

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**CAPACIDAD DE LOS MACHOS CABRÍOS TRATADOS CON
DÍAS LARGOS ARTIFICIALES CONTINUOS PARA INDUCIR
LA ACTIVIDAD OVULATORIA CON DIFERENTE
PROPORCIÓN MACHO-HEMBRAS**

POR:

EFRAIN LÓPEZ LÓPEZ

TESIS:

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DE 2008

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**CAPACIDAD DE LOS MACHOS CABRÍOS TRATADOS CON
DÍAS LARGOS ARTIFICIALES CONTINUOS PARA INDUCIR
LA ACTIVIDAD OVULATORIA CON DIFERENTE
PROPORCIÓN MACHO-HEMBRAS**

TESIS

POR:

EFRAIN LÓPEZ LÓPEZ

ASESOR PRINCIPAL

DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DE 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**CAPACIDAD DE LOS MACHOS CABRÍOS TRATADOS CON
DÍAS LARGOS ARTIFICIALES CONTINUOS PARA INDUCIR
LA ACTIVIDAD OVULATORIA CON DIFERENTES
PROPORCIÓN MACHO-HEMBRAS**

TESIS

POR:

EFRAIN LÓPEZ LÓPEZ

ASESOR PRINCIPAL

DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

M.C. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELIAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DE 2008

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

PRESIDENTE DE JURADO

DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

VOCAL

DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

VOCAL

DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

VOCAL SUPLENTE

DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DE 2008

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por darme la vida, por la fuerza de cada día para realizar mis actos, por conducirme en este mundo.

A mis **padres** por su esfuerzo, apoyo incondicional y consejos que me han servido para salir adelante. A mis **hermanos** que siempre han estado conmigo. A mis tíos **Damián, Susana** por su apoyo. A mis abuelos **Francisco y Wilfrido** por sus palabras de motivación. A **Josué**, a **Braulio**, y a todos mis familiares. A todos mis **amigos** que siempre me apoyaron.

Al Dr. **José Alfredo Flores Cabrera**, mis más sinceros agradecimientos por su amistad, asesoría, disponibilidad y apoyo para la realización de esta tesis.

Al Dr. **José Alberto Delgadillo Sánchez**, agradezco, por su valiosa amistad y su orientación y corrección de esta tesis.

Al Dr. **Horacio Hernández Hernández**, por su valiosa amistad, orientación y corrección de esta tesis.

Al Dr. **Gerardo Duarte Moreno**, por su amistad, orientación y corrección de esta tesis.

A los Srs. **Luís y Enrique** por proporcionar las hembras para la realización de este proyecto.

A la **UAAAN** por haberme dado la oportunidad de permanecer en ella durante la licenciatura, y adquirir conocimientos valiosos que me servirán para el mañana.

DEDICATORIA

A DIOS

Por la vida.

A MIS PADRES

Jacobo Humberto López Feria

Y

Josefina López García

Por enseñarme a luchar, por tener siempre como prioridad a la familia, por el gran esfuerzo que hacen para sacar a mis hermanos adelante. Padre, madre les dedico esta tesis.

A MIS HERMANOS

Por tratar siempre de salir adelante, por compartir momentos inolvidables, por ser parte de mi vida.

ÍNDICE

| | Página |
|--|---------------|
| Índice de tablas..... | iii |
| Índice de figuras..... | iv |
| RESUMEN..... | v |
| Capítulo I | |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| Capítulo II | |
| REVISIÓN DE LITERATURA..... | 3 |
| 2.1. Estacionalidad reproductiva de los caprinos originarios de las zonas subtropicales..... | 3 |
| 2.2. Interacciones socio-sexuales y su influencia en la reproducción de las hembras..... | 4 |
| 2.2.1. Efecto hembra..... | 4 |
| 2.2.2. Efecto hembra-macho..... | 5 |
| 2.2.3. Efecto macho..... | 6 |
| 2.2.4 Factores que afectan la respuesta de las cabras al efecto macho.. | 8 |
| 2.2.4.1. Intensidad de la conducta sexual mostrada por los machos..... | 9 |
| 2.2.4.2 Proporción macho-hembras..... | 10 |
| Capítulo III | |
| OBJETIVO..... | 12 |
| Capítulo IV | |
| HIPÓTESIS..... | 13 |
| Capítulo V | |
| MATERIALES Y MÉTODOS..... | 14 |
| 5.1. Localización del estudio..... | 14 |
| 5.2. Animales experimentales..... | 14 |
| 5.2.1. Machos..... | 14 |
| 5.2.2. Tratamiento fotoperiodico de los machos..... | 15 |
| 5.2.3. Hembras | 15 |
| 5.3. Efecto macho..... | 16 |

| | |
|--|-----------|
| 5.4. Variables determinadas..... | 17 |
| 5.4.1. Machos..... | 17 |
| 5.4.2 Definicion de las variables | 17 |
| 5.5.. Hembras..... | 18 |
| 5.5.1. Actividad ovulatoria | 18 |
| 5.5.2. Tasa ovulatoria..... | 19 |
| 5.6. Análisis de datos..... | 19 |
| Capítulo VI | |
| RESULTADOS..... | 20 |
| 6.1. Comportamiento sexual de los machos..... | 20 |
| 6.2. Porcentaje de las hembras que presentaron actividad ovulatoria..... | 21 |
| 6.3. Tasa ovulatoria..... | 22 |
| 6.4 Porcentaje de hembras que manifestaron ciclos cortos..... | 23 |
| Capítulo VII | |
| DISCUSIÓN..... | 24 |
| Capítulo VIII | |
| CONCLUSIÓN..... | 27 |
| Capítulo IX | |
| LITERATURA CITADA..... | 28 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Página |
|--|--------|
| Tabla 1. Características (promedio \pm eem) de la condición corporal y producción láctea de las hembras de los 2 grupos experimentales utilizadas en el presente estudio..... | 16 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Página |
|---|---------------|
| Figura 1. Número de conductas sexuales observadas en los machos durante 1 hora diaria en los primeros 3 días posteriores a su introducción con las hembras. | 20 |
| Figura 2. Porcentaje de hembras que ovularon después de la introducción de los machos. |21 |
| Figura 3. Tasa ovulatoria (\pm EEM) de los dos grupos de cabras expuestas a machos sexualmente activos. La tasa ovulatoria es expresada como el número de cuerpos lúteos presentes en los dos ovarios de cada cabra al momento de las ecografías. |22 |

RESUMEN

La presente investigación se realizó para determinar si una disminución en la proporción de macho-hembras de 1:10 a 1:40 modifica la respuesta ovárica y la tasa ovulatoria de las cabras estimuladas con machos tratados con días largos continuos. El estudio se realizó del 1 de noviembre de 2007 al 16 de mayo de 2008. Se utilizaron 4 machos cabríos Criollos adultos que fueron sometidos a un tratamiento fotoperiódico de días largos continuos (16 h de luz/día), del 1 de noviembre de 2007 al 15 de abril de 2008. Se utilizaron además, 99 cabras adultas múltiparas anovulatorias. Estas hembras fueron divididas en 2 grupos homogéneos de acuerdo a su condición corporal y producción de leche. El 26 de abril de 2008 a las 08:00 hs, las hembras de los dos grupos fueron puestas en contacto con los machos. Un grupo de hembras (G10; n=20) fue expuesto a 2 machos (proporción macho-hembras 1:10). Un segundo grupo (G40; n=79) fue expuesto a 2 machos (proporción macho-hembras 1:40). En los 2 grupos los machos permanecieron con las hembras durante 15 días. En los machos, se determinó el comportamiento sexual de los machos durante 1 hora diaria (08:00–09:00 hs) los primeros 3 días de contacto con las hembras. En las hembras se determinó la actividad ovulatoria mediante ultrasonografía transrectal, para ello, se realizaron 2 ecografías los días 5 y 22 después de la introducción de los machos. La tasa ovulatoria fue determinada mediante el número de cuerpos lúteos registrados en ambos ovarios al momento de realizarse las ecografías. El número de conductas mostradas por los machos en contacto con las hembras del G10 fue similar a las conductas mostradas por los machos del G40 ($P>0.05$).El

porcentaje de hembras que presentaron actividad ovárica después de la introducción de los machos tratados en el grupo G10 fue de 100 % (20/20), mientras que en el G40 fue de 95 % (75/79; $P>0.05$). De igual manera, la tasa ovulatoria fue similar ($P>0.05$) entre los dos grupos (1.7 en el G10 y 1.68 en el G40). Los resultados del presente estudio indican que una disminución en la proporción macho-hembras de 1:10 a 1:40 no disminuye la capacidad de los machos cabríos sexualmente activos para estimular la actividad ovulatoria, ni afecta la tasa ovulatoria de las cabras sometidas al efecto macho.

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las razas de ovinos y caprinos originarios o adaptados a latitudes subtropicales presentan una estacionalidad en su actividad reproductiva (Delgadillo *et al.*, 1999; Rivera *et al.*, 2003). Por ejemplo, en las cabras locales del norte de México, las hembras presentan un periodo de anestro el cual se extiende de marzo a agosto, mientras que en los machos el periodo de reposo sexual se registra de enero a mayo (Delgadillo *et al.*, 2004). En las cabras que presentan una estacionalidad reproductiva, como las explotadas en el norte de México, la actividad sexual puede ser estimulada y sincronizada mediante la introducción de machos en el grupo de hembras anovulatorias (Flores *et al.*, 2000; Véliz *et al.*, 2006). Este fenómeno es conocido como efecto macho y ha sido ampliamente estudiado en ovinos y caprinos (Shelton, 1980; Chemineau, 1997; Walkden-Brown *et al.*, 1999; Rosa y Bryant, 2002; Ungerfeld *et al.*, 2004; Delgadillo *et al.*, 2006). Dentro de los factores que influyen en la calidad de respuesta de las hembras cuando son estimuladas mediante el efecto macho se encuentra la intensidad en el comportamiento sexual de los machos. Por ejemplo, cuando las ovejas son expuestas a machos que muestran una intensa actividad sexual, el 95 % de ellas manifiestan actividad ovárica, mientras que sólo el 7 % de ellas ovulan cuando son expuestas a machos con un comportamiento sexual bajo (Perkins y Fitzgerald, 1994).

Algo similar es observado en las cabras locales anovulatorias del norte de México, donde más del 80 % de las cabras manifiestan actividad estral cuando son expuestas a machos cabríos sexualmente activos, mientras que sólo alrededor del 10 % de ellas manifiestan estro cuando son expuestas a machos en reposo sexual (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002). Otro de los factores que influye en la respuesta de las cabras anovulatorias cuando son sometidas al efecto macho es la proporción de hembras por cada macho. Por ejemplo, cuando se incrementa la proporción macho-hembras de 1:10 a 1:20 ó 1:100, la respuesta sexual disminuye de 87 a 80 y 25 %, respectivamente (Signoret, 1982; Cushwa *et al.*, 1982; Walkden-Brown *et al.*, 1992). En las cabras locales del norte de México, el efecto macho generalmente se ha realizado con éxito utilizando machos previamente inducidos a una intensa actividad sexual mediante un tratamiento fotoperiódico y en una proporción macho-hembras de 1:10. En todos los estudios, la respuesta estral y ovárica es mayor del 85 % (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Luna-Orozco *et al.*, 2008; Rivas-Muñoz *et al.*, 2008). Considerando que el comportamiento sexual del macho es un factor determinante para estimular la actividad sexual de las hembras anovulatorias, en este estudio se investigó la capacidad de los machos sexualmente activos para inducir la actividad ovulatoria de las cabras cuando se incrementa la proporción macho-hembras de 1:10 a 1:40.

Capítulo II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Estacionalidad reproductiva de los caprinos originarios de las zonas subtropicales

En algunas razas de cabras originarias o adaptadas a las condiciones subtropicales, en los hemisferios norte y sur, se ha reportado una estacionalidad en su actividad reproductiva (Rivera *et al.*, 2002; Restall, 1992a; Delgadillo *et al.*, 2003). La estacionalidad en la actividad reproductiva se caracteriza por la alternancia de un periodo de reposo sexual o anestro seguido por un periodo de actividad sexual (Duarte, 2000). En las hembras, el periodo de anestro está asociado con la ausencia de estros y ovulaciones, y se presenta desde el inicio de la primavera hasta finales del verano. Por el contrario, la estación sexual se caracteriza por la sucesión de ciclos estrales y ováricos de 21 ± 3 días de duración. Ejemplo de ello son las cabras Criollas de Argentina (30° S), las Cashmere de Australia (28° S) y las cabras Criollas de la Comarca Lagunera (26° N). En estas razas, la estación sexual inicia en otoño y termina a finales del invierno (Rivera *et al.*, 2003; Restall, 1992a; Delgadillo *et al.*, 2003).

En los machos, la estación de reposo sexual, está caracterizada por una baja concentración plasmática de testosterona, bajo peso testicular, incremento de la latencia a la eyaculación, reducción cuantitativa y cualitativa de la producción espermática y baja libido. La máxima expresión de estos parámetros se alcanza durante el otoño (Walkden-Brown *et al.*, 1994a; Delgadillo *et al.*, 1999).

2.2. Interacciones socio-sexuales y su influencia en la reproducción de las hembras

Las interacciones sociales que tiene un animal con otros individuos de la misma especie pueden afectar sus procesos reproductivos (Rosa y Bryant, 2002). Estos efectos son observados tanto en ovinos como en caprinos, y en ambos sexos. En ovejas (Rosa y Bryant, 2002) y en cabras (Álvarez y Zarco, 2001), las interacciones socio-sexuales han sido divididas en tres categorías: interacciones hembra-hembra, hembra-macho y macho-hembra.

2.2.1. Efecto hembra

Este tipo de interacciones se observa a dos niveles, el primero de ellos es el estímulo de una hembra en estro sobre la actividad sexual de otras hembras en anestro estacional. El segundo de ellos es el papel estimulador de las hembras hacia el macho (Rosa y Bryant, 2002).

En la especie caprina, uno de los primeros reportes de este fenómeno fue dado por Walkden-Brown *et al.* (1993a) en donde menciona el papel inductor que tienen las hembras en estro sobre la actividad sexual de hembras anéstricas y se le denominó efecto hembra. De acuerdo a los reportes de Walkden-Brown *et al.* (1993a), después de la introducción de hembras en estro en un grupo de hembras en anestro, se registró un 77.8 % de ovulaciones después de 10 días. En otra investigación realizada para corroborar los resultados anteriores, utilizaron un 30

% de hembras en estro, y la respuesta fue similar, obteniéndose un 83.3 % de ovulaciones en el mismo periodo de tiempo (Restall *et al.*, 1995).

Después del primer contacto entre hembras, la respuesta de las hembras anéstricas, es una elevación de las concentraciones plasmáticas de LH (Álvarez *et al.*, 1999). Este aumento desencadena eventos que culminan con la ovulación; sin embargo, las cabras que ovulan debido a este estímulo, no presentan otra ovulación, es decir retornan a un estado de anestro nuevamente. Es requisito indispensable que las hembras estimuladoras se encuentren en estro para tener un efecto positivo, ya que al utilizar hembras que no están en estro, o que son extrañas al rebaño, existe una respuesta muy reducida o nula (Walkden-Brown *et al.*, 1993a, Restall *et al.*, 1995; Álvarez *et al.*, 1999).

2.2.2. Efecto hembra-macho

Dentro de las interacciones socio-sexuales, se ha reportado la existencia de un papel estimulante de la hembra en estro hacia el macho conocido como efecto hembra-macho (Walkden-Brown *et al.*, 1993a). Estudios previos en ovinos (González *et al.*, 1988a; González *et al.*, 1988b) y posteriormente en cabras (Walkden-Brown *et al.*, 1994b) que incluyeron la estación sexual y la de reposo sexual demostraron que en los machos el número de pulsos de LH, al igual que las concentraciones de LH y testosterona se incrementaron después del contacto con hembras en estro. En un estudio, un grupo de machos cabríos recibieron el estímulo de hembras en estro dos días antes del efecto macho. Los pulsos y las

concentraciones de LH y testosterona se incrementaron, pasando los pulsos y la concentración de LH de 1.4 ± 0.3 pulsos y 3.0 ± 0.3 ng/ml, antes de la introducción, a 3.3 ± 0.6 pulsos y a 5.3 ± 0.9 ng/ml después de la introducción. Este aumento en las concentraciones de LH y por ende de testosterona incrementó a corto plazo la habilidad de los machos cabríos para inducir ovulaciones en hembras anéstricas que fueron sometidas al efecto macho. Los machos que recibieron el estímulo de hembras en estro, indujeron un mayor porcentaje de hembras a ovular (96.6 %) que los machos sin este tipo de estímulo (72.4 %) (Walkden-Brown *et al.*, 1993a). El papel de las hembras sobre la actividad reproductiva de los machos cabríos, a largo plazo no ha sido todavía reportado.

En contraste, un estudio realizado en el norte de México, en donde un grupo de 20 hembras anéstricas se puso en contacto con 4 (20%) hembras en estro y dos machos. Los resultados obtenidos no concuerdan con los descritos anteriormente, sólo dos de las hembras ovularon, indicando una falla en la respuesta atribuyéndose principalmente a la inhabilidad de las hembras a responder al estímulo de las hembras en estro y al tiempo de la estación de anestro en que se realizó el estudio (Véliz *et al.*, 2002).

2.2.3. Efecto macho

La introducción de un macho en un grupo de hembras en anestro, puede inducir la actividad reproductiva en las hembras unos días después de ponerlos en

contacto. Este fenómeno es llamado efecto macho (Walkden-Brown *et al.*, 1999; Álvarez y Zarco, 2001; Rosa y Bryant, 2002; Delgadillo *et al.*, 2003). Las primeras observaciones de este fenómeno fueron reportada en ovinos por Girard (1913) y posteriormente por Underwood *et al.* (1944). El efecto macho constituye un estímulo social que permite iniciar la actividad reproductiva tanto en ovejas como en cabras (Álvarez y Zarco, 2001). En las razas caprinas muy estacionales, la respuesta de las hembras al efecto macho es mejor cuando se realiza un mes antes del inicio del período natural de actividad sexual o un mes después del final de la estación sexual anual (Martín *et al.*, 1983; Restall, 1992b; Mellado *et al.*, 2000).

Durante la estación de anestro en las hembras anovulatorias, la secreción de pulsos de GnRH y LH son infrecuentes debido principalmente a la retroalimentación negativa que ejerce el estradiol en el hipotálamo e hipófisis anterior (Martín *et al.*, 1986). Después de la introducción de los machos (2-4 min), se registra un incremento en la frecuencia de pulsos de LH el cual se mantiene por lo menos 12 h (Poindron *et al.*, 1980). Además de un aumento en la frecuencia, también existe un incremento en la amplitud de los pulsos de LH (Rosa y Bryant, 2002). En las cabras Saanen, la frecuencia de pulsos de LH pasa de 0.6 pulsos con una amplitud media de 0.5 ng/ml, tres horas antes del efecto macho, a 2.2 pulsos con amplitud media de 1.2 ng/ml tres horas después del contacto (Chemineau *et al.*, 1986). El aumento en el pulsatilidad de LH coincide con un incremento en el número y el diámetro de folículos grandes (Ungerfeld *et al.*, 2004). La estimulación al desarrollo folicular incrementa la secreción del estradiol, el cual por retroacción positiva provoca la aparición de un pico preovulatorio de LH

de 24 a 30 h después del primer contacto y la ovulación de 24 a 36 h más tarde (Signoret y Lindsay, 1982; Martín, 2002).

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

2.2.4. Factores que afectan la respuesta de las cabras al efecto macho

En las hembras estimuladas mediante el efecto macho, la respuesta estral y ovárica depende de factores como la proporción de hembras por macho, la época del año cuando se realiza el efecto macho y la intensidad de las conductas mostradas de los machos utilizados para este fin.

2.2.4.1. Intensidad de la conducta sexual de los machos

Otro factor que influye en la respuesta estral y ovárica de las hembras sometidas al efecto macho, es la intensidad de las conductas mostradas por los machos. Por ejemplo, el 95 % de las ovejas que se exponen a machos que muestran una intensa actividad sexual manifiestan actividad ovárica, mientras que cuando son estimuladas con machos que tienen una actividad sexual débil o baja, únicamente el 78 % de ellas ovula (Perkins y Fitzgerald, 1994). De igual forma, cuando se induce la actividad sexual de los machos mediante la aplicación de melatonina, la respuesta ovulatoria es mayor (56 %) que cuando se utilizan machos no tratados, los cuales tienen una libido baja (24 %). En caprinos, la intensidad de la libido mostrada por los machos cabríos también afecta la respuesta de las hembras sometidas al efecto macho. Por ejemplo, Walkden-Brown, *et al.* (1993) demostraron que los machos bien alimentados, los cuales mostraron una intensa libido, inducen a un mayor porcentaje de hembras a ovular que aquellos mal alimentados y que muestran una libido baja (38 %). Lo anterior demuestra que el comportamiento sexual de los machos es un factor muy importante para inducir la actividad sexual de las hembras en anestro, y que durante el anestro estacional es necesario estimular la actividad sexual de dichos machos para obtener una buena respuesta sexual en las hembras. En el norte de México, los machos locales inducidos a una intensa actividad sexual mediante la exposición a 2.5 meses de días largos a partir del 1 de noviembre seguido de la aplicación de 2 implantes de melatonina, o bien tratados con días largos únicamente, inducen la actividad sexual en la mayoría de las hembras anéstricas

(> 80 %). Al contrario, los machos no tratados que sólo perciben las variaciones naturales del fotoperiodo de la región, sólo estimulan la actividad sexual menos del 10 % de las cabras (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Véliz *et al.*, 2006; Rivas-Muñoz *et al.*, 2008).

2.2.4.2. Proporción macho-hembras

Uno de los factores que influye en la respuesta de las hembras sometidas al efecto macho es la proporción de hembras por macho (proporción macho-hembras). Por ejemplo, en un estudio realizado por Rodríguez-Iglesias *et al.* (1997), el porcentaje de hembras que responden a la introducción de machos en una proporción 1:6 es muy similar que cuando se utiliza en proporción 1:12. En ambos casos la respuesta es mayor al 90 %. Sin embargo, existen otros estudios que muestran que cuando la proporción macho-hembras incrementa, la respuesta de las hembras tiende a disminuir debido a una disminución en la intensidad del contacto entre los dos sexos. Por ejemplo, Signoret *et al.* (1982/83) reportan que en ovejas, una disminución drástica en la proporción macho-hembras de 1:20 a 1:100, se refleja en una disminución en el porcentaje de hembras que ovulan de 71 a 25 %, respectivamente.

En las hembras caprinas de la Comarca Lagunera el efecto macho se realiza con éxito utilizando una proporción 1:10 y utilizando machos previamente inducidos a una intensa actividad sexual mediante un tratamiento de días largos artificiales (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Véliz *et al.*, 2006; Luna-

Orozco *et al.*, 2008; Rivas-Muñoz *et al.*, 2008). En los estudios anteriores, más del 80 % de las hembras anovulatorias sometidas al efecto macho manifiestan actividad estral y ovárica en los primeros 10 días de contacto con los macho.

Capítulo III

OBJETIVO

Determinar si un incremento en la proporción macho-hembras de 1:10 a 1:40 modifica la respuesta ovulatoria y la tasa ovulatoria de las cabras estimuladas con machos tratados con días largos continuos.

Capítulo IV

HIPÓTESIS

Un incremento en la proporción de macho-hembras de 1:10 a 1:40 no modifica la actividad ovulatoria ni la tasa ovulatoria de las cabras estimuladas con machos tratados con días largos continuos.

Capítulo V

MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización del estudio

El presente estudio se realizó de 1 de noviembre de 2007 al 16 de mayo de 2008, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna y en el Ejido Corea, Municipio de Matamoros, Coahuila. Ambas localidades se encuentran enclavadas en la Comarca Lagunera la cual está situada a una latitud 26° Norte y a una altitud que varía de 1100 a 1400 metros sobre el nivel del mar.

5.2. Animales experimentales

5.2.1. Machos

En el presente estudio se utilizaron 4 machos cabríos Criollos adultos de la Comarca Lagunera. Estos machos fueron alojados en un corral al aire libre de 5 x 6 m y se alimentaron durante todo el estudio con heno de alfalfa a libre acceso y 300 g de concentrado comercial (14 % de P.C, 2.5 Mcal/kg) por día y por animal, el agua y sales minerales también se proporcionaron a libre acceso.

5.2.2. Tratamiento fotoperiódico de los machos

Todos los machos fueron sometidos a un tratamiento fotoperiódico de días largos artificiales continuos (16 h de luz/día), del 1 de noviembre de 2007 al 15 de abril de 2008. Para ello, en el corral se instalaron 6 lámparas fluorescentes que proporcionaron una intensidad luminosa entre 250-350 lux a nivel de los ojos de los machos. Los días largos fueron proporcionados combinando luz artificial y luz natural. El mecanismo de encendido y apagado de las lámparas se realizó mediante un reloj automático y programable (Interamic, Timerold, USA). El encendido de las lámparas fue fijo y ocurrió diariamente a la 06:00 h y el apagado fue a las 09:00 h. Por la tarde, el encendido de las lámparas se realizó a las 17:00 h y el apagado fue a las 22:00 h.

5.2.3. Hembras

Para este estudio se utilizaron 99 cabras adultas multíparas Criollas anovulatorias, las cuales eran explotadas en un sistema extensivo antes del inicio del estudio. La ciclicidad de las hembras fue determinada mediante 2 ecografías transrectales -20 y -10 días antes de la introducción de los machos. El 15 de abril de 2008, las hembras fueron estabuladas y divididas en 2 grupos homogéneos de acuerdo a su condición corporal y producción de leche (Tabla 1). A partir de ese día las hembras fueron alimentadas con heno de alfalfa a libre acceso, así como también tenían acceso al agua y sales minerales.

La ciclicidad de las hembras se determinó mediante ultrasonografía transrectal utilizando para ello un Scanner modo-B (Aloka SSD 550, Tokio, Japón) equipado con un transductor lineal de 7.5 MHz. Se llevaron a cabo dos ecografías 20 y -10 días antes de la introducción de los machos. El criterio para determinar si una hembra estaba cíclica, fue la presencia de al menos un cuerpo lúteo en alguna de las ecografías (de Castro *et al.*, 1999). En ninguna de las hembras se registró cuerpo lúteo en las dos ecografías. Las 99 hembras se dividieron en dos grupos homogéneos, considerando la condición corporal y la producción láctea (Tabla 1).

Tabla 1. Características (promedio \pm eem) de la condición corporal y producción láctea de los 2 grupos experimentales utilizadas en el presente estudio.

| Grupo | n | Condición corporal (Escala 1-4) | Producción láctea (Litros) |
|-------|----|------------------------------------|-------------------------------|
| G10 | 20 | 1.7 \pm 0.6a | 1.2 \pm 0.1a |
| G40 | 79 | 1.6 \pm 0.1a | 0.9 \pm 0.1a |

5.3. Efecto macho

El 26 de abril de 2008 a las 08:00 h, las hembras de los dos grupos fueron puestas en contacto con los machos. Un grupo de hembras (G10; n=20) fue expuesto en contacto con 2 machos (proporción macho-hembras 1:10). Un segundo grupo (G40; n=79) fue expuesto a 2 machos (proporción macho-

hembras 1:40). En los 2 grupos los machos permanecieron con las hembras durante 15 días.

5.4. Variables determinadas

5.4.1. Machos

Se determinó el comportamiento sexual de los machos durante 1 hora diaria (08:00–09:00 h), los primeros 3 días después de ser puestos en contacto con las hembras. Las conductas evaluadas fueron: flehmen, olfateos ano-genitales, aproximaciones, intentos de monta, monta sin penetración, monta con penetración y automarraje con orina.

5.4.2. Definición de las variables

Flehmen: Un flehmen se consideró cuando el macho realizaba un levantamiento del labio superior durante unos segundos.

Olfateo ano-genital: Se consideró un olfateo ano-genital cuando el macho se aproximaba a una hembra por la parte posterior y olfateaba la región ano-genital.

Aproximaciones: Una aproximación fue considerada a cada uno de los acercamientos del macho hacia una hembra por la parte lateral o posterior, emitiendo un sonido y levantando o no uno de los miembros anteriores.

Intentos de monta: Se consideró como intento de monta a cada uno de los intentos del macho por montar a las hembras, sin lograr permanecer sobre ella.

Montas sin penetración: Se consideró monta sin penetración cuando el macho lograba ponerse encima de la parte trasera de la hembra apoyado de sus miembros posteriores en el piso, sin conseguir la penetración.

Monta con penetración (cópula): Se consideró como monta completa cuando el macho conseguía montar totalmente a la hembra y realizaba la penetración (realizando un movimiento pelviano indicando una posible eyaculación).

Automarcaje con orina: Un automarcaje con orina se consideró cuando el macho desenvainaba el pene y se orinaba la cara, boca y miembros delanteros.

5.5. Hembras

5.5.1. Actividad ovulatoria

La actividad ovulatoria se determinó mediante ultrasonografía transrectal, utilizando para ello un Scanner modo –B (Aloka SSD, Tokio, Japón) equipado con transductor lineal de 7.5 MHZ. El criterio para determinar si una hembra había ovulado fue la presencia de al menos un cuerpo lúteo en los ovarios. Para ello, se realizaron 2 ecografías los días 5 y 22 después de la introducción de los machos.

5.5.2. Tasa ovulatoria

La tasa ovulatoria fue determinada por el número de cuerpos lúteos registrados en ambos ovarios al momento de realizarse las ecografías. Para ello, se realizaron 2 ecografías los días 5 y 22 después de la introducción de los machos.

5.6 Análisis de datos

Las proporciones de hembras que ovularon fueron comparadas mediante una prueba de X^2 . La tasa ovulatoria de ambos grupos fue comparada mediante una prueba no paramétrica de Mann-Whitney. Finalmente, el comportamiento sexual de los machos fue comparado mediante la prueba exacta de probabilidad de Fisher.

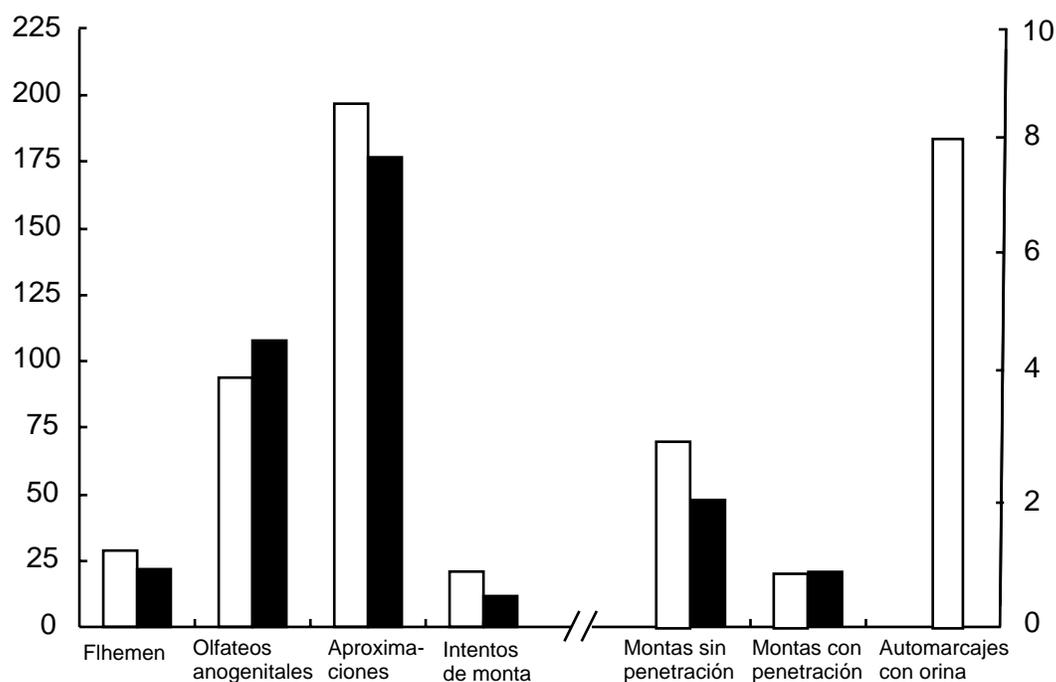
Capítulo VI

RESULTADOS

6.1. Comportamiento sexual de los machos

En la Figura 1 se muestra el comportamiento sexual mostrado por los machos durante 1 hora diaria en los primeros 3 días después de ser puestos en contacto con las hembras de los dos grupos. El número de conductas mostradas por los machos en contacto con las hembras del G10 fue similar a las conductas mostradas por los machos del G40 ($P>0.05$).

Numero de conductas sexuales



Comportamiento sexual de los machos

Figura 1. Número de conductas sexuales registradas en los machos durante 1 hora diaria en los primeros 3 días posteriores a su introducción con las hembras. □ Macho en contacto con las hembras del G10, ■ Machos en contacto con las hembras del G40.

6.2. Porcentaje de hembras que presentaron actividad ovulatoria

En la Figura 2 se muestra el porcentaje de hembras de los dos grupos que ovularon en el primer y segundo pico, así como el porcentaje total de hembras que ovularon después de ser puestas en contacto los machos. El porcentaje total de hembras que presentaron actividad ovulatoria después de la introducción de los machos en el grupo G10 fue de 100% (20/20), mientras que en el G40 este porcentaje fue de 95 % (75/79; $P > 0.05$). No se encontró diferencia estadística significativa entre los dos grupos ($P > 0.05$).

% de hembras que ovularon

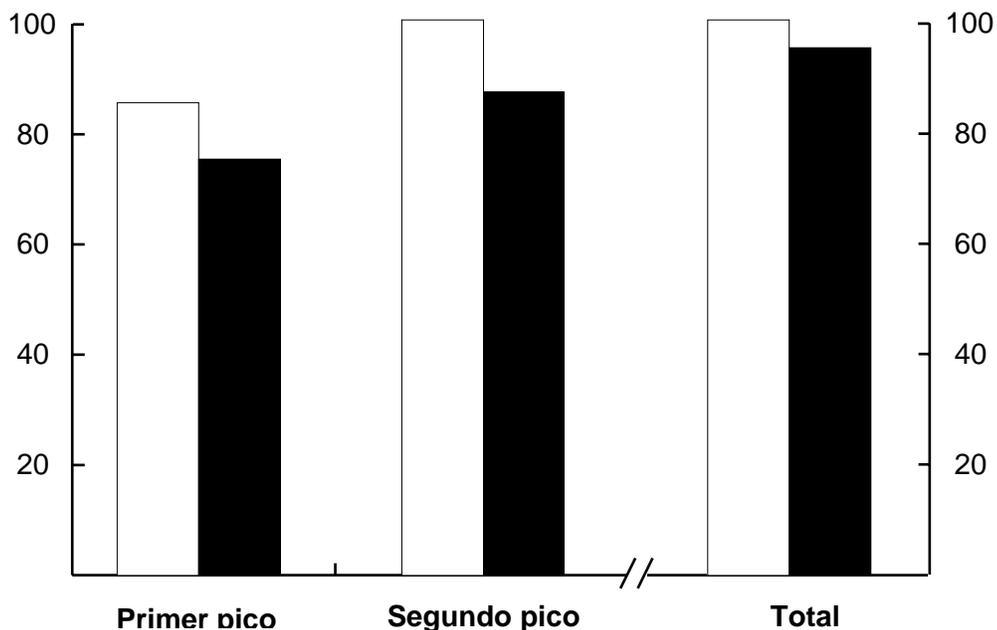


Figura 2. Porcentaje de hembras que ovularon después de la introducción de los machos. En el G10 (□) se introdujeron 2 machos en una proporción macho-hembras de 1:10. En el G40 (■) se introdujeron 2 machos en una proporción macho-hembras de 1:40.

6.3 Tasa ovulatoria

En la Figura 3 se muestran los promedios (\pm EEM) de la tasa ovulatoria para los dos grupos de hembras sometidas al efecto macho. La tasa ovulatoria total fue similar ($P>0.05$) entre los dos grupos (1.70 en el G10 y 1.68 en el G40). No se encontró diferencia significativa entre los dos grupos de hembras en el primer y segundo pico ($P>0.05$).

Número de cuerpos lúteos

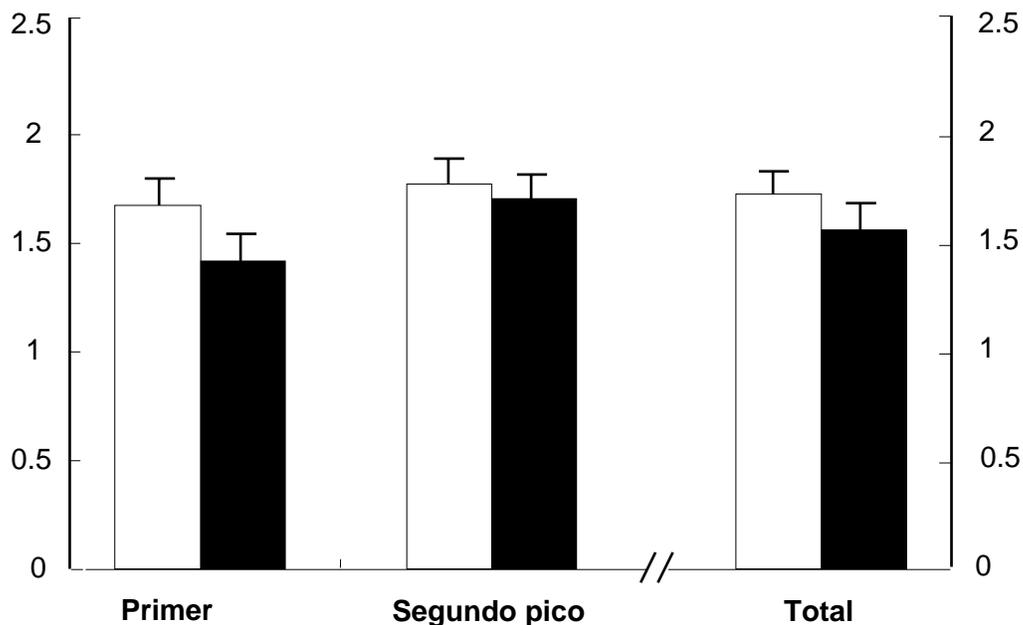


Figura 3. Tasa ovulatoria (\pm EEM) de los dos grupos de cabras expuestas a machos sexualmente activos. La tasa ovulatoria es expresada como el número de cuerpos lúteos presentes en los dos ovarios de cada cabra al momento de las ecografías. En el G10 (□) se introdujeron 2 machos en una proporción macho-hembras de 1:10. En el G40 (■) se introdujeron 2 machos en una proporción macho-hembras de 1:40.

6.4 Porcentaje de hembras que manifestaron ciclos cortos

El porcentaje de hembras que manifestaron ciclo ovulatorio de corta duración fue similar entre ambos grupos (G10:17/17,100%; G40:53/63,84.1%)

Capítulo VII

DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación demuestran que los machos sexualmente activos tienen la capacidad de inducir la actividad ovulatoria en las cabras anovulatorias aún cuando se aumenta la proporción macho-hembras de 1:10 a 1:40. En este estudio se utilizó una proporción macho-hembras de 1:10 y 1:40, y el porcentaje de hembras que ovularon en los primeros 15 días de contacto fue del 95 y 100% en ambos grupos, respectivamente. Estos resultados coinciden con estudios realizados anteriormente donde se utiliza el modelo de machos tratados para inducir la actividad sexual de las cabras anovulatorias y utilizando una proporción de 1 macho por cada 10 hembras (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 202; Véliz *et al.*, 2006; Rivas-Muñoz *et al.*, 2008). Bajo este esquema, más del 85 % de las cabras son inducidas a la actividad sexual en los primeros 15 días después de la introducción de los machos. Sin embargo, en el presente estudio, al aumentar cuatro veces (1 macho por 40 hembras) la cantidad hembras por macho, no afectó el porcentaje total de hembras que ovularon. De igual manera, la tasa ovulatoria también fue similar entre los dos grupos, independientemente de la cantidad de hembras que estimuló cada macho. Lo anterior demuestra una vez más que los machos sexualmente activos tratados con días largos artificiales proporcionan un estímulo muy fuerte para la inducción de las hembras durante el anestro estacional (Delgadillo *et al.*, 2006).

La respuesta obtenida en la presente investigación es superior a la reportada en otros estudios donde utilizaron una proporción similar a la nuestra (Chemineau, 1987; Restall, 1992; Mellado *et al.*, 1996).

Sin embargo, en esos estudios, a diferencia del nuestro, los machos utilizados no fueron tratados y no se reporta la actividad sexual que mostraron estos al ser puestos en contacto con las hembras. Probablemente, la baja intensidad de las conductas mostradas por esos machos no fueron lo suficientemente intensas para lograr una buena respuesta por parte de las hembras. Ello explicaría la diferencia en la proporción de hembras que respondieron en comparación al presente estudio. Está demostrado que el comportamiento sexual de los machos es un factor determinante en la respuesta de las hembras al efecto macho (Perkins y Fitzgerald, 1994; Flores *et al.*, 2000; Rosa *et al.*, 2006). En efecto, en los dos grupos del presente estudio, los machos desplegaron una intensa actividad sexual al ser puesto en contacto con las hembras, lo cual fue determinado mediante las observaciones del comportamiento sexual durante los primeros 3 días de contacto con las hembras.

Por otro lado, en este estudio se demuestra que los machos tratados con días largos continuos son muy eficientes para inducir la actividad sexual de las hembras anovulatorias, similar a lo demostrado anteriormente con machos tratados con días largos y melatonina (Flores *et al.*, 2000) o días largos seguidos de días cortos naturales (Delgadillo *et al.*, 2002). Desde el punto de vista de aplicación, estos resultados son muy interesantes porque demuestran que un incremento en el número de hembras estimuladas por un solo macho (1 macho

por 40 hembras) no disminuye la capacidad del mismo para inducir la actividad sexual de las cabras durante el anestro.

Lo anterior permite optimizar el uso de sementales en los hatos caprinos. Sería interesante determinar si el aumento en la proporción macho-hembras no afecta la fertilidad de las mismas o sería necesario llevar a cabo un programa de monta controlada.

Capítulo VIII

CONCLUSIÓN

Los resultados del presente estudio indican que un aumento en la proporción macho-hembras de 1:10 a 1:40 no disminuye la capacidad de los machos cabríos sexualmente activos para estimular la actividad ovulatoria, ni afecta la tasa ovulatoria de las cabras sometidas al efecto macho.

Capítulo IX

LITERATURA CITADA

- Álvarez, L., Zarco, L. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet. Mex.* 32:117-129.
- Álvarez, L., Ducoing, A.E., Zarco, L., Trujillo, AM. 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. Mex.* 30:25-31.
- Chemineau, P. 1983. Effects on oestrus and ovulation of exposing Creole goats to the male at three times of the year. *J. Reprod. Fertil.* 67:65-72.
- Chemineau, P., Normant, E., Ravault, J.P., Thimonier, J. 1986. Induction and persistence of pituitary and ovarian activity in the out-of-season lactating dairy goat after a treatment combining a skeleton photoperiod, melatonina and the male effect. *J. Reprod. Fertil.* 78:497-504.
- De Castro, T., Rubianes, E., Menchaca, A., Rivero, A. 1999. Ovarian dynamics, serum estradiol and progesterona concentrations during the interovulatory interval in goats. *Theriogenology.* 52:399-411.
- Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpaux, B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical northern México. *Theriogenology.* 52:727-737.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpaux, B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J. Anim. Sci.* 80:2780-2786.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Malpaux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. *Vet. Mex.* 34:69-79.
- Delgadillo J.A., Fitz-Rodríguez G, Duarte G, Véliz FG, Carrillo E, Flores JA, Vielma J, Hernández HF, Malpaux B. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reprod. Fertil. Dev* 2004:16:1-8.

- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Hernández, H., Fernández, I. 2006. Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. *Reprod. Nutr. Dev.* 46:391-400.
- Duarte, G. 2000. Estacionalidad reproductiva y efecto del fotoperiodo sobre la actividad ovulatoria de las hembras caprinas de la Comarca Lagunera (tesis de Doctorado). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México, DF. pp.
- Flores, J.A., Véliz, F.G., Pérez-Villanueva, J.A., Martínez de la Escalera, G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol. Reprod.* 62:1409-1414.
- Girard, L. 1813. Moyens employés avec succès, 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 portières d'un troupeau. *Ephémérides de la Société d'Agriculture du Département de l'Indre pour l'An 1813 Séance du 5 September, VIII Cahier, Château-Roux, Département de l'Indre, VII, 66-68.*
- Gonzalez, R., Orgeur, P., Signoret, J.P. 1988a. Luteinizing hormone, testosterone and cortisol responses in rams upon presentation of estrous females in the nonbreeding season. *Theriogenology.* 30:1075-1085.
- Gonzalez, R., Poindron, P., Signoret, J.P. 1988b. Temporal variation in LH and testosterone response of rams after the introduction of oestrous females during the breeding season. *J. Reprod. Fertil.* 83:201-208.
- Luna-Orozco, J.R., Fernandez, I.G., Gelez H., J.A., Delgadillo, J.A. 2008 Parity of female goats does not influence their estrous and ovulatory responses to male effect. *Animal Reprod. Sci.* 106:352-360.
- Martín, G.B., Scaramuzzi, R.J., Lindsay, D.R. 1983. The effect of the introduction of rams during the anoestrous season on the pulsatile secretion of LH in ovariectomized ewes. *J. Reprod. Fertil.* 67:47-55.
- Martín, G.B., Oldham, C.M., Cognié, Y., Pearce, D.T. 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams: a review. *Livestock Prod. Sci.* 15:219-247.

- Martín, G.B. 2002. Socio-sexual signal and reproduction in mammals: an overview. Curso internacional sobre feromonas y bioestimulación sexual. F.M.V.Z. U.N.A.M. México. D.F. pp 11-28.
- Mellado, M., Cárdenas, C., Ruiz F. 2000. Mating behavior of bucks and does in goat operations under range conditions. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 67:89-96.
- Poindron, P., Cognié, Y., Gayerie, F., Orgeur, P., Oldham, C.M., Ravault, J.P. 1980. Changes in gonadotropins and prolactin levels in isolated (seasonally or lactationally) anovular ewes associated with ovulation caused by the introduction of rams. *Physiol. Behav.* 25:227-236.
- Restall, B.J. 1992a. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim. Reprod. Sci.* 27:305-318.
- Restall, B.J. 1992b. The male effect in goats. V International Conference on Goats. Pre-conference proceedings invited papers. New Delhi, India. 2:322-330.
- Restall, B.J., Restall, H., Walkden-Brown, S.W. 1995. The induction of ovulation in anovulatory goats by oestrus females. *Anim. Reprod. Sci.* 40:299-303.
- Rivas-Muñoz, R., Fitz-Rodríguez, G., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous or discontinuous exposure to males. *J. Anim. Sci.* 85:1257-1263.
- Rodríguez-Iglesias, R.M., Ciccioli, N.H., Irazoqui, H. 1997. Ram-induced reproduction in seasonally anovular corriedale ewes: MAP doses for oestrous induction, ram percentages and post-mating progestagen supplementation. *Anim. Sci.* 64:119-125.
- Rosa, H.J.D., Bryant, M. J. 2002. The “ram effect” as a way of modifying the reproductive activity in the ewe: a review. *Small. Rumin. Res.* 45:1-16.
- Shelton, M. 1980. Goats: influence of various exteroceptive factors on initiation of estrus and ovulation. *International Goat and Sheep Research.* 1:156-162.
- Signoret, J.P., Lindsay, D.R. 1982. The male effect in domestic mammals: effect on LH secretion and ovulation: importance of olfactory cues. In: *Olfaction and Endocrine Regulation.* Ed W. Breipohl. IRL press, London, UK. pp 63-72.

- Underwood, E.J., Shier, F.L., Davenport, N. 1944. Studies in sheep industry in Western Australia. V. The breeding season of Merino crossbred and British breed in the agricultural districts. *J. Dep. Agric. West. Aust.* 11:135-143.
- Ungerfeld, R., Forsberg, M., Rubianes, E. 2004. Overview of the response of anoestrous ewes to the ram effect. *Reprod. Fertil. Dev.* 16 :479-490.
- Véliz, F.G., Moreno, S., Duarte, G., Vielma, J., Chemineau, P., Poindron, P., Malpaux, B., Delgado, J.A. 2002. Male effect in seasonally anovulatory lactating goats depends on the presence of sexually active bucks, but not estrous females. *Anim. Reprod. Sci.* 72:197-207.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Henniawati, R. 1993a. 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, S.W., Restall, B.J., Henniawati R. 1993b. The male effect in the Australian cashmere goat. 2. Role of olfactory cues from the male. *Anim. Reprod. Sci.* 32:55-67.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Norton, B.W., Scaramuzzi, R.J., Martin, G.B. 1994a. Effect of nutrition on seasonal pattern of LH, FSH and testosterone concentration, testicular mass, sebaceous gland volume and odour in Australian cashmere goats. *J. Reprod. Fertil.* 102:351-360.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Norton, B.W., Scaramuzzi, R.J. 1994b. The "female effect" in Australian cashmere goats: effect of season and quality of diet on the LH and testosterone response of bucks to oestrus does. *J. Reprod. Fertil.* 100: 521-531.
- Walkden-Brown, S.W., Martin, G.B., Restall, B.J. 1999. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 52:243-257.