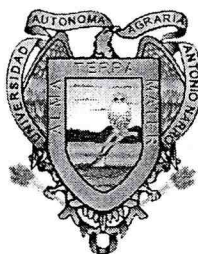


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**LOS MACHOS CABRÍOS CRIOLLOS SON CAPACES DE
ESTIMULAR LA ACTIVIDAD ESTRAL DE LAS CABRAS
ANOVULATORIAS DURANTE EL MES DE JUNIO**

POR:

CESAR DE JESUS BARRIOS MARTINEZ

TESIS:

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

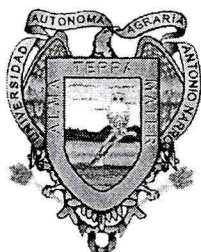
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México.

Octubre del 2005.

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**LOS MACHOS CABRÍOS CRIOLLOS SON CAPACES DE
ESTIMULAR LA ACTIVIDAD ESTRAL DE LAS CABRAS
ANOVULATORIAS DURANTE EL MES DE JUNIO**

POR:

CESAR DE JESUS BARRIOS MARTINEZ

ASESOR PRINCIPAL



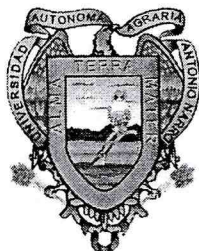
DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

Torreón, Coahuila, México.

Octubre del 2005.

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**LOS MACHOS CABRÍOS CRIOLLOS SON CAPACES DE
ESTIMULAR LA ACTIVIDAD ESTRAL DE LAS CABRAS
ANOVULATORIAS DURANTE EL MES DE JUNIO**

POR:

CESAR DE JESUS BARRIOS MARTINEZ

ASESOR PRINCIPAL



DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



M.C. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA



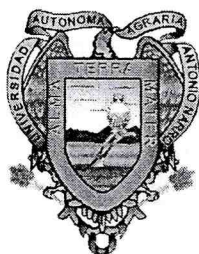
Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal
UAAAN - UL

Torreón, Coahuila, México.

Octubre del 2005.

**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. GERARDO DUARTE MORENO

Torreón, Coahuila, México.

Octubre de 2005.

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Terra Mater la UAAAN-UL por brindarme la oportunidad de formarme como profesionista y darme el orgullo de ser un MVZ.

Agradezco a mi padre Julio Cesar Barrios Ranz, a mi tía Elsa Isabel Barrios Ranz y a mi abuelita Isabel Ranz Ocampo por haber confiado en mí, por su apoyo incondicional y por darme todos los valores necesarios para triunfar en la vida.

Dr. José Alfredo Flores Cabrera, por su apoyo, asesoramiento para la realización de esta tesis, sobre todo por su valiosa y sincera amistad, consejos y confianza brindada.

Dr. José Alberto Delgadillo por sus consejos, comentarios y correcciones sobre la elaboración de este trabajo.

Dr. Horacio Hernández y Dr. Gerardo Duarte por sus comentarios y correcciones sobre la elaboración de esta tesis, así como por su amistad.

A todos los demás integrantes del CIRCA por el apoyo brindado para realizar este trabajo y sobre todo por la amistad y el compañerismo que me ofrecieron durante todo este tiempo.

A mis amigos por acompañarme en este camino de formación y crecimiento y por brindarme su amistad y su apoyo en todo momento.

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECyT) del Estado de Coahuila por la beca otorgada para la elaboración de esta tesis.

Al productor Sr. Alejandro Sandoval del Ejido el Cambio Municipio de Matamoros Coahuila por facilitar las hembras caprinas para el estudio.

INDICE

| | |
|--|------|
| RESUMEN | viii |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| REVISIÓN DE LITERATURA | 3 |
| 2.1. Estacionalidad reproductiva de los ovinos y caprinos | 3 |
| 2.2. Control de la actividad reproductiva | 5 |
| 2.2.1. Inducción de la actividad sexual de los machos mediante tratamientos fotoperiódicos | 5 |
| 2.2.2. Inducción de la actividad sexual de las hembras anovulatorias mediante el efecto macho | 6 |
| 2.2.3. Secreción de LH durante el efecto macho | 7 |
| 2.2.4. Percepción del macho por las hembras | 8 |
| OBJERTIVOS | 11 |
| HIPÓTESIS | 11 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 12 |
| 3.1. Localización del experimento | 12 |
| 3.2. Animales experimentales | 12 |
| 3.2.1. Machos caprinos | 12 |
| 3.2.1.1 Tratamiento Fotoperiódico | 13 |
| 3.2.2 Hembras | 13 |
| 3.2.2.1 Ciclicidad de las hembras | 14 |
| 3.3 Efecto macho | 14 |
| 3.4 Variables evaluadas | 14 |
| 3.4.1 Comportamiento sexual de los machos | 14 |

| | |
|---|----|
| 3.4.2 Definiciones de las conductas de los machos | 15 |
| 3.4.3 Actividad estral de las hembras | 15 |
| 3.4.4 Diagnóstico de gestación a los 50 días | 16 |
| 3.4.5 Fertilidad al parto y prolificidad | 16 |
| 3.5 Análisis de datos | 16 |
| RESULTADOS | 17 |
| 4.1 Machos | 17 |
| 4.2 Hembras | 18 |
| 4.2.1 Actividad estral | 18 |
| 4.2.2 Intervalo entre la introducción del macho y el inicio del estro | 19 |
| 4.2.3 Porcentaje de ciclos cortos | 19 |
| 4.2.4 Fertilidad a los 50 días | 19 |
| 4.2.5 Fertilidad al parto y prolificidad | 19 |
| DISCUSIÓN | 20 |
| CONCLUSIÓN | 23 |
| LITERATURA CITADA | 24 |

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la respuesta de las cabras Criollas sometidas al efecto macho en el mes de junio. Para ello, se utilizaron 38 cabras Criollas anovulatorias de la Comarca Lagunera que eran explotadas de manera extensiva antes de empezar el estudio. Quince días antes de la introducción de los machos, las cabras se estabularon y se dividieron en dos grupos homogéneos de acuerdo a su condición corporal y producción láctea. Un grupo de hembras (n=19) fue expuesto a dos machos sexualmente activos que recibieron previamente un tratamiento fotoperiódico de días largos continuos del 1 de noviembre del 2003 al 25 de junio del 2004. El otro grupo de hembras (n=19) fue expuesto a dos machos, los cuales únicamente percibieron las variaciones naturales del fotoperiodo de la Comarca Lagunera (26° 23' N). La actividad estral fue determinada dos veces al día durante 18 días (AM y PM). La fertilidad fue determinada mediante ultrasonografía abdominal a los 50 días después de la introducción de los machos y la prolificidad fue determinada al parto. En ambos grupos, los machos permanecieron con las hembras durante 18 días. El porcentaje de cabras que presentaron actividad estral en los primeros 5 días después de la introducción de los machos fue de 63 % (12/19) en el grupo de hembras en contacto con los machos tratados y 58% (11/19) el grupo de hembras en contacto con los machos testigos (P>0.05). El porcentaje de hembras que manifestaron actividad estral durante 18 días después de la introducción de los machos fue similar entre las hembras expuestas a los machos tratados y las hembras expuestas a los machos no tratados (95%, 18/19; P>0.05). El intervalo entre la introducción de los machos y el inicio de la actividad estral en las cabras en contacto con machos tratados fue de 4.1 ± 0.7 días, mientras que en las hembras en contacto con los machos no tratados fue de 4.4 ± 0.8 días (P>0.05). El porcentaje de hembras que presentaron un ciclo estral de corta duración fue similar en ambos grupos (58%, 11/19; P>0.05). En la fertilidad a los 50 días no existió diferencia significativa entre el grupo de hembras expuestas a los machos tratados (58%; 17/19) y el grupo de hembras en contacto con los machos control (68%, 13/19; P>0.05). De igual manera no se

encontró diferencia significativa en la fertilidad al parto entre el grupo de hembras en contacto con los machos tratado (89%, 17/19) y el grupo de hembras en contacto con los machos testigo (63%, 12/19; $P > 0.05$), ni en la prolificidad (1.7 ± 0.2 en las hembras en contacto con los machos tratados y 1.7 ± 0.1 en las hembras en contacto con los machos no tratados; $P > 0.05$). Estos resultados indican que los machos cabríos Criollos no tratados con luz artificial son capaces de estimular la actividad estral de las cabras Criollas anovulatorias en el mes de junio, al igual que los machos tratados con días largos continuos.

Palabras claves: caprinos, actividad estral, fertilidad, fotoperiodo, efecto macho.

INTRODUCCIÓN

En cabras (*Capra hircus*) y ovejas (*Ovis aries*) domésticas originarias de zonas templadas y que manifiestan una actividad reproductiva estacional, se ha reconocido al fotoperíodo como el elemento principal en la regulación de su actividad reproductiva (Legan y Karcsh, 1979; Chemineau y Delgadillo, 1990), iniciándose ésta en el momento en que los días empiezan a reducir su duración, lo que permite que los nacimientos sucedan en la época en que la disponibilidad de forraje es mayor, lo cual sucede en la primavera (Lindsay, 1991). En estas dos especies, otro elemento regulador de los ciclos reproductivos y su expresión lo representa la presencia de compañeros con actividad sexual manifiesta; la presentación de actividad reproductiva al inicio de la estación natural del apareamiento, se acelera si existen machos activos o hembras en estro en el rebaño (Martin *et al.*, 1986; Álvarez *et al.*, 1999).

En las zonas subtropicales, existen razas que también presentan una marcada estacionalidad reproductiva. En el norte de México, por ejemplo, el período de actividad sexual de los caprinos locales es estacional y se presenta de agosto a febrero en las hembras y de mayo a diciembre en los machos (Delgadillo *et al.*, 1999; Duarte, 2000). Esta estacionalidad reproductiva de los caprinos representa un problema para los caprinocultores, ya que también los productos de origen caprino como la carne (cabrito) y la leche se vuelven estacionales, provocando variaciones importantes en sus precios. En la Comarca Lagunera, el 80% de las hembras mantenidas en condiciones extensivas paren entre noviembre y febrero (Hoyos *et al.*, 1991). Aun cuando el precio de la leche no varía de manera importante durante el año, los productores desean evitar la estacionalidad de la producción láctea, modificando el período natural en que ocurren los partos. Además, el precio de los cabritos nacidos en octubre y noviembre es cotizado de un 30 a un 50% más que los nacidos en el período natural de partos (Delgadillo *et al.*, 2000). Por ello, la explotación caprina es de vital importancia, ya que de ella

depende un gran número de familias de zonas rurales. Las cabras han llegado a sustituir e incluso desplazar otras actividades para el sustento familiar que anteriormente se practicaban en la región.

En las cabras que presentan una estacionalidad reproductiva, el efecto macho es una alternativa viable y de bajo costo que permite inducir y sincronizar la actividad reproductiva de las cabras durante el anestro y así obtener leche y cabritos dos meses antes de los que obtendrían de manera natural (Flores *et al.*, 2000; Véliz *et al.*, 2002; Delgadillo *et al.*, 2003). Esta es una técnica fácil de utilizar, sustentable y que se adapta a las condiciones de explotación de las cabras en la Comarca Lagunera. Sin embargo, la utilización del efecto macho es efectiva únicamente algunas semanas antes del inicio o después del final de la estación reproductiva, debido a que durante el anestro de las cabras, los machos utilizados para estimular a las hembras disminuyen también notablemente su capacidad de inducción. Por ello, recientemente se ha desarrollado un tratamiento fotoperiódico para la inducción de la actividad sexual de los machos durante la época de reposo sexual. Este tratamiento consiste en la aplicación de 2.5 meses de días largos artificiales seguidos o no de la inserción de dos implantes subcutáneos de melatonina con 18 mg cada uno, o bien, la aplicación de días largos continuos. Con estos tratamientos, los machos cabríos manifiestan una intensa actividad sexual y son capaces de estimular entre un 80 y 100% de las hembras durante el periodo de anestro (Flores *et al.*, 2000; Véliz *et al.*, 2002; Delgadillo *et al.*, 2002).

Sin embargo, la mayoría de estos estudios han sido realizados durante marzo o abril, y no se conoce la respuesta de las cabras Criollas al efecto macho en el mes de junio, cuando los machos no tratados ya iniciaron de manera natural su actividad sexual natural.

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Estacionalidad reproductiva de los ovinos y caprinos

Las variaciones estacionales de la actividad sexual de los ovinos y caprinos permite que los nacimientos se produzcan al final del invierno o principios de la primavera, cuando las condiciones climáticas son las más favorables para el desarrollo de las crías (Gwinner, 1986; Malpaux *et al.*, 1997). En las zonas templadas, la reproducción de los ovinos y caprinos es estacional y se caracteriza por un periodo de reposo sexual en primavera y verano, y un periodo de actividad sexual en otoño e invierno. En las hembras, el anestro se asocia a menudo con la ausencia de ovulaciones, y la actividad sexual se caracteriza por la sucesión de ciclos estrales cada 17 días en las ovejas y 21 días en cabras. Por ejemplo, las ovejas de la raza Ile-de-France y las cabras Alpinas presentan un periodo de actividad sexual de septiembre a febrero y un periodo de anestro de marzo a agosto (Chemineau *et al.*, 1992; Malpaux *et al.*, 1999).

En algunas razas de ovinos y caprinos originarios de regiones subtropicales (25-40° Altitud), también se ha registrado la existencia de una estacionalidad reproductiva similar a aquellas razas originarias de climas templados (Walkden-Brown *et al.*, 1994; Walkden-Brown y Restall, 1996; Delgadillo y Malpaux, 1996; Delgadillo *et al.*, 1999; Duarte *et al.*, 1999). Tal es el caso de la raza Cashmere de Australia, en la que la temporada de apareamiento es de febrero a agosto (otoño-invierno), y el de reposo sexual de septiembre a enero (primavera-verano; Restall *et al.*, 1991). De igual manera, las cabras Criollas de Argentina presentan una estacionalidad reproductiva. La actividad sexual en estas hembras se presenta en otoño e invierno, y el anestro en primavera y verano (Rivera *et al.*, 2003).

Esta estacionalidad reproductiva se ha registrado tanto en condiciones extensivas, como en animales mantenidos en estabulación y alimentados adecuadamente. Por ejemplo, en las cabras Criollas de la Comarca Lagunera

mantenidas en estabulación, la actividad estral inicia en agosto y termina hasta febrero (Duarte, 2000). Un fenómeno similar ha sido registrado en los machos cabríos de la misma raza, los cuales presentan un periodo de reposo sexual de enero a abril y un periodo de intensa actividad sexual de mayo a diciembre (Delgadillo *et al.*, 1999).

Estos periodos de actividad e inactividad sexual se registran año con año, lo que sugiere que la repetibilidad del ciclo anual de reproducción en las hembras del norte de México, es sincronizada por un factor ambiental poco variable de un año a otro. Se ha demostrado que este factor responsable de la actividad sexual estacional en estos animales es el fotoperiodo (Duarte 2000; Delgadillo *et al.*, 2004). Lo anterior fue demostrado al someter a las cabras Criollas a 3 meses de días cortos (10 h de luz/día) alternados con 3 meses de días largos (14 h de luz/día) durante 2 años consecutivos. En estas condiciones, las ovulaciones iniciaron siempre durante los días cortos y terminaron durante los días largos. Cuando los machos fueron sometidos a las mismas variaciones fotoperiódicas, los niveles de testosterona se incrementaron durante los días cortos y disminuyeron durante los días largos (Delgadillo *et al.*, 2004).

Lo anterior demostró que en los caprinos locales de la Comarca Lagunera, la estacionalidad reproductiva está regulada por las variaciones del fotoperiodo. La percepción de la duración del día se realiza mediante la glándula pineal, la cual sintetiza y secreta la melatonina en la circulación sanguínea con un ritmo día/noche bien definido, siendo los niveles plasmáticos diurnos muy bajos y los nocturnos elevados (Chemineau *et al.*, 1992; Malpoux *et al.*, 1997). Por medio de la duración de la secreción de la melatonina, los animales interpretan la duración del día y responden a las variaciones fotoperiódicas (Chemineau *et al.*, 1992). Así, el efecto más importante de la melatonina es el de modificar la frecuencia de liberación de la GnRH que a su vez provoca cambios en la liberación de LH y en la actividad de las gónadas (Malpoux *et al.*, 1997).

2.2. Control de la actividad reproductiva

Para el control de la actividad reproductiva de los caprinos que muestran una estacionalidad reproductiva, la cual es la principal limitante para la producción caprina, se han desarrollado varios tratamientos que incluyen al efecto macho y a la manipulación del fotoperiodo (Chemineau *et al.*, 1999).

2.2.1. Inducción de la actividad sexual de los machos mediante tratamientos fotoperiódicos

En los machos cabríos locales de la Comarca Lagunera, la utilización de 2.5 meses de días largos (16 h de luz/día) a partir del 1 de noviembre, seguida de la aplicación subcutánea de dos implantes de melatonina (18mg c/u), permite inducir una intensa actividad sexual durante el periodo natural de reposo sexual (marzo y abril; Delgadillo *et al.*, 2002). En los machos alojados en instalaciones abiertas o cámaras fotoperiódicas y tratados de esta manera, los niveles plasmáticos de testosterona, así como el comportamiento sexual (número de montas, intento de montas, aproximaciones y olfateos ano-genitales) son superiores a los registrados en los machos no tratados (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002). De igual manera, la sólo aplicación de 2.5 meses de días largos, seguida de días cortos naturales estimulan la secreción de testosterona y la libido de manera similar a la que ocurre en los machos tratados con días largos y melatonina (Delgadillo *et al.*, 2002). Por otro lado, estudios recientes demostraron que la sólo aplicación de días largos continuos del 1 de noviembre al 15 de junio, induce la actividad sexual de los machos cabríos Criollos durante el periodo de reposo sexual y por un periodo de tiempo más prolongado, que los mencionados anteriormente (Flores *et al.*, 2002). Al igual que en los estudios anteriores, estos machos se pueden utilizar para estimular la actividad sexual de las hembras (Carrillo *et al.*, 2004).

2.2.2. Inducción de la actividad sexual de las hembras anovulatorias mediante el efecto macho.

En las ovejas y cabras anovulatorias, la introducción de un macho induce la actividad estral y ovulatoria de las mismas en pocos días. Esta técnica de inducción y sincronización de la actividad sexual en ovinos y caprinos es conocido como efecto macho (Martín *et al.*, 1986; Chemineau, 1987; Walkden-Brown *et al.*, 1999; Álvarez y Zarco, 2001; Delgadillo *et al.*, 2004). Esta es una técnica simple y de bajo costo que induce y sincroniza la actividad sexual de las cabras en reposo sexual (Delgadillo *et al.*, 2002). En las razas ovinas y caprinas que no son estacionales o manifiestan una débil estacionalidad reproductiva, los machos pueden inducir la actividad sexual en cualquier época del año (Chemineau, 1983). En cambio, en las razas con una marcada estacionalidad reproductiva, la respuesta de las hembras al efecto macho es mejor cuando se realiza cerca del inicio del periodo natural de reproducción o cerca del final del mismo (Martín *et al.*, 1983; Chemineau, 1987; Restall, 1992; Mellado *et al.*, 2000).

En las razas muy estacionales, la respuesta de las hembras al efecto macho es muy baja o nula. Esto se debe en parte a una baja capacidad de las hembras para responder al efecto macho, pero simultáneamente, esta falta de respuesta se debe a una débil estimulación de las hembras por parte del macho, el cual se encuentra naturalmente también en reposo sexual en esa época del año (Delgadillo *et al.*, 1999). En ovejas y cabras, un incremento del comportamiento sexual de los machos incrementa la respuesta de las hembras al efecto macho (Walkden-Brown *et al.*, 1999). Por ejemplo, en la Comarca Lagunera, el número de cabras que responden al efecto macho es mayor cuando se utilizan machos tratados previamente con días largos, seguidos o no de la aplicación de melatonina que cuando se utilizan machos no tratados (Flores *et al.*, 2000; Véliz *et al.*, 2002; Delgadillo *et al.*, 2002).

2.2.3. Secreción de LH durante el efecto macho

En todos los estados reproductivos de las hembras caprinas, incluyendo las condiciones del anestro, la secreción de LH se caracteriza por tener una naturaleza pulsátil por la hipófisis que a su vez es controlada por pulsos de GnRH del hipotálamo. En las hembras que no están ciclando, los pulsos de GnRH se liberan con una frecuencia baja, controlados mediante un mecanismo de retroalimentación negativa por los niveles bajos de estradiol (Álvarez y Zarco 2001).

En las hembras ovinas y caprinas, la introducción del macho induce un incremento en la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH. Este incremento de la LH por la hipófisis estimula el desarrollo folicular, provocándose finalmente un pico preovulatorio de LH, 52 horas después de la introducción del macho y una ovulación 23-24 horas más tarde (Chemineau, 1987; Álvarez y Zarco, 2001). En la cabra, la secreción de LH pasa de 0.3 pulsos durante 3 horas en promedio antes de la introducción del macho, a una frecuencia de 2.2 pulsos durante 3 horas después de dicha introducción. La amplitud de los pulsos aumenta de igual forma, pasando de 0.5 ng/ml antes de la entrada del macho a 1.7 ng/ml después del primer contacto con el macho (Chemineau, 1983; Chemineau *et al.*, 1986). En estos animales, la primera ovulación inducida se asocia con conducta estral en aproximadamente el 60% de las hembras y esta ovulación es seguida en la mayoría de los casos de un ciclo estral corto, el cual tiene en promedio una duración de 3 a 7 días (Chemineau, 1987). El ciclo estral corto se caracteriza por una baja secreción de progesterona por el cuerpo luteo (Ott *et al.*, 1980; Chemineau *et al.*, 1984). Después del ciclo corto se presenta una segunda ovulación que es acompañada de un 90% de estro y de una fase lútea de duración normal (Chemineau, 1987). Así, todas las fases lúteas de duración normal permiten que la próxima ovulación se acompañe de una conducta estral en todos los casos.

Algunas cabras no manifiestan actividad estral ni ovárica, por el contrario, otras pueden presentar una ovulación y estro y caer en un estado de anovulación después del contacto con el macho (Véliz, 1999). La oveja no presenta una conducta estral en la primera ovulación, pero la actividad cíclica iniciada permite un estro y ovulación normal 17 días posteriores a la formación de un cuerpo lúteo de vida normal (Álvarez y Zarco, 2001).

2.2.4. Percepción del macho por las hembras

El estímulo del macho hacia la hembra es de carácter multifactorial, en los cuales se encuentran involucrados los sentidos del olfato, la vista, el tacto y la audición (Chemineau *et al.*, 1986).

En las cabras se ha establecido que el comportamiento sexual del macho influye en la respuesta estral y ovulatoria de las cabras, esto se presenta tomando en cuenta la calidad del estímulo ejercido por el macho (Perkins *et al.*, 1994; Flores *et al.*, 2000). Por ejemplo, en las cabras Criollas estacionales del subtrópico mexicano, la utilización de machos tratados previamente con un tratamiento fotoperiódico es suficiente para inducir la actividad estral y ovulatoria de las hembras, mientras que los machos no tratados son incapaces de inducir dicho fenómeno (Flores *et al.*, 2000), lo que indica que el contacto físico y el comportamiento sexual del macho es un factor muy importante para obtener una respuesta elevada.

En un estudio, Watson y Radford (1960) concluyeron que los estímulos olfatorios y auditivos originados por los machos fueron suficientes para estimular a las hembras y que el contacto total entre los dos sexos (incluyendo sentido visual y tacto) no eran necesarios para obtener respuesta. Sin embargo, en la actualidad se ha demostrado la participación de otros sentidos igualmente importantes (Cohen-Tannoudji *et al.*, 1986; Walkden-Brown *et al.*, 1993).

Por ejemplo, el sistema olfativo juega un papel muy importante en la percepción del macho, debido a que la señal de éste es principalmente feromonal y desencadena un incremento en la frecuencia y la amplitud de los pulsos de la LH (Chemineau, 1987; Signoret, 1990). El porcentaje de las hembras que ovulan en respuesta al olor del macho es menor que cuando existe un contacto físico total con el semental, esto último indica que otros sentidos están involucrados en la mediación del fenómeno pero ninguno es indispensable (Álvarez y Zarco, 2001).

La información feromonal puede ejercer su efecto mediante dos vías olfativas distintas entre sí; el sistema olfatorio principal (SOP), que recibe los estímulos sensoriales desde la mucosa olfatoria y se conecta con el resto del Sistema Nervioso Central a través del bulbo olfatorio principal y el sistema olfatorio accesorio (SOA) que recibe los estímulos del órgano vomeronasal u órgano de Jacobson y conecta a otros centros del cerebro por medio del bulbo olfatorio accesorio (Martín *et al.* 1986; Meredith, 1998). En ambos sistemas existen vías desde los bulbos olfatorios hasta los centros del hipotálamo que controlan eventos relacionados con la reproducción particularmente los que regulan la secreción de LH (Scalia *et al.*, 1976; Domanski *et al.*, 1980).

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

La duración del estímulo es también muy importante, existen reportes que indican que cuando el macho es retirado, sólo algunas horas después de que fue introducido, la ovulación se bloquea, lo que indica que la presencia continua del macho es el elemento que desencadena la presencia del pico preovulatorio de LH al mantener la secreción tónica de la gonadotropina con frecuencias elevadas (Signoret *et al.*, 1982; Oldham y Pearce, 1983; Pearce y Holdham, 1984). Sin embargo, en el subtropico mexicano se demostró recientemente que en las cabras Criollas locales no es necesaria la presencia continua del macho para estimular la actividad sexual de las hembras sometidas al efecto macho durante la estación de anestro (Rivas *et al.*, 2005).

Otro factor importante en la determinación de la respuesta ovulatoria es el estado nutricional del macho. Los machos alimentados con dietas de mejor calidad manifiestan mayor capacidad para estimular la ovulación en las hembras anéstricas (Walden-Brown *et al.*, 1993). La capacidad de los machos para inducir un mayor número de hembras en anestro estacional, depende de la intensidad de su comportamiento sexual (Signoret y Lindsay, 1982; Perkins y Fitzgerald, 1994). En un estudio, dos machos testigos y dos machos sexualmente activos tratados sólo con días largos, fueron puestos en contacto con cabras en anestro. Sólo 2/20 cabras expuestas a los machos en reposo sexual presentaron estro; por el contrario, 19/19 cabras en contacto con los machos tratados mostraron al menos un estro al estar en contacto con los machos (Delgadillo *et al.*, 2002, 2003). De este modo, la libido del macho representa un factor muy importante en la respuesta obtenida cuando se realiza el efecto macho (Knight, 1985; Knight y Gibb, 1990; Walden-Brown *et al.*, 1993). A pesar de que la respuesta estral de las cabras expuestas al macho en reposo sexual es menor que la registrada con los machos sexualmente activos, existen hembras que llegan a ovular. Esto sugiere que algunas de ellas son sensibles al débil comportamiento sexual exhibido por los machos en reposo sexual o a la presencia de este. Sin embargo, es probable que la introducción de un animal extraño pueda estimular la secreción de LH y por ende la ovulación (Vielma *et al.*, 2005)

OBJETIVOS

El objetivo del presente estudio fue determinar la respuesta estral en junio de las cabras Criollas sometidas al efecto macho utilizando machos tratados con días largos y machos no tratados.

Determinar la fertilidad y prolificidad de las cabras Criollas sometidas al efecto macho utilizando machos no tratados en el mes de junio.

HIPÓTESIS

Los machos cabríos no tratados tienen la capacidad de inducir a la actividad estral a las cabras Criollas anovulatorias mediante el efecto macho en el mes de junio, al igual que los machos tratados.

MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del experimento

Este estudio se realizó del 1 de noviembre del 2003 al 30 de octubre del 2004 en las instalaciones experimentales del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna (UAAAN-UL) y en el Ejido el Cambio, Municipio de Matamoros, Coahuila. Ambas localidades se encuentran ubicadas en la Comarca Lagunera de Coahuila (26° Latitud Norte, 104° Longitud Oeste). Esta región está situada a una altitud de 1123 msnm, tiene clima seco y extenso con lluvias en verano (precipitación pluvial promedio de 223 mm por año). Las variaciones fotoperiódicas de en esta región son de 13 horas 41 minutos de luz en el solsticio de verano a 10 horas 19 minutos de luz en el solsticio de invierno, las temperaturas oscilan entre -3° C en invierno y 40° C en verano.

3.2. Animales experimentales

3.2.1. Machos caprinos

En este estudio se utilizaron 4 machos cabríos Criollos adultos de la Comarca Lagunera de 3 a 4 años de edad, que pertenecían al CIRCA. Estos machos se alojaron en corrales abiertos, donde 2 de ellos percibieron las variaciones naturales del fotoperiodo de la Comarca Lagunera y los otros dos machos recibieron un tratamiento fotoperiódico de días largos (16 horas luz al día) del 1 de noviembre del 2003 al 25 de junio del 2004. Ambos grupos de machos recibieron una alimentación constante durante todo el periodo del estudio, la cual consistió en heno de alfalfa y 300 gramos de concentrado comercial (14% de proteína cruda y 2.5 Mk cal/Kg) por día. El agua y las sales minerales en block fueron también proporcionadas a libre acceso.

3.2.1.1 Tratamiento Fotoperiódico

Para la aplicación del tratamiento fotoperiódico en los machos tratados se utilizaron 5 lámparas con dos tubos de luz fluorescente de 75 watts cada una, las cuales proporcionaban una intensidad luminosa de al menos 300 lux al nivel de los ojos de los machos. Para el encendido de las lámparas se utilizó un reloj automático, el cual se programó para que el encendido de las lámparas se efectuara cada día a las 6:00 horas y se apagara a las 9:00 horas, luego se encendían nuevamente a las 17:00 horas y se apagaban a las 22:00 horas. Este tratamiento fotoperiódico permitió que los machos cabríos percibieran 16 horas luz al día desde el 1 de noviembre del 2003 al 25 de junio del 2004. Este tratamiento fotoperiódico induce una intensa actividad sexual de los machos cabríos durante el periodo de reposo sexual (Delgadillo *et al.*, 2001; Carrillo, 2004).

3.2.2 Hembras

De 75 cabras múltiparas provenientes de un hato explotado extensivamente perteneciente a un productor del Ejido el Cambio, Municipio de Matamoros, Coahuila. Se seleccionaron 38 cabras al azar y fueron divididas en 2 grupos homogéneos (cada grupo de 19 hembras no cíclicas) de acuerdo a su producción láctea y condición corporal. Para la selección de las hembras se realizaron dos muestreos sanguíneos en los cuales se determinaron los niveles plasmáticos de progesterona con el objetivo de determinar la ciclicidad de las hembras. En junio del 2004 las hembras se estabularon y recibieron una alimentación a base de heno de alfalfa (17% de proteína cruda) y 300 gramos de concentrado comercial (14% de proteína cruda y 2.5 Mk cal/Kg) por día, el agua y las sales minerales se proporcionaron a libre acceso.

3.2.2.1 Ciclicidad de las hembras

Para determinar la ciclicidad de las hembras se tomaron dos muestras de sangre a los 20 y 10 días antes de la introducción de los machos para analizar la concentración plasmática de progesterona y así determinar si las hembras estaban en anestro. Las hembras que tuvieron concentraciones de progesterona inferiores a 1ng/ml de plasma en los dos muestreos fueron consideradas en anestro y utilizadas en el estudio.

3.3 Efecto macho

El 25 de junio del 2004 a las 8:00 horas, un grupo de cabras (n=19) fue puesto en contacto con 2 machos cabríos tratados con días largos artificiales constantes (16 horas luz/día) . El segundo grupo (n=19) fue puesto en contacto con dos machos cabríos que sólo recibieron las variaciones naturales del fotoperiodo de la Comarca Lagunera. Cada grupo se alojó en un corral de 20 m² y en ambos grupos las hembras permanecieron con los machos durante 18 días.

3.4 Variables evaluadas

3.4.1 Comportamiento sexual de los machos

El comportamiento sexual de los machos se determinó durante los primeros 5 días después de haber sido puesto en contacto con las hembras. Las observaciones se realizaron por la mañana de 8:00 h a 10:00 h, antes del suministro de alimento, y se registraron los automarcajes con orina, flehmen, olfateos ano-genitales, aproximaciones, intentos de monta, y montas (con o sin penetración; Fabre-Nys, 2000; Véliz *et al.*, 2004).

3.4.2 Definiciones de las conductas de los machos

Flehmen: un flehmen se consideró cuando el macho realizaba un levantamiento del labio superior durante unos segundos cortejando a la hembra.

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

Aproximaciones: se consideró como una aproximación a cada uno de los acercamientos del macho hacia la hembra por la parte lateral o posterior de ésta, emitiendo una vocalización y/o levantando a la vez una de las patas anteriores.

Intento de monta: se consideró un intento de monta a cada uno de los intentos realizados por el macho para montar a la hembra, sin lograr permanecer sobre ella.

Monta sin penetración: se consideró cuando el macho lograba posicionarse sobre la hembra pero sin conseguir la penetración.

Monta con penetración (cópula): se consideró cuando el macho conseguía montar completamente a la hembra con penetración y realizaba un movimiento pelviano con el cual indicaba la eyaculación.

3.4.3 Actividad estral de las hembras

La actividad estral de las hembras se observó dos veces al día (mañana y tarde) durante los 18 días de contacto con el macho, para esto se realizaron observaciones cuando se cambiaban los machos del mismo grupo para que detectaran hembras en estro (Chemineau *et al.*, 1992), además, a los machos se le aplicó grasa en la región del esternón, de tal manera que al montar a las hembras, éstas quedaban marcadas.

3.4.4 Diagnóstico de gestación a los 50 días

El diagnóstico de gestación se realizó por medio de ultrasonografía abdominal en la región inguinal 50 días después de que las hembras presentaron el último estro. Para ello, se utilizó un ultrasonido marca ALOKA modelo SSD-500 y un transductor para uso abdominal de 5.0 Mhz.

3.4.5 Fertilidad al parto y prolificidad

La fertilidad al parto de las hembras se determinó considerando las hembras que parieron en relación a las expuestas al macho. La prolificidad de las hembras se calculó por el número de cabritos que nacieron con relación al número de cabras que parieron.

3.5 Análisis de datos

El comportamiento sexual de los dos grupos de machos se comparó mediante la prueba exacta de Fisher. La respuesta estral para ambos grupos de hembras, así como la fertilidad de dichas hembras se comparó mediante una χ^2 . La prolificidad se comparó mediante la prueba de t de Student para dos grupos independientes.

RESULTADOS

4.1 Machos

El comportamiento sexual de los machos cabríos observados durante los primeros 5 días de contacto con las hembras fue superior en los machos tratados con días largos en las conductas de Flehmen y olfateos ano-genitales. De 275 conductas de flehmen observadas, 168 fueron realizadas por los machos tratados, y de un total de 1017 olfateos ano-genitales observadas, 632 fueron realizadas por los machos tratados ($P < 0.01$). En contraste, las conductas de intentos de monta (40/51) y montas (29/36) fueron superiores en los machos testigos ($P < 0.01$). Mientras que en las conductas de aproximaciones y automarcaje fueron similares en ambos grupos (665 y 21 en tratados vs. 699 y 16 en testigos, respectivamente; $P > 0.05$) (Figura 1).

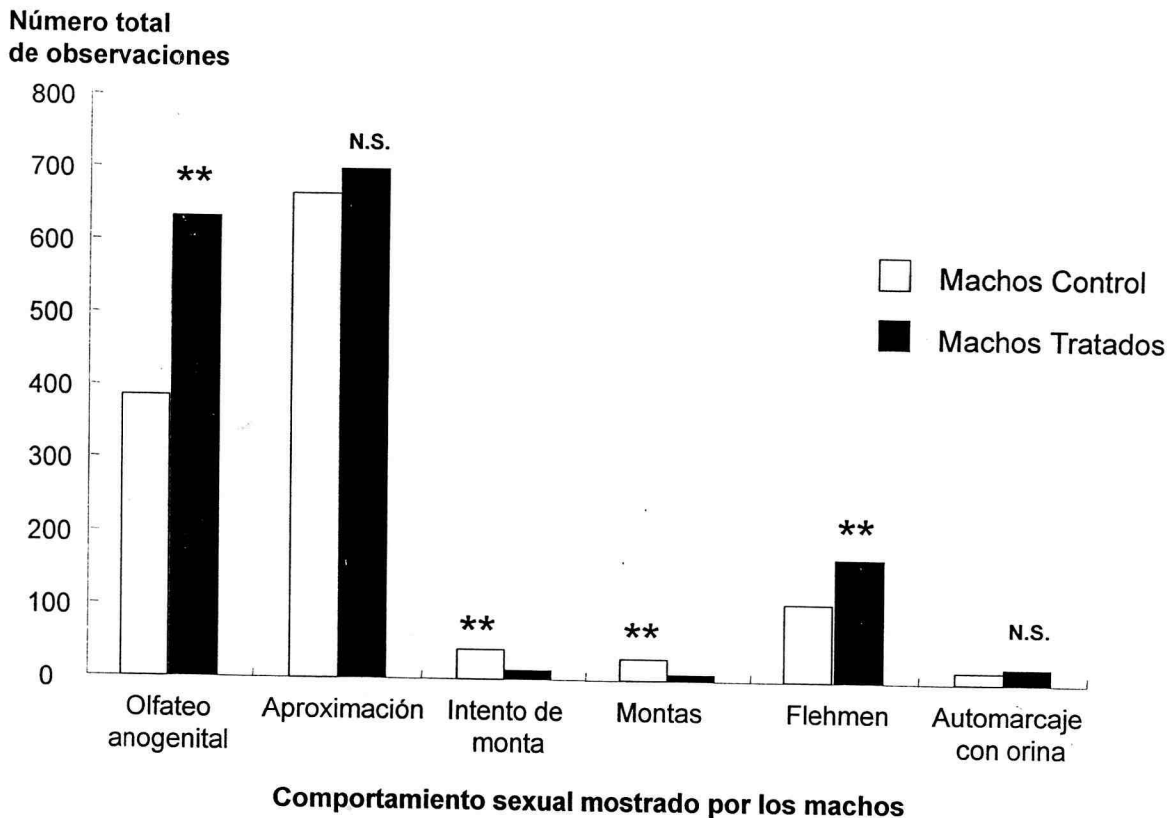


Figura 1. Número de conductas sexuales observadas en los machos los primeros 5 días posteriores al contacto con las hembras caprinas (** $P < 0.01$; NS no significativo)

4.2 Hembras

4.2.1 Actividad estral

La respuesta de las cabras que presentaron actividad estral en los primeros 5 días después de la introducción de los machos fue similar entre las hembras expuestas a los machos tratados (63%, 12/19) y las hembras expuestas a los machos testigos (58%, 11/19; $P>0.05$). El porcentaje de hembras que manifestaron actividad estral durante los 18 días después de la introducción de los machos fue similar en ambos grupos (95%; 18/19) (Figura 2).

% de hembras
en estro

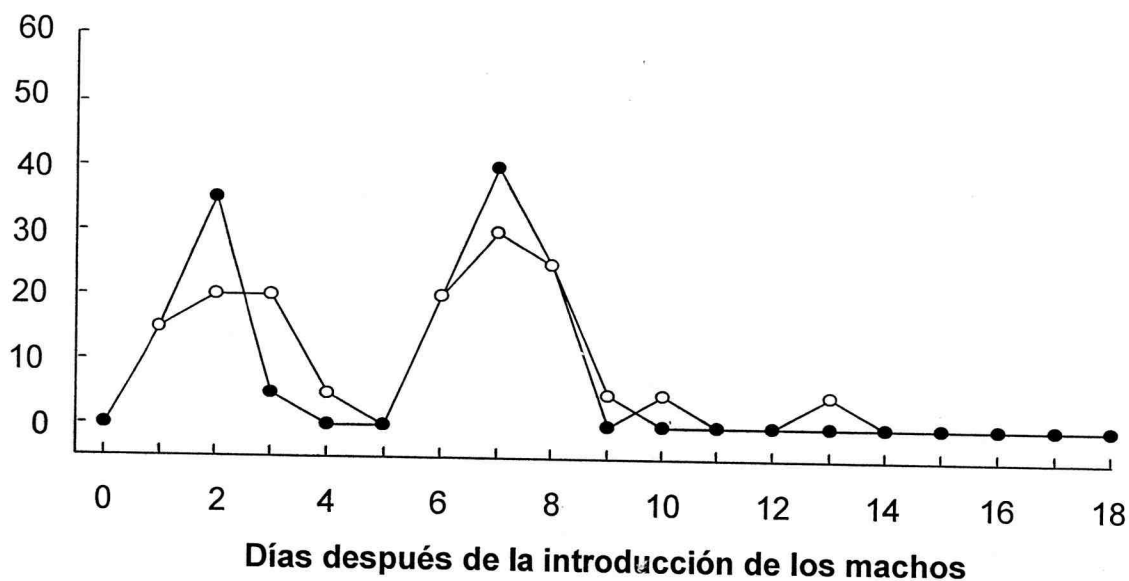


Figura 2. Respuesta de las cabras Criollas al efecto macho en el mes de junio. Hembras estimuladas con machos tratados con días largos continuos (●). Hembras estimuladas con machos no tratados (○), que percibieron las variaciones naturales del fotoperiodo de la Comarca Lagunera.

4.2.2 Intervalo entre la introducción del macho y el inicio del estro

En el intervalo transcurrido entre la introducción de los machos con las hembras anéstricas y el inicio de la actividad estral, en el grupo de hembras en contacto con los machos tratados fue de 4.1 ± 0.7 días mientras que en el grupo de hembras expuestas a los machos control fue de 4.4 ± 0.8 días ($P > 0.05$).

4.2.3 Porcentaje de ciclos cortos

El porcentaje de hembras que presentaron un ciclo estral de corta duración fue de 58% (11/19) en ambos grupos ($P > 0.05$).

4.2.4 Fertilidad a los 50 días

La fertilidad de las cabras a los 50 días no fue diferente entre el grupo de hembras en contacto con los machos tratados (89%, 17/19) y el grupo de hembras en contacto con los machos control (68%, 13/19; $P > 0.05$).

4.2.5 Fertilidad al parto y prolificidad

En la fertilidad al parto no difirió entre el grupo de hembras expuestas a los machos tratados (89%, 17/19) y el grupo de hembras expuestas a los machos testigos (63%, 12/19; $P > 0.05$). La prolificidad en el grupo de hembras en contacto con los machos tratados (1.7 ± 0.2) fue similar que la del grupo de hembras en contacto con los machos testigos (1.7 ± 0.1 ; $P > 0.05$).

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio demuestran que los machos no tratados son capaces de inducir la actividad estral de las cabras Criollas anovulatorias mediante el efecto macho en el mes de junio al igual que los machos que recibieron previamente un tratamiento fotoperiódico de días largos continuos. En efecto, en el presente estudio el 95% de las cabras estimuladas con machos no tratados manifestaron al menos un estro en los 18 días que estuvieron en contacto con los machos, mientras que el total (100%) de las hembras estimuladas con machos tratados presentaron actividad estral en ese periodo.

La respuesta observada en las hembras expuestas a los machos tratados con días largos artificiales coincide con la registrada por algunos investigadores en otros trabajos realizados en animales de la misma raza (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Carrillo *et al.*, 2004). En cambio, la respuesta de las hembras que estuvieron en contacto con machos cabríos que sólo recibieron las variaciones naturales del fotoperíodo de la Comarca Lagunera fue inesperada, ya que anteriormente se había demostrado que la actividad sexual de las cabras anovulatorias de esta región era estimulada únicamente cuando se utilizan machos sexualmente activos tratados previamente con 2.5 meses de días largos, seguidos o no de la inserción de dos implantes subcutáneos de melatonina (Flores *et al.*, 2000), o la sola aplicación de días largos continuos del 1 de noviembre al 15 de junio (Flores *et al.*, 2002). La explicación de este fenómeno podría atribuirse a que aunque el comportamiento sexual de los machos sometidos al tratamiento fotoperiódico fue superior en el número de olfateos ano-genitales y flehmen que el de los machos no tratados, éstos últimos tuvieron un comportamiento sexual más intenso que el registrado en estudios anteriores, en los que dichos machos control no fueron capaces de estimular la actividad sexual de las cabras anovulatorias (Flores *et al.*, 2000; Véliz *et al.*, 2002). En efecto, los machos control del presente estudio presentaron mayor actividad sexual que los registrados en machos control

de otros experimentos efectuados en la misma región y con animales del mismo genotipo. Incluso superando en el número de intentos de monta y montas a los machos tratados, e igualándolos en los automarcajes y aproximaciones. Lo anterior fue debido a que de manera natural estos machos inician su actividad sexual en el mes de mayo (Delgadillo *et al.*, 1999) y al momento de ponerlos en contacto con las hembras ya manifestaban una intensa actividad sexual. En efecto, en un estudio previo (Moreno, 2005) se demostró que los machos no tratados son capaces de estimular la actividad estral de más del 95% de las cabras anovulatorias desde finales de mayo.

Por otro lado, como la actividad sexual de los machos cabríos inicia antes que en las hembras (Restall, 1992; Walkden-Brown *et al.*, 1994; Delgadillo *et al.*, 2003), éstas responden al efecto macho algunas semanas antes de iniciar el ciclo anual de reproducción, debido probablemente al mejoramiento del comportamiento sexual de los machos y al incremento de la producción de feromonas en este periodo. En efecto, está demostrado que la calidad del estímulo, determinada por la intensidad del comportamiento sexual de los machos, influye en la respuesta de las hembras estimuladas mediante el efecto macho (Chemineau, 1987; Walkden-Brown *et al.*, 1999). Los machos que muestran una mayor libido estimulan la actividad sexual de un mayor número de hembras (Walkden-Brown *et al.*, 1993).

En las hembras que estuvieron en contacto con los machos no tratados, la latencia entre la introducción de los machos y el inicio del estro fue similar a las hembras en contacto con machos tratados previamente con días largos. De igual manera, el porcentaje de hembras que presentaron estro en los primeros 5 días fue similar entre las hembras en contacto con machos no tratados y con machos tratados. Lo anterior fue debido a que los machos no tratados en el mes de junio ya se encuentran en plena estación sexual, la cual inicia en el mes de mayo (Delgadillo *et al.*, 1999). En cuanto a la fertilidad al parto y la prolificidad, no se registro diferencia significativa entre las hembras que estuvieron con machos

tratados y con machos no tratados, lo cual demuestra que ambos grupos de machos son capaces de inducir y dejar gestantes las hembras caprinas en el mes de junio.

Los resultados del presente estudio sugieren que en junio, los machos que reciben las variaciones naturales del fotoperiodo de la Comarca Lagunera son capaces de inducir la actividad estral de las cabras anovulatorias al igual que los machos tratados con días largos. Esto es debido a la intensa actividad sexual mostrada por estos machos debido a que en este mes ya iniciaron su actividad sexual anual de manera natural.

CONCLUSIÓN

Los machos cabríos que reciben las variaciones naturales del fotoperiodo de la Comarca Lagunera son capaces de inducir la actividad estral de las cabras Criollas anovulatorias mediante el efecto macho en el mes de junio al igual que los machos tratados con días largos continuos.

LITERATURA CITADA

- Álvarez RL, Ducoing WAE, Zarco QL, Trujillo GAM. 1999. Conducta estral, concentraciones de LH y función lutea en cabras en anestro estacional inducidas a ciclar mediante el contacto con cabras en estro. *Vet. Méx.* 30:25-31.
- Álvarez L, Zarco L. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet. Méx.* 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, Poulin N, Cognie Y. 1984. Secretion de progesterone au cours du cycle induit par l'introduction du male chez la chevre Creole en anoestrus: effects de la saison. *Reprod. Nutr. Dévelop.* 24:557-561.
- Chemineau P, Levy F, Thimonier J. 1986. Effects of anosmia on LH secretion, ovulation, and oestrus behaviour by males in the anovular Creole goat. *Anim. Reprod. Sci.* 10:125-132.
- Chemineau P. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats: a review. *Livest. Prod. Sci.* 17:135-147.
- Chemineau P, Delgadillo JA. 1990. Neuroendocrinología de la reproducción en el caprino. *Memorias del VII Congreso Nacional de Caprinocultura*; 1990 diciembre 5-8; Culiacán (Sin) México. México (DF): Asociación Mexicana de zootecnistas y técnicos en caprinocultura, A. C., 1-10.

- Chemineau P, Daveau A, Maurice F, Delgadillo JA. 1992. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Rumin. Res.* 8:299-312.
- Chemineau P, Baril G, Leboeuf B, Maurel MC, Roy F, Pellicer-Rubio M, et al. 1999. Implications of recent advances in reproductive physiology for reproductive management of goats. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 54:129-142.
- Carrillo E, Véliz FG, Hernández H, Rivas R, Duarte G, Malpoux B, Flores JA, Delgadillo JA. 2004. Estimulación de la actividad estral en cabras criollas anovulatorias a través del efecto macho en mayo. *Memorias de la XIX Reunión Nacional Sobre Caprinocultura*; octubre 13-15; Acapulco Guerrero, México.
- Cohen-Tannoudji J, Locatelli A, Signoret JP. 1986. Non-pheromonal stimulation by the male of LH release in the anoestrous ewe. *Physiol. Behav.* 36:921-924.
- Cohen-Tannoudji J, Signoret JP. 1987. Effect of short exposure to the ram on later reactivity of anoestrous ewes to the male effect. *Anim. Reprod. Sci.* 13: 263-268.
- Delgadillo JA, Malpoux B. 1996. Reproduction of goats in tropics and subtropics. *Proc VI. International Conference on Goats, Beijing, China. May 5-11, Vol. 2:785-793.*
- Delgadillo JA, Canedo GA, Espitia OH, Flores MJ, Hernández H, Flores JA. 1997. La estacionalidad del peso testicular de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera no es modificada por el sistema de explotación. *Memorias de la XII Reunión Nacional sobre Caprinocultura*, 4-6 de noviembre. Torreón, Coahuila, México. 153-157.

- Delgadillo JA, Canedo GA, Chemineau P, Guillaume D, Malpoux B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology* 52:727-737.
- Delgadillo JA, Flores JA, Véliz FG, Malpoux B, Poindron P, Duarte G, Chemineau P, Vielma J. 2000. Estacionalidad reproductiva en México y su manipulación a través del efecto macho. XV Reunión Nacional sobre Caprinocultura, Mérida, Yuc. México. 39-45.
- Delgadillo JA, Carrillo E, Morán J, Duarte G, Chemineau P, Malpoux B. 2001. Induction of sexual activity of male Creole goats in subtropical northern México using long days and melatonin. *J. Anim. Sci.* 79, 2244-2252.
- Delgadillo JA, Véliz FG, Flores JA, Duarte G, Vielma J, Poindron P, Malpoux B. 2002. Estimulación de la actividad sexual de las cabras utilizando el efecto macho. XVII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Durango, Dgo. México. 34-44.
- Delgadillo JA, Flores JA, Véliz FG, Duarte G, Vielma J, Poindron P, Malpoux B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiodicos y el efecto macho. *Vet. Méx.* 34:69-79.
- Delgadillo JA, Fitz-Rodríguez G, Duarte G, Véliz FG, Carrillo E, Flores JA, Vielma J, Hernández H, Malpoux B. 2004. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reprod. Fertil. Devel.* 16: 471-478.
- Domanski E, Przekop F, Polkowska J. 1980. Hypothalamic centres involved in the control of gonadotropins secretions. *J. Reprod. Fertil.* 58:493-499.

- Duarte G, Flores JA, Nava MP, Delgadillo JA. 1999. Is photoperiod involved in timing seasonal reproduction on goats adapted to a subtropical environment? In: Proc. 8th Meeting of the European Pineal Society; Tours, France. 31 (Abs).
- Duarte G. 2000. Estacionalidad reproductiva y efecto del fotoperiodo sobre la actividad ovulatoria de las hembras caprinas de la Comarca Lagunera (tesis de doctorado), México, DF: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. pp 77.
- Fabre-Nys C, 2000. Le comportement sexual des caprins: contrôle hormonal et facteurs sociaux. INRA Prod. Anim. 13: 11-23.
- 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.
- Flores JA, Hernández H, Martínez de la Escalera G, Poindron P, Delgadillo JA. 2002. La sola exposición a días largos estimula y mantiene elevadas las concentraciones plasmáticas de testosterona en los machos cabrios. Proceedings of XLV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas. p. 57. (Academia Mexicana de Ciencias: Colima, México).
- Gwinner E. 1986. Circannual Rhythms: Endogenous Annual Clocks in the Organisation of seasonal processes. Zoophysiology. Vol. 18. Springer-Verlag, Berlín.
- Hoyos LG, Sáenz P, Salinas H. 1991. Desarrollo de módulos en la Región Lagunera. INIFAP-CIID; 1-11.

- Knight T W. 1985. Are rams necessary for the stimulation of anoestrus ewes with oestrus ewes? Proc. New. Zea. Soc. Anim. Prod. 45:49-50.
- Knight TW, Gibb M. 1990. Effect of social facilitation and regulin implants on the ram's ability to stimulate ewes. Proc. Austr. Soc. Reprod. Biol. 12:13 (Abstr.).
- Leboeuf B, Manfredi E, Boue P, Piacère A, Brice G, Baril G, Broqua C, Humblot P, Terqui M. 1998. Artificial insemination of dairy goats in France. Livest. Prod. Sci, 55:193-203.
- Legan JS, Karcsh JF. 1979. Neuroendocrine regulation of the estrous cycle and seasonal breeding in the ewe. Biol. Reprod. 20:74-85.
- Lindsay DR. 1991. Reproduction in the sheep and goat. In: Cupps TP, editor. Reproduction in domestic animals. San Diego (Ca): Academic Press Inc.
- Malpaux B, Vigué C, Skinner DC, Thiéry JC, Chemineau P. 1997. Control of the circannual rhythm of reproduction by melatonin in the ewe. Brain Res. Bull. 44:431-438.
- Malpaux B, Delgadillo JA, Chemineau P. 1999. Neuroendocrinología del fotoperiodo en el control de la actividad reproductiva. Seminario Internacional: Tópicos Avanzados en Reproducción Animal. Chapingo, México. 23-36.
- Martin GB, Scaramuzzi RJ, Henstridge D. 1983. Effects of oestradiol, progesterone and androstenedione on the pulsatile secretion of luteinizing hormone in ovariectomized ewes during the autumn. J. Endocrinol. 96:181-193.

- Martin GB, Oldham CM, Cognie Y, Pearce DR. 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams-A Review. *Livest. Prod. Sci.* 15:219-247.
- Mellado M, Olivas R, Ruiz F. 2000. Effect of buck stimulus on mature and pre-pubertal Norgestomet-treated goats. *Small Rumin. Res.* 26:269-274.
- Meredith M. 1998. Vomeronasal, olfactory, hormonal convergence in the brain. Cooperation or coincidence? *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 855:349-361.
- Oldham CM, Pearce DT. 1983. Mechanism of the ram effect. *Proc. Austr. Soc. Reprod. Biol.* 15:72-75.
- Ott RS, Nelson DR, Hixon JE. 1980. Effect of presence of the male on initiation of oestrus cycle activity of goats. *Theriogenology* 13:183-190.
- Pearce DT, Oldham CM. 1984. The "ram effect", its mechanism and application to the management of sheep. In: Lindsay DR, Pearce DT, editors. *Reproduction in sheep*. Canberra, Australia: Australian Academy of Science, 26-34.
- 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.

- Restall BJ, Walkden-Brown SW, Henniawati-Restall. 1991. Reproduction research in Australian goats. Cashmere Research Seminar, Ballina. May 23-24. Compyled by T. J. May. 49-69.
- Restall BJ. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Austrlian goats. *Anim. Reprod. Sci.* 27:305-318.
- Rivas-Muños R, Véliz FG, Vielma J, Delgadillo JA. 2005. Continuous presence of the bucks is not necessary to induce a male effect in goats. In proceedings of 9th Annual Conference European Society for Domestic Animal Reproduction, Murcia, España, 1-3 september.
- Rivera GM, Alanis GA, Chaves MA, Ferrero SB, Morello HH. 2003. Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. *Small Rumin. Res.* 48:109-117.
- 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.
- Scalia F, Winans SS. 1976. In 'Mammalian Olfaction, Reproduction Processes, and Behavior', Editor Doty, R.L. Acad. Press. N. York. p.8.
- Shelton M. 1980. Goats: Influence of various exteroceptive factors on initiation of estrus and ovulation. *Int. Goat and Sheep Res.* 1:156-162.
- Signoret JP, Fulkerson WJ, Lindsay DP. 1982. Effectiveness of testosterone treated wethers and ewes as teasers. *Appl. Anim. Ethol.* 9:37-45.

- Signoret JP, Lindsay DP. 1982. The male effect in domestic mammals: effect on LH secretion and ovulation-importance of olfactory cues. In: Olfaction and Endocrine Regulation, Ed. W. Breipohl. IRL Press, London, 63-72.
- Véliz FG, 1999. Los machos cabríos de la Comarca Lagunera sexualmente activos inducen mejor la actividad sexual de las hembras en anestro estacional, mediante el efecto macho, que los machos en reposo sexual (tesis de maestría). Torreón (Coahuila). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. pp 70.
- Véliz FG, Moreno S, Duarte G, Vielma J, Chemineau P, et al. 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.
- Véliz FG, Vélez LI, Flores JA, Duarte G, Poindron P, Malpoux B, Delgadillo JA. 2004. La presencia del macho en un grupo de cabras anéstricas no impide su respuesta estral a la introducción de un nuevo macho. Vet. Méx. 35:169-178.
- Vielma J, Hernández H, Véliz FG, Flores JA, Duarte G, Malpoux B, Delgadillo JA. 2005. Buck vocalizations stimulate estrous behaviour in seasonal anovulatory female goats. In proceedings of 9th Annual Conference European Society for Domestic Animal Reproduction, Murcia, España, 1-3 september.
- Walkden-Brown SW, Restall BJ, Henniawati R. 1993. The male effect in the Australian cashmere goat. 1. Ovarian and behavioural response of seasonally anovulatory does following the introduction of bucks. Anim. Reprod. Sci. 32:69-84.

- Walkden-Brown SW, Restall BJ, Henniawati R. 1993. The male effect in the Australian cashmere goat. 2. Role of olfactory cues from the male. *Anim. Reprod. Sci.* 32:55-67.
- Walkden-Brown SW, Restall BJ, Henniawati R. 1993. The male effect in the Australian cashmere goat. 3. Enhancement with buck nutrition and use of oestrus females. *Anim. Reprod. Sci.* 32:69-84.
- Walkden-Brown SW, Restall BJ, Norton BW, Scaramuzzi RJ, Martin GB. 1994. Effect of nutrition on seasonal patterns of LH, FSH and concentration, testicular mass, sebaceous gland volume and odour in Australian cashmere goats. *J. Reprod. Fertil.* 102:351-360.
- Walkden-Brown SW, Restall BJ. 1996. Environmental and social factors affecting reproduction. *Proc. VI International Conference on Goats*. Beijing, China. Vol. 2:762-775.
- Walkden-Brown SW, Martin GB, Restall BJ. 1999. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 52:241-255.
- Watson RH, Radford HM. 1960. The influence of rams on the onset of oestrus in Merino ewes in the spring. *Austr. J. Agric. Res.* 11:67-71.