividad reproductiva. Sin embargo,

los resultados del presente estudio contrastan con los resultados en los que se sugiere que la introducción de un nuevo macho en reposo sexual puede inducir la actividad sexual de las hembras. En efecto, en el presente estudio ninguna hembra expuesta al macho en reposo sexual reactivó su actividad estral. En contraste, el 82% de las hembras expuestas al macho sexualmente activo reactivó su actividad sexual. Probablemente la alta respuesta de las hembras expuestas al macho tratado se debió a que estas hembras, fueron capaces de percibir diferencias entre el nivel de actividad (comportamiento sexual, vocalizaciones y producción de feromonas) del nuevo macho sexualmente activo y no sólo por la introducción del nuevo macho como se sugiere en las ovejas (Pearce y Oldham, 1988; Cushwa *et al.*, 1992). En efecto, la introducción del macho en reposo sexual no reactivó la actividad estral de ninguna hembra. Esto es similar a lo reportado anteriormente en los mismos animales donde la introducción de un macho en reposo sexual no estimuló la actividad sexual de las hembras (Flores *et al.*, 2000; Véliz *et al.*, 2002).

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio confirman que no es necesario un periodo de aislamiento entre los dos sexos para estimular la actividad sexual de las cabras durante la mitad del anestro a través del efecto macho. Además demuestran que la actividad sexual del nuevo macho introducido es lo más importante.

LITERATURA CITADA

- Álvarez L, Zarco LA. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet Mex* 32:117-129.
- 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. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats: A review. *Livest Prod Sci* 17:135-147.
- Cushwa WT, Bradford GE, Stabenfeldt GH, Berger YM, Dally MR. 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 JA, Canedo GA, Chemineau P, Guillaume D, Malpoux B. 1999. Evidence for an annual reproduction rhythm independent of food availability in male creole goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology* 52:727-377.
- Delgadillo JA, Flores JA, Véliz FG, Hernández HF, Duarte G, Vielma J, Poindron P, Chemineau P, Malpoux B. 2002. Induction of sexual activity of lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J Anim Sci* 80:2780-2786.
- Delgadillo JA, Flores JA, Véliz FG, Duarte G, Vielma J, Poindron P, Malpoux B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. *Revisión. Vet Méx* 34:69-79.
- Duarte G. 2000. Estacionalidad reproductiva y efecto del fotoperiodo sobre la actividad ovulatoria de las hembras caprinas Criollas de la Comarca Lagunera (Tesis de Doctorado), (D.F.) México: Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 77.
- Flores JA, Véliz FG, Pérez-Villanueva JA, Martínez de la Escalera G, Chemineau P, Poindron P, Malpoux B, Delgadillo JA. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol Reprod* 62:1409-1414.

- Gómez-Brunet A, López-Sebastian A, Picazo RA, Cabellos B, Goddard S. 1995. Reproductive response and LH secretion in ewes treated with melatonin implants and induced to ovulate with the male effect. *Anim Reprod Sci* 39:23-34.
- Gonzalez R, Orgeur P, Poindron P, Signoret JP. 1991. Female effect in sheep. I. The effects of sexual receptivity of females and the sexual experience of rams. *Reprod Nutr Dev* 31:97-102.
- Heredia M, Porras A, Velázquez A, Bores R, Rojas S. 2003. Evaluación del “efecto macho” y de la condición corporal sobre la estacionalidad reproductiva de la oveja Pelibuey. 3er Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos (ALEPRYCS) 7 al 9 de Mayo, Viña del Mar, Chile, Rep-14.
- Hoyos LG, Sáenz P, Salinas H. 1991. Desarrollo de módulos en la Región Lagunera. Evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera, 1ª. Reunión informativa, INIFAP-CIID, 1-11.
- Pearce GP, Oldham CM. 1988. Importance of non-olfactory ram stimuli in mediating ram-induced ovulation in the ewe. *J Reprod Fertil* 84:333-339.
- Perkins A, Fitzgerald JA. 1994. The behavioral component of the ram effect: the influence of ram sexual behavior on the induction of estrus in anovulatory ewes. *J Anim Sci* 72:51–55.
- Rosa HJD, Bryant MJ. 2002. The ‘ram effect’ as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. A review. *Small Ruminant Res* 45:1-16.
- Romero-Paredes J. 1998. Utilización de forrajes nativos del desierto en la alimentación de la cabra. XIII Reunión Nacional sobre Caprinocultura, Octubre del 21 al 23, San Luis Potosí, S. L. P. México, 74-84.
- Signoret JP. 1990. The influence of the ram effect on the breeding activity of ewes and its underlying physiology. In: Oldham CM, Martin GB, Purvis IW, editors. *Reproductive Physiology of Merino Sheep: Concepts and Consequences*. University of Western Australia: Perth 59–70.

- Saumande J, Tamboura D, Chupin D. 1985. Changes in milk and plasma concentrations of progesterone in cows after treatment to induce superovulation and their relationships with number of ovulations and embryos collected. *Theriogenology* 23, 719-731.
- 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 and Sheep Res* 1:156-162.
- Terqui M, Thimonier J. 1974. Nouvelle méthode radio-immunologique rapide pour l'estimation du niveau de progestérone plasmatique. Application pour le diagnostic précoce de la gestation chez la brebis et la chèvre. *CR Acad Sc Paris*; D279:1109–1112.
- Thimonier J, Cognie Y, Lassoued N, Khaldi G. 2000. L'effet mâle chez les ovins : une technique actuelle de maîtrise de la reproduction. *INRA Prod Anim* 13(4):223-231.
- Underwood EJ, Shier FL, Davenport N. 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(2):135–143.
- Vélez LI, Véliz FG, Vielma J, Duarte G, Poindron P, Malpaux B, Delgadillo JA. 2001. ¿En los caprinos es necesaria la separación de los 2 sexos antes de realizar el efecto macho?. XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal; IX Reunión Nacional de la Asociación Cubana de Producción Animal. 20 – 23 Noviembre de 2001. La Habana, Cuba. 338.
- Véliz FG, Moreno S, Duarte G, Vielma J, Chemineau P, Poindron P, Malpaux B, Delgadillo JA. 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.
- Walkden-Brown SW, Restall BJ, Henniawati. 1993. The male effect in the Australian cashmere goat. 3. Enhancement with buck nutrition and use of oestrous females. *Anim Reprod Sci* 32:69–84.

- Walkden-Brown SW, Martin GB, Restall BJ. 1999. Role of male–female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *J Reprod Fertil Suppl* 52:243–257.
- Wright PJ, Geytenbeek PE, Clarke IJ. 1990. The influence of nutrient status of post-partum ewes on ovarian cyclicity and on the oestrous and ovulatory responses to ram introduction. *Anim Reprod Sci* 23:293–303.