

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

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**ESTIMULACIÓN DE LA ACTIVIDAD SEXUAL DE LAS  
CABRAS MEDIANTE LA INTRODUCCIÓN DE MACHOS  
TRATADOS ÚNICAMENTE CON DÍAS LARGOS**

**POR:**

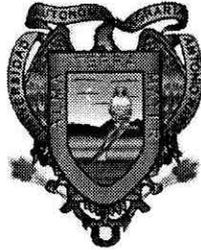
**RIGOBERTO TOMÁS ANTONIO**

**TESIS:**

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

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

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



**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**ESTIMULACIÓN DE LA ACTIVIDAD SEXUAL DE LAS  
CABRAS MEDIANTE LA INTRODUCCIÓN DE MACHOS  
TRATADOS ÚNICAMENTE CON DÍAS LARGOS**

**POR:**

**RIGOBERTO TOMÁS ANTONIO**

**ASESOR PRINCIPAL**



---

**DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA**

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

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**ESTIMULACIÓN DE LA ACTIVIDAD SEXUAL DE LAS  
CABRAS MEDIANTE LA INTRODUCCIÓN DE MACHOS  
TRATADOS ÚNICAMENTE CON DÍAS LARGOS**

**POR:**

**RIGOBERTO TOMÁS ANTONIO**

**ASESOR PRINCIPAL**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA**

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

  
\_\_\_\_\_  
**M.V.Z. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA**



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal  
UAAAN - UL

**Torreón, Coahuila, México.**

**Noviembre de 2003.**

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

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**PRESIDENTE DE JURADO**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA**

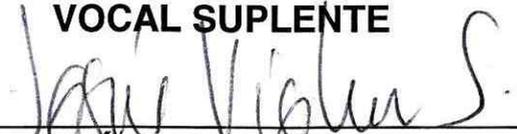
**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ**

**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. GERARDO DUARTE MORENO**

**VOCAL SUPLENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. JESÚS VIELMA SIFUENTES**

Torreón, Coahuila, México.

Noviembre de 2003.

## *Dedicatoria*

### *A Dios*

*A ti señor, gracias por darme la oportunidad de tenerte, por estar siempre a mi lado, por no olvidarme cuando yo te olvido y por oír siempre mis suplicas y por todas aquellas pruebas que me has puesto.*

### *A mis padres*

*Fausto Tomás Isidro y Senorina Antonio Mendoza*

*Por su comprensión, cariño y confianza, pero sobre todo por apoyarme en mis decisiones, por creer en mi. Gracias por haber logrado con su amor darme lo más hermoso que es el milagro de la vida, por ser el gran motivo que tengo para seguir viviendo. Gracias por tener la capacidad de amar incondicionalmente.*

*A mi abuela: a esa mujer hermosa, que siempre pensó en mi durante mi ausencia, con mucho cariño y respeto. A ti Maria Antonina.*

### *A mis hermanos*

*Juan Carlos, Arturo, Oscar y Fausto  
Por darme su apoyo, comprensión, cariño y respeto.*

*A mi tío "El Viejo" gracias por ser un gran amigo, a Ricardo, Jesús y Luis, gracias por sus consejos.*

*"Los que triunfan no lo hacen porque son perfectos, sino porque siguen ciertos principios que los conducen al éxito"*

## *Agradecimientos*

*Dr. José A. Flores Cabrera por el apoyo que me brindó para la realización de la tesis, pero sobretodo por su amistad y confianza.*

*Ing. Evaristo Carrillo por el apoyo, amistad y confianza brindada durante la realización del presente trabajo.*

*Dr. Francisco G. Véliz Deras, por sus consejos y frases de aliento, pero también por su amistad.*

*A todos los integrantes del CIRCA por haberme permitido formar parte de su grupo y por el apoyo que me brindaron para la realización de la tesis.*

*A mi Alma Mater, que me abrió sus puertas para mi formación profesional como MVZ.*

*A todos mis amigos y cuates, gracias por su apoyo, no los olvidaré. "Cuando encuentres a alguien en el camino de la vida, piensa que debe quedar más feliz que como estaba."*

*A los Sr. Jaime Mora y Javier Cervantes por la prestación de los animales para la realización de este estudio.*

*Al COECyT-Coahuila (Clave: COAH-2002-001-4220) por los recursos facilitados para la investigación.*

*Al COECyT- Coahuila por la beca proporcionada para la realización de la tesis.*

*A toda la Familia Tomás, que de alguna manera siempre me apoyaron y me alentaron para seguir adelante. Muchas Gracias.*

# Índice

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
2.1 Estacionalidad Reproductiva de los Ovinos y Caprinos.....	4
2.2 Fotoperiodo.....	6
2.3 Control de la Actividad Reproductiva.....	7
2.4 Cambios Endocrinos de las Hembras Inducidas al Efecto Macho.....	8
2.5 Percepción de los Machos por las Hembras.....	9
2.6 Calidad del Estímulo.....	10
2.7 Profundidad del Anestro.....	12
<b>OBJETIVO</b> .....	14
<b>HIPÓTESIS</b> .....	14
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	15
3.1 Localización del Estudio.....	15
3.2 Animales Experimentales.....	15
3.2.1 Machos.....	15
3.2.2 Tratamiento Fotoperiódico.....	16
3.2.3. Hembras.....	16
3.3 Efecto Macho.....	17
3.4 Determinación de Variables.....	17
3.4.1 Machos.....	17
3.4.1.2 Definición de las Variables.....	18
3.4.2 Hembras.....	19
3.4.2.1 Actividad Estral.....	19
3.5 Análisis de Datos.....	19

<b>RESULTADOS</b> .....	20
4.1 Machos .....	20
4.1.1 Comportamiento Sexual .....	20
4.2 Hembras .....	22
4.2.1 Actividad Estral .....	22
4.2.1.1 Porcentaje de Hembras que presentaron Estro .....	22
4.2.1.2 Intervalo entre la Introducción del Macho y el Inicio de Estro .....	22
4.2.1.3 Duración de Ciclos Cortos .....	22
<b>DISCUSIÓN</b> .....	24
<b>CONCLUSIONES</b> .....	28
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	29

## RESUMEN

En el presente estudio se determinó la respuesta estral de las cabras anovulatorias de la Comarca Lagunera estimuladas mediante el efecto macho, utilizando machos tratados con días largos continuos. El estudio se realizó de noviembre de 2002 a mayo de 2003. Para ello, se utilizaron 5 machos cabríos Criollos adultos de la Comarca Lagunera. Se utilizó un macho testigo el cual percibió las variaciones naturales del fotoperiodo. Además, cuatro machos fueron tratados con días largos continuos (16 horas de luz por día) en instalaciones abiertas del 1 de noviembre de 2002 al 20 de abril de 2003. Se utilizaron además, 49 hembras caprinas Criollas anovulatorias las cuales estaban en un sistema de explotación extensiva y pertenecían a un rebaño típico de esta región. Veinte días antes de la introducción de los machos (1 de abril de 2003), las hembras fueron estabuladas y alimentadas con heno de alfalfa a libre acceso y 200 gramos de concentrado comercial (14% de proteína cruda) por animal y por día. El 21 de abril de 2003 se pusieron los machos en contacto con las hembras. Un grupo de 10 hembras anovulatorias fue puesto en contacto con el macho testigo. Las hembras restantes (n=39) fueron puestas en contacto con 4 machos tratados con días largos continuos. Los machos permanecieron durante 18 días con las hembras. Durante los primeros 5 días de contacto con las hembras se realizaron observaciones del comportamiento sexual de los machos. En las hembras, la actividad estral fue determinada dos veces al día (mañana y tarde) mediante la observación. El 92.3% de las hembras anovulatorias puestas en contacto con los machos tratados manifestó al menos un estro en los primeros 18 días después de la introducción de los machos. Por el contrario, ninguna hembra puesta en contacto con el macho testigo manifestó actividad estral después de la introducción del macho. Los resultados anteriores permiten concluir que los machos tratados con días largos continuos son capaces de inducir la actividad estral de las hembras anovulatorias durante el periodo de anestro.

# Capítulo I

## INTRODUCCIÓN

La ganadería caprina desempeña una función socioeconómica de mucha importancia en el país, ya que representa el sustento económico de un millón de personas, alrededor de otras cien mil viven de la fabricación de los productos necesarios para la cría, transformación y comercialización de esta especie. Además, la explotación de las cabras está al alcance de la población de escasos recursos, por lo reducido de la inversión en estos animales, tanto en las construcciones como en su mantenimiento (INEGI, 1989).

En la Comarca Lagunera, el sistema que predomina actualmente es el sistema de producción de leche-cabrito. En esta zona, los principales factores limitantes están asociados a la carencia alimenticia y la concentración de los partos en el invierno. Además, la deficiencia alimenticia que se agudiza entre enero y abril contribuye a bajos índices de fertilidad, altos índices de abortos y elevada mortalidad de adultos y crías (CIID, 1998).

Además de estos obstáculos, la presencia de una estacionalidad reproductiva, característica de algunas razas caprinas originarias o adaptadas a las zonas subtropicales (Duarte *et al.*, 1999; Delgadillo *et al.*, 1999), representa un problema para los caprinocultores, porque provoca importantes efectos en su economía. Por ejemplo, en el norte de México, el 80% de las hembras mantenidas en condiciones extensivas paren entre noviembre y febrero (Sáenz-Escárcega *et al.*, 1991; Duarte *et al.*, 1999). Aunque el precio de la leche no varía de manera importante durante el año, los productores desean modificar el periodo natural en que ocurren los partos, con la finalidad de evitar la estacionalidad de la producción láctea, de la cual depende la mayoría de ingresos. Además, el precio del cabrito que se comercializa en octubre-noviembre es de un 30-50% más elevado que el de los nacidos durante la época natural de partos. Por estas razones, los

productores desean manipular la actividad sexual de los rebaños de manera que los partos coincidan con las mejores oportunidades de mercado.

En estas latitudes, donde la mayoría de los caprinos son mantenidos en condiciones extensivas y considerados como una ganadería de subsistencia, las técnicas de inducción de actividad sexual de las hembras y machos durante el periodo de anestro y reposo sexual, respectivamente, deben ser simples, baratas y factibles de ser incorporadas a los sistemas de explotación existentes en estas regiones.

El efecto macho, que permite inducir la actividad sexual de las hembras en anestro al ponerlas en contacto con los machos, es una técnica capaz de cubrir dichos requisitos. Sin embargo, es necesario conocer las características reproductivas de los animales y los factores ambientales responsables de los periodos de anestro para obtener resultados positivos para esta técnica.

## Capítulo II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 Estacionalidad Reproductiva de los Ovinos y Caprinos

Los ciclos reproductivos en los animales obedecen a situaciones que, al ser interpretadas, determinan la conveniencia o no de su presentación. La actividad sexual en la mayoría de los pequeños mamíferos se inicia únicamente si las condiciones ambientales aseguran una probabilidad alta para la supervivencia tanto de la cría como de la madre (Lindsay, 1991). Así, en la mayoría de los mamíferos de las zonas templadas, el periodo de reproducción es limitada a un tiempo específico del año, con la finalidad de que los partos se produzcan al final del invierno y principios de la primavera, cuando la disponibilidad de alimento y el clima son favorables para el buen desarrollo de la cría (Ortavant *et al.*, 1985).

En este caso, las razas ovinas y caprinas de estas zonas, manifiestan variaciones estacionales en su actividad reproductiva (Yeates, 1949). En las hembras, el periodo de anestro que ocurre en primavera y verano, se asocia con la ausencia de ovulaciones, mientras que el periodo de actividad sexual en otoño e invierno, se caracteriza por la sucesión de ciclos estrales y ovulatorios cada 16-18 días en ovejas y cada 20-21 días en cabras (Thimonier y Mauleón, 1969; Chemineau *et al.*, 1992).

En los machos ovinos y caprinos se han observado también estas variaciones estacionales en cuanto a su actividad sexual (Lincoln, 1989). El periodo de reposo sexual observado durante la primavera y verano, se caracteriza porque la secreción de LH y testosterona, el peso testicular y la producción espermática son bajos. En cambio, el periodo de actividad sexual presente durante el otoño e invierno es evidente, cuando la secreción de LH y testosterona, el peso testicular y la producción espermática se mantiene elevadas (Lincoln y Short, 1980; Lincoln, 1989; Dacheaux *et al.*, 1981; Delgadillo *et al.*, 1991).

Por otro lado, algunas razas caprinas originarias o adaptadas a las regiones subtropicales, presentan también variaciones estacionales en su actividad reproductiva (Walkden-Brown *et al.*, 1994; Delgadillo *et al.*, 1999; Duarte *et al.*, 1999), lo cual es la principal limitación de la producción caprina en estas latitudes (Delgadillo *et al.*, 2000).

En el subtrópico mexicano y en particular en la Comarca Lagunera (26°N), existe una estacionalidad de los partos de las hembras locales mantenidas en condiciones extensivas, donde el más alto porcentaje de ellos ocurre entre noviembre y febrero (Sáenz-Escárcega *et al.*, 1991), lo que indica que el inicio de la actividad sexual ocurre en junio-julio. En los machos de esta misma región mantenidos en condiciones extensivas presentan también variaciones estacionales en su actividad reproductiva. En estos animales, el periodo de reposo sexual ocurre durante el invierno y la primavera (Delgadillo *et al.*, 1997; Sánchez *et al.*, 2001).

Esta estacionalidad reproductiva ha sido también observada en los animales mantenidos en estabulación y alimentados adecuadamente según sus necesidades fisiológicas. Por ejemplo, en las cabras estabuladas el periodo de reposo sexual se registra de marzo a julio (Duarte, 2000) mientras que en los machos de la misma raza este periodo de reposo sexual se observa de enero a abril (Delgadillo *et al.*, 1999).

Estas observaciones sugieren que la estacionalidad reproductiva de los caprinos locales del norte de México no depende primordialmente de la disponibilidad alimenticia (Duarte *et al.*, 1999), aunque si se considera como un factor modulador de la actividad sexual de las hembras caprinas, tal y como fue propuesto para las razas originarias de las zonas templadas (Malpoux, 1999). Recientemente se demostró en la Comarca Lagunera que el fotoperiodo es el factor responsable de la estacionalidad reproductiva (Duarte, 2000).

## 2.2 Fotoperiodo

El fotoperiodo se puede considerar indudablemente como el factor regulador más importante de la actividad reproductiva en ovejas y cabras que manifiestan una estacionalidad reproductiva (Karsch et al., 1984; Chemineau et al., 1992; Malpaux et al., 1993).

En ambos sexos la estacionalidad es provocada por las variaciones de la duración del día. Los días cortos estimulan la actividad sexual, mientras que los días largos la inhiben. La repetibilidad en el ciclo anual de reproducción en las hembras y machos de esta misma región, sugieren que estos animales utilizan este factor medioambiental poco variable de un año a otro denominado fotoperiodo para sincronizar su actividad sexual. Esta hipótesis fue probada al someter a las hembras a tres meses de días cortos (10 h de luz/día) alternadas con tres meses de días largos (14 h de luz/día) durante dos años consecutivos. En estas condiciones, la estacionalidad de la actividad ovulatoria observada en las hembras experimentales fue significativamente diferente a la de las cabras mantenidas bajo las variaciones naturales del fotoperiodo. Las ovulaciones iniciaron invariablemente durante los días cortos y terminaron durante los días largos (Duarte, 1999).

Los machos sometidos a las mismas variaciones fotoperiódicas mostraron también una actividad gonadal diferente a la observada en condiciones naturales. Los niveles plasmáticos de testosterona aumentaron durante los días cortos y disminuyeron durante los días largos (Delgadillo *et al.*, 2000).

Estos datos demuestran que algunos caprinos locales de las zonas subtropicales, como los del norte de México, son sensibles al fotoperiodo. Además sugieren que el fotoperiodo puede ser utilizado para estimular la actividad sexual de los machos durante el periodo de reposo, los cuales pueden utilizarse para estimular la actividad sexual de las hembras mediante el efecto macho.

### 2.3 Control de la actividad reproductiva

Para el control de la actividad reproductiva de los caprinos que muestran una estacionalidad reproductiva, el cual es la principal limitación para la producción en cabras (Delgadillo *et al.*, 2000), se han propuesto varios tratamientos que incluyen el efecto macho y la manipulación del fotoperiodo (Chemineau *et al.*, 1999). En las cabras estacionales del subtrópico mexicano, la utilización de machos tratados previamente con un tratamiento fotoperiódico es suficiente para inducir la ovulación en las hembras, mientras que en los machos no tratados son incapaces de realizarla (Flores *et al.*, 2000).

El efecto macho es una técnica que permite inducir y sincronizar la actividad sexual de las hembras durante el anestro estacional (Martin *et al.*, 1986; Walkden-Brown *et al.*, 1999), el cual consiste en la introducción de un macho en un grupo de hembras en anestro, de las que estuvo separado por lo menos durante tres semanas y puede inducir la actividad reproductiva unos días después de ponerlas en contacto (Flores *et al.*, 2000; Véliz *et al.*, 2002; Delgadillo *et al.*, 2002)

En los machos locales de la Comarca Lagunera, la utilización de 2.5 meses de días largos (16 h de luz/día) a partir del 1 noviembre, seguidas de la aplicación subcutánea de dos implantes de melatonina (18 mg c/u), permite inducir una intensa actividad sexual durante el periodo natural de reposo. 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 determinado por montas, intento de montas, aproximaciones y olfateos ano-genitales, son superiores a los registrados en los machos no tratados (Flores *et al.*, 2000).

De igual manera la sola aplicación de 2.5 meses de días largos, seguidos 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).

Sin embargo, estudios recientes demostraron que la sola aplicación de días largos induce la actividad sexual de los machos cabríos, debido a que estimula y mantiene elevadas las concentraciones plasmáticas de testosterona, además induce una intensa actividad sexual de los machos cabríos Criollos durante el periodo de reposo sexual, por un periodo de tiempo más prolongado, que los mencionados anteriormente (Flores *et al.*, 2003), el cual se puede utilizar para estimular la actividad sexual de las hembras.

## **2.4 Cambios endocrinos de las hembras inducidas por el efecto macho**

En todos los estados reproductivos, incluyendo el anestro estacional y lactacional, la secreción de LH se caracteriza por su naturaleza pulsátil, mediadas por los pulsos de secreción de GnRH controlados por el hipotálamo (Legan y Karsch, 1979; Chemineau y Delgadillo, 1990). En hembras que no están ciclando, estos pulsos se liberan con una frecuencia baja, controlados por un mecanismo de retroalimentación negativa por niveles mínimos de estradiol (Martin, 1984).

En ovejas y cabras después del contacto con los machos se induce un rápido incremento en la secreción de LH, que culmina en un pico preovulatorio de esta hormona provocando la ovulación (Poindron *et al.*, 1980; Chemineau *et al.*, 1986). En la cabra, la secreción de LH pasa de 0.3 pulsos antes de la introducción del macho, a una frecuencia de 2.2 pulsos durante tres horas, la amplitud de los pulsos se 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 (Chemineau *et al.*, 1986). El tiempo desde la introducción del macho hasta el primer incremento en la LH liberada es corto, dos a cuatro minutos en ovejas y cerca de 20 minutos en cabras (Chemineau, 1987; Poindron *et al.*, 1980; Martin *et al.*, 1980; McNatyy *et al.*, 1981).

En el Caribe, en las cabras Criollas de la Isla de Guadalupe, el cambio en la secreción pulsátil de LH provoca una ovulación de alrededor del 95% de las cabras en los tres primeros días post-introducción del macho (Chemineau, 1983; Chemineau *et al.*, 1986). En estos animales, la primera ovulación inducida se asocia con conducta estral aproximadamente en 60% de los casos y dicha ovulación es seguida de un ciclo corto con una duración de 3 a 7 días en el 75% de las hembras (Chemineau, 1987). El ciclo corto se caracteriza por una secreción baja (o nula) y transitoria de progesterona por un cuerpo lúteo (Chemineau *et al.*, 1984; Ott *et al.*, 1980). Después del ciclo corto se presenta una segunda ovulación que es acompañada en 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.

## **2.5 Percepción del macho por las hembras**

Los medios que utilizan las hembras para detectar a los machos, son variados y muy complejos. Watson y Radford (1960) concluyeron en un estudio 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. Por otro lado, Morgan *et al.* (1972) indicaron que las hembras sometidas al efecto macho para inducir la actividad sexual eran mediados por feromonas. Sin embargo, en la actualidad se ha probado la participación de otros sentidos igualmente importantes (Walkden-Brown *et al.*, 1993; Cohen-Tannoudji *et al.*, 1986).

El sistema olfativo juega un papel muy importante en la percepción del macho, debido a que la señal de este es feromonal principalmente y desencadena un incremento en la frecuencia y amplitud de los pulsos de la LH (Signoret, 1990; Chemineau, 1987). 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, 2000).

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 (órgano de Jacobson) y conecta a otros centros del cerebro por medio del bulbo olfatorio accesorio (Meredith, 1991; Martin *et al.*, 1986; Weller, 1998). En ambos sistemas existen vías desde los bulbos olfatorios hasta centros del hipotálamo que controlan eventos relacionados con la reproducción particularmente los que regulan la secreción de LH (Scalia *et al.*, 1976; Domański *et al.*, 1980).

La supresión del sentido del olfato (hembras anósmicas) reduce en aproximadamente 50% la ovulación en respuesta a la introducción del macho (Chemineau *et al.*, 1986). Sin embargo, la existencia de esta respuesta puede que se deba al reconocimiento visual de la conformación típica del macho por las hembras (distinción para los machos activos de los inactivos; Cohen-Tannoudji *et al.*, 1986), sugiriéndose una total sustitución de los mecanismos que las hembras utilizan para detectar al macho, recurriendo a sentidos diferentes a los del olfato (Alvarez y Zarco, 2000).

## **2.6 Calidad del estímulo**

En hembras intactas el olor del macho es suficiente para inducir la actividad sexual, aunque la respuesta es menor a la lograda con el contacto directo con los machos (Shelton, 1980; Claus *et al.*, 1990). El estímulo del macho es multisensorial, posiblemente involucra al sentido olfatorio, visual, tacto y auditivo, además, la intensidad del estímulo de los machos es importante (Chemineau *et al.*, 1986).

En ovinos y caprinos, por ejemplo, está bien establecido que el comportamiento sexual de los machos influye dramáticamente sobre la respuesta de las hembras al efecto macho (Perkins y Fitzgerald, 1994; 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.

Por otro lado, la estimulación de las hembras anéstricas mediante el efecto macho requiere de un periodo de aislamiento previo de los dos sexos, lo que sugiere que el macho debe representar un estímulo novedoso. El requisito de aislamiento previo durante al menos 3 semanas es indispensable en las dos especies para que se presente el efecto macho (Chemineau, 1987; Álvarez y Zarco, 2000; Véliz *et al.*, 2002), el cual se debe considerar la duración y la calidad.

En la calidad del aislamiento se debe tomar en cuenta que, no debe existir ningún grado de contacto entre las hembras y los machos, la hembra no será capaz de percibir al semental, eliminando las posibilidades de comunicación química (olfativa), visual, auditiva y táctil. Sin embargo, en los caprinos locales del subtrópico mexicano se sugiere que esta separación no es necesaria, ya que para obtener una buena respuesta al efecto macho es más importante el nivel de comportamiento sexual de los machos los cuales deben estar sexualmente activos (Véliz *et al.*, 2002).

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 (Walkden-Brown *et al.*, 1993). Lo anterior está relacionado con la capacidad del macho para aumentar la intensidad del estímulo, manifestando mayor actividad de cortejo y niveles superiores de testosterona (Walkden-Brown *et al.*, 1993). De este modo, la libido del macho representa una causa de variación importante en la respuesta obtenida (Walkden-Brown *et al.*, 1993; Knight, 1985; Knight y Gibb, 1990).

La duración del estímulo es también muy importante, debido a 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 presentación del pico preovulatorio de LH (Oldham y Pearce, 1983; Signoret *et al.*, 1982), al mantener la secreción tónica de la gonadotropina con frecuencias elevadas (Pearce y Oldham, 1984). Si el macho es retirado antes de la ovulación, la secreción pulsátil de LH reduce su frecuencia y los niveles de la gonadotropina se tornan basales, característicos del anestro estacional (Cohen-Tannoudji y Signoret, 1987).

## **2.7 Profundidad del Anestro**

La eficiencia del efecto macho para inducir la actividad estral y ovulatoria, está relacionada también con la profundidad del anestro de las hembras, de modo que cuando la introducción del macho se realiza durante épocas de anestro profundo, la primera ovulación se retrasa al compararla con las que se obtiene mediante la introducción de machos con hembras en anestro superficial (Lindsay y Signoret, 1980; Chemineau, 1983). Esta profundidad del anestro también modifica la frecuencia de aparición de estros conductuales asociados a la primera ovulación, así como la presencia de ciclos cortos, de manera que mientras más profundo sea el anestro, menor será la presentación de conducta estral y mayor la proporción de ciclos cortos (Chemineau, 1987).

En las razas ovinas y caprinas que no son estacionales, los machos pueden inducir la actividad sexual en cualquier época del año (Chemineau, 1983). En cambio en las razas muy estacionales como los de la Comarca Lagunera el efecto macho se utiliza preferentemente un mes antes del inicio del periodo natural de actividad sexual, o un mes después del final de este periodo (Martin y Scaramuzzi, 1983; Restall, 1992; Mellado *et al.*, 2000)

Si bien es cierto que la profundidad del anestro puede explicar en parte la baja respuesta ovulatoria al efecto macho, tal situación no puede atribuirse

exclusivamente a la capacidad de respuesta reducida de las hembras. De hecho, la falta de respuesta también se debe a una débil estimulación de las hembras por parte del macho (Flores *et al.*, 2000). En efecto, cuando las hembras están en anestro, los machos ovinos y caprinos se encuentran también en reposo sexual (Delgadillo *et al.*, 1999; Delgadillo *et al.*, 1991; Lincoln y Short, 1980), esto implica que el contar con machos sexualmente activos permitiría provocar el fenómeno en cualquier época del año; además en estas dos especies, el contacto físico y el mejoramiento del comportamiento sexual de los machos incrementan la respuesta de las hembras al efecto macho (Walkden-Brown *et al.*, 1999; Véliz *et al.*, 2002).

Al respecto, recientemente se demostró que aplicación de días largos continuos a partir del 1 de noviembre induce una intensa actividad sexual de los machos cabríos Criollos durante el periodo de reposo sexual (Flores *et al.*, 2003), sin embargo no se conoce si estos machos son capaces de inducir la actividad sexual de las hembras caprinas anovulatorias mediante el efecto macho.

## **OBJETIVO**

El objetivo de la presente investigación fue determinar la respuesta de las hembras caprinas anovulatorias estimuladas mediante el efecto macho, utilizando machos tratados con días largos continuos.

## **HIPÓTESIS**

Los machos sexualmente activos tratados con días largos continuos, inducen una mejor respuesta de las hembras caprinas anovulatorias que los machos en reposo sexual.

## Capítulo III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización del estudio

El presente estudio se realizó del 1 de Noviembre de 2002 al 6 de mayo de 2003, en las instalaciones del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna y en el Ejido Santa Fe, Municipio de Torreón, Coahuila. Ambas localidades se encuentran ubicadas en la Comarca Lagunera de Coahuila, 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. Las variaciones naturales del fotoperiodo en la Comarca Lagunera son de 13:41 horas luz durante el solsticio de verano y de 10:19 horas luz durante el solsticio de invierno.

#### 3.2 Animales experimentales

##### 3.2.1 Machos

Para realizar el presente estudio se utilizaron 5 machos cabríos Criollos adultos de la Comarca Lagunera. Estos machos fueron alojados en corrales al aire libre de 5 x 6 m y durante todo el estudio se alimentaron con heno de alfalfa a libre acceso y 300 gr de concentrado comercial (14 % de Proteína Cruda) por día y por animal, además de agua y sales minerales también a libre acceso.

### **3.2.2 Tratamiento fotoperiódico**

Un macho testigo percibió las variaciones naturales del fotoperiodo de la Comarca Lagunera. Los machos del grupo tratado (n=4) fueron sometidos del 1 de noviembre de 2002 al 20 de abril de 2003 a días largos (16 horas de luz por día) en instalaciones abiertas. Antes de iniciar el tratamiento, en el corral se instalaron 5 lámparas de “luz de día” de 75 Watts que proporcionaban una intensidad luminosa de al menos 300 lux al nivel de los ojos de los animales. Los días largos fueron proporcionados combinando luz artificial y luz natural. El encendido y apagado de las lámparas se realizó con relojes automáticos y programables (Interamic, Timerold, USA). Por la mañana, el encendido de las lámparas ocurrió diariamente a las 06:00 horas y el apagado ocurrió a las 09:00 horas. Por la tarde el encendido se realizó a las 17:00 horas y permaneció hasta las 22:00 horas. Esto permitió que los animales percibieran días largos de 16 horas de luz por día durante todo el estudio. Recientemente se demostró que este tratamiento induce una intensa actividad sexual de los machos cabríos Criollos durante el periodo de reposo sexual (Flores *et al.*, 2002).

### **3.2.3. Hembras**

Para este estudio se utilizaron 49 hembras caprinas Criollas anovulatorias, las cuales estaban en un sistema de explotación extensiva. Veinte días antes de la introducción de los machos (1 de abril de 2003), las hembras fueron estabuladas y alimentadas con heno de alfalfa a libre acceso y 200 g de concentrado comercial (14 % de proteína cruda) por día y por animal, así como también agua y sales minerales. La ciclicidad de las cabras se determinó mediante los niveles plasmáticos de progesterona, para lo cual se realizaron dos muestreos sanguíneos 10 y 20 días antes de la introducción de los machos. Las hembras cíclicas se eliminaron del estudio antes del efecto macho.

### 3.3 Efecto macho

Se formaron 2 grupos de hembras:

- a) Un grupo de hembras (Grupo testigo;  $n=10$ ) fue expuesto a 1 macho no tratado, en reposo sexual, en un corral de 20 m<sup>2</sup>.
- b) Un grupo de 39 hembras fue puesto en contacto con 4 machos tratados, sexualmente activos, (1 macho por cada 9/10 hembras) en un corral de 80 m<sup>2</sup>

La introducción de los machos a los corrales de las hembras se realizó el 21 de abril de 2003 a las 8:00 a.m.

En los dos grupos los machos permanecieron en contacto con las hembras durante 18 días.

### 3.4 Determinación de variables

#### 3.4.1 Machos

Se determinó el comportamiento sexual de los machos. Las conductas evaluadas para este caso fueron: flehmen, olfateos ano-genitales, aproximaciones, intentos de monta, monta sin penetración, monta con penetración y automarraje con orina. Estas variables se registraron a través de la observación de los machos 2 horas diarias (08:00–10:00 h), durante los primeros 5 días de contacto con las hembras.

##### 3.4.1.2 Definición de las variables

**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 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:** Esta se consideró 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 seguida o no de un flehmen.

## 3.4.2 Hembras

### 3.4.2.1 Actividad estral

La actividad estral se determinó dos veces al día (mañana y tarde) durante los 18 días de contacto con los machos. El criterio para considerar una hembra en estro fue la inmovilidad de la misma al ser montada por el macho (Chemineau *et al.*, 1992; Flores *et al.*, 2000). Para ello, a los machos se les aplicó grasa para automóvil en el esternón, de tal manera que al montar a las hembras, éstas quedaran marcadas.

**Intervalo entre introducción del macho y el inicio de estro:** Es el tiempo que transcurre desde el momento de la introducción del macho, hasta el momento que una hembra muestra signos de celo.

**Ciclo Estral:** Se considera un ciclo estral al tiempo que transcurre desde que una hembra muestra los primeros signos de celo hasta la presentación de otro estro.

Los ciclos estrales se clasifican, según la duración en:

ciclos cortos:  $\leq 17$  días, ciclos normales: 17 a 25 días y ciclos largos:  $> 25$  días.

## 3.5 Análisis de datos

El comportamiento sexual de los machos se comparó mediante la prueba exacta de probabilidades de Fisher. El porcentaje de hembras que presentaron actividad estral en los dos grupos fue comparado mediante una  $\chi^2$ . El intervalo entre la introducción de los machos y el inicio del estro, así como la duración de los estros fueron comparados mediante una prueba de  $t$  de Student. Todos los promedios son expresados  $\pm$  el error estándar de la media (E.E.M).

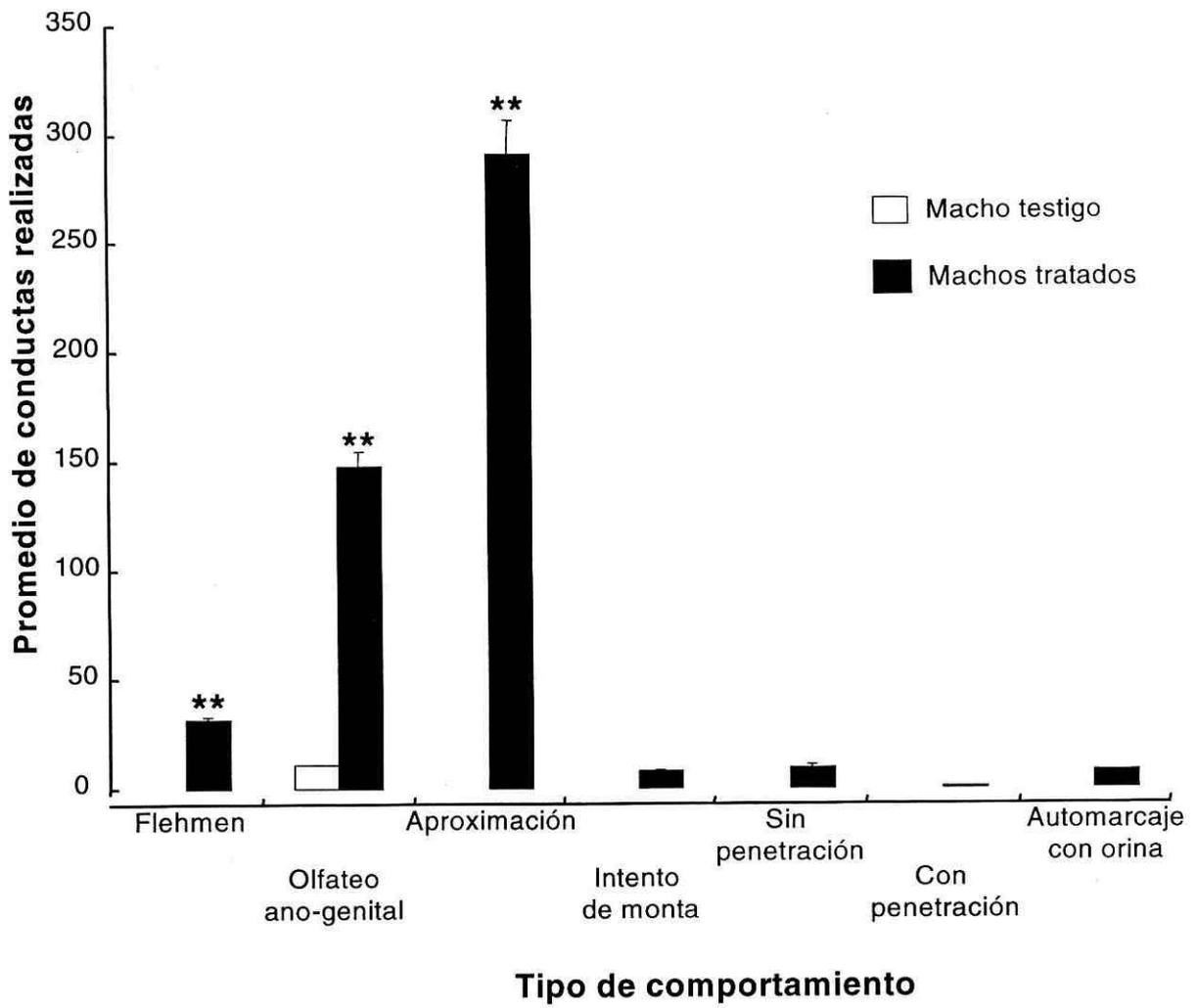
## Capítulo IV

### RESULTADOS

#### 4.1 Machos

##### 4.1.1 Comportamiento sexual

El promedio total del comportamiento sexual de los machos cabríos tratados únicamente con días largos fue más intenso que el del macho testigo (Figura 1). El número promedio de flehmen que registraron los machos cabríos del grupo tratado fue superior con  $31.8 \pm 1.6$  por macho, que el registrado en el macho del grupo testigo 0 ( $P < 0.001$ ). El promedio total por macho de olfateos anogenitales del grupo tratado fue de  $147.5 \pm 6.8$ , mientras que el macho testigo registró solamente 11 olfateos ( $P < 0.01$ ). El 100% de las aproximaciones se registraron en los machos del grupo tratado con un promedio de  $290.5 \pm 15.6$  por macho. El total de intento de montas registradas en los machos del grupo tratado en promedio fue de  $7.8 \pm 0.8$  por macho, mientras que el macho testigo no registró ninguna ( $P < 0.001$ ). Igualmente, los machos cabríos del grupo tratado registraron  $9.3 \pm 1.4$  montas sin penetración en promedio por macho, mientras que ninguna fue registrada en el macho testigo ( $P < 0.001$ ). Todas las montas con penetración fueron registradas en los machos del grupo tratado ( $0.5 \pm 0.1$ ). Finalmente, todos los automarcajes con orina registrados fueron realizados por los machos tratados  $7.5 \pm 0.4$ , ( $P < 0.001$ ).



**Figura 1.** Comportamiento sexual de los machos tratados (■) y testigo (□), registrado en dos horas diarias de observación durante los primeros 5 días después de la introducción de estos en los dos grupos de hembras.

## **4.2 Hembras**

### **4.2.1 Actividad estral**

#### **4.2.1.1 Porcentaje de hembras que presentaron estro**

El porcentaje de hembras que presentaron celo en los primeros 5 días después de la introducción de los machos tratados fue de 61.5% (24/39), mientras que en el grupo testigo no se registró ninguna hembra en estro. El número de hembras que presentaron estro entre el día 6 y 18 fue de 84.6% (33/39). En el grupo tratado, el total de hembras que presentaron celo en los 18 días fue de 92.3% (36/39), mientras que las hembras del grupo testigo no mostraron ninguna actividad estral (Figura 2).

#### **4.2.1.2 Intervalo entre la introducción del macho y el inicio de estro**

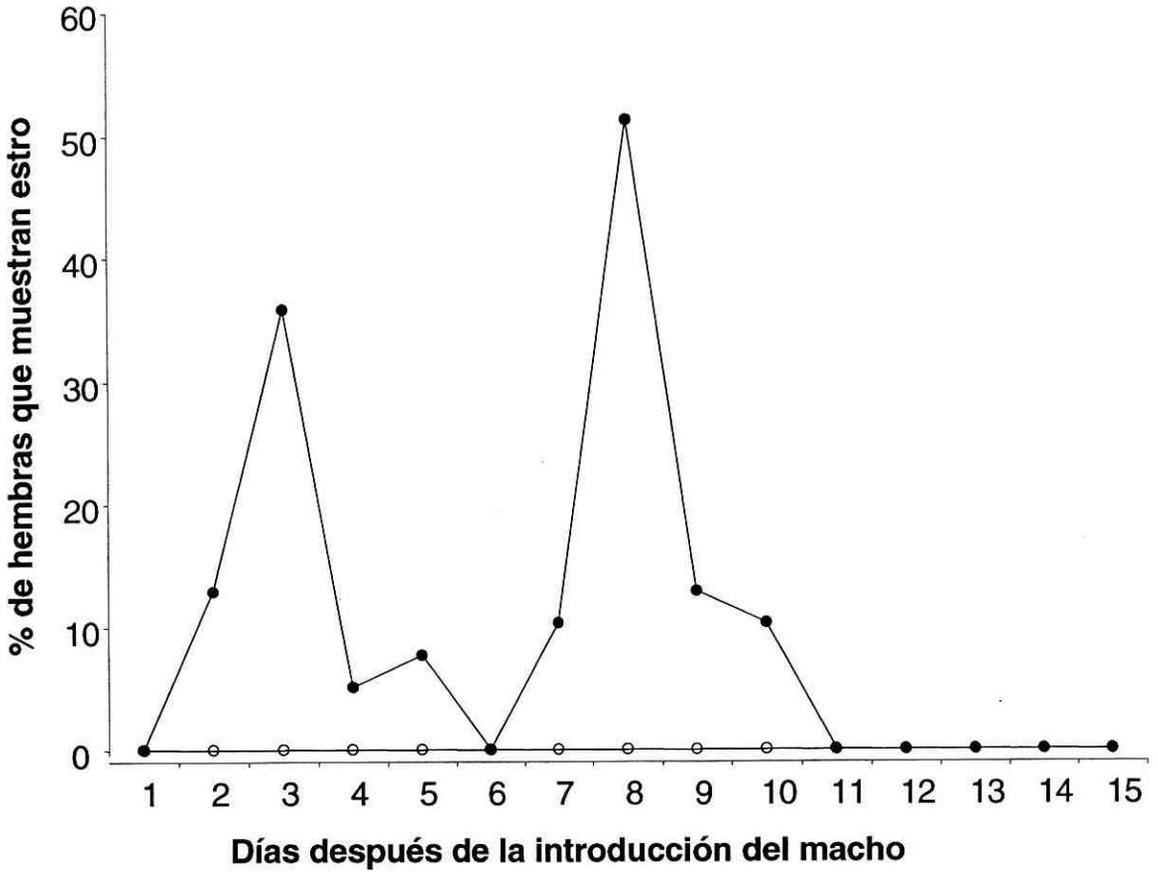
El intervalo entre la introducción del macho y el inicio del estro en los primeros 5 días fue de  $57.5 \pm 4.8$  h (2.3 días) en las hembras del grupo tratado. En las hembras que respondieron entre los días 6 al 18 post-introducción de los machos, esta duración del intervalo fue de  $177 \pm 6.6$  h (7.3 días).

#### **4.2.1.3 Duración de ciclos cortos**

En las hembras que estuvieron en contacto con los machos tratados, un 58.3% (21/39), manifestaron un ciclo corto. En estas hembras la duración del ciclo corto fue de  $125.7 \pm 2.9$  h (5.23 días).

#### 4.2.1.4 Duración del estro

La duración de celo en las hembras que respondieron en los primeros 5 días fue de  $18 \pm 2$  h, mientras que en las hembras que respondieron después del día 6 fue de  $27.6 \pm 2.3$  h.



**Figura 2.** Respuesta estral de las hembras puestas en contacto con un macho cabrío que percibió las variaciones naturales del fotoperiodo (○) y de las hembras puestas en contacto con machos cabríos tratados únicamente con días largos artificiales continuos (●).

# Capítulo V

## DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran que los machos cabríos inducidos a una intensa actividad sexual mediante un tratamiento fotoperiódico de días largos continuos (16 horas de luz por día), inducen un alto porcentaje de hembras en estro mediante el efecto macho. En efecto, en este estudio más del 90% de las hembras expuestas a los machos tratados manifestaron por lo menos un comportamiento de estro durante los primeros 18 días de contacto. Al contrario, ninguna de las hembras expuestas al macho testigo manifestó comportamiento estral en ese periodo.

La respuesta de las hembras sometidas al efecto macho utilizando machos tratados con días largos continuos es similar a la obtenida en otros estudios en los cuales se utilizaron machos tratados con días largos y melatonina (Flores *et al.*, 2000) o días largos seguidos de días cortos naturales (Delgadillo *et al.*, 2002). En esos estudios, alrededor del 90 % de las cabras presentaron actividad estral en los primeros 12 días después de la introducción de machos tratados.

Al igual que en los estudios anteriores, la actividad estral de las hembras estimuladas con machos tratados con días largos continuos estuvo dividida en dos periodos con un alto porcentaje de hembras que presentaron dos ciclos estrales en los primeros 12 días después de la introducción de los machos. En efecto, el

88 % de las hembras que presentaron estro en los primeros 5 días mostraron un ciclo estral corto con una duración promedio de 5.2 días. Esto es similar a lo reportado en estudios realizados anteriormente, en los cuales se registró una alta incidencia de cuerpos lúteos cortos debido a una baja y transitoria secreción de progesterona por el cuerpo lúteo (Thimonier *et al.*, 1983). La presencia de ciclos cortos es común en las cabras al inicio de estación reproductiva (Camp *et al.*, 1983; Claus *et al.*, 1985) y después de la introducción de un macho en el grupo de hembras anovulatorias (Chemineau, 1983; Claus *et al.*, 1990; Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002).

De igual manera, la ausencia de respuesta en las cabras puestas en contacto con el macho testigo es similar a lo reportado anteriormente en estas latitudes subtropicales de México (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2003). Al igual que en esos estudios, la introducción de un macho sexualmente inactivo fue inefectiva para inducir la actividad estral de las cabras durante el periodo de anestro, lo cual demuestra una vez más que las cabras anovulatorias responden únicamente al efecto macho cuando se introducen machos sexualmente activos (Flores *et al.*, 2000; Véliz *et al.*, 2002; Delgadillo *et al.*, 2002).

Además, en este estudio se utilizaron por primera vez, machos tratados con días largos continuos. Anteriormente se había demostrado que la utilización de días largos continuos inducía la actividad sexual de los machos cabríos durante la época de reposo sexual (Flores *et al.*, 2002). Es interesante señalar que mediante

este tratamiento la actividad sexual inducida en dichos machos se mantiene al menos hasta el mes de junio. En este estudio se demostró por primera vez que los machos tratados con días largos continuos son capaces de inducir la actividad sexual de las cabras anovulatorias al igual que los machos tratados con días largos y melatonina o bien con días largos seguidos de días cortos naturales (Flores *et al.*, 2000; Véliz *et al.*, 2002; Delgadillo *et al.*, 2002; Delgadillo *et al.*, 2003).

Por otro lado, este estudio se realizó en la época más profunda del anestro estacional, es decir cuando la mayoría de las hembras se encuentran anovulatorias (Duarte, 2000). En efecto, alrededor del 90% del total de hembras muestreadas fueron determinadas como anovulatorias en los dos muestreos sanguíneos realizados antes de la introducción de los machos. En esta época probablemente la utilización de machos tratados con días largos y melatonina o con días largos seguidos de días cortos naturales no hubiera sido tan efectiva para inducir la actividad sexual de las cabras anovulatorias debido a que mediante esos tratamientos, la actividad sexual de los machos disminuye notablemente a finales de abril. En cambio, los machos tratados únicamente con días largos continuos mostraron una intensa actividad sexual en esa época.

Al igual que en los estudios mencionados anteriormente, la respuesta de las cabras sometidas al efecto macho utilizando machos tratados fue provocada por la intensa actividad sexual de los machos tratados. Esa actividad sexual de los

machos se demostró mediante las pruebas de comportamiento sexual realizadas durante los primeros cinco días de contacto con las hembras. En efecto, los promedios de flehmen, olfateos ano-genitales, aproximaciones, intento de montas, montas con o sin penetración y automarcajes con orina fueron significativamente superiores en los machos del grupo tratado con días largos continuos que en el macho testigo, el cual percibió las variaciones naturales del fotoperiodo.

Los resultados del presente estudio permiten concluir que la utilización de machos tratados con días largos continuos es efectivo para inducir la actividad sexual de las cabras anovulatorias durante la época de inactividad sexual.

## **Capítulo VI**

### **CONCLUSIONES**

De acuerdo con los resultados mencionados anteriormente, se puede concluir que los machos tratados con días largos continuos son capaces de inducir la actividad estral de las hembras anovulatorias durante el periodo de anestro.

## Capítulo VII

### LITERATURA CITADA

- Álvarez-Ramírez, L., Zarco-Quintero, L. A. 2000. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet. Méx.* 32: 117-129.
- Camp, J. C., Wildt, D. E., Howard, P. K., Stuart, L. D., Chakraborty, P. K. 1983. Ovarian activity during normal and abnormal length estrus in the goat. *Biol. Reprod.* 28: 673-681
- Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. 25 de mayo de 1998. [http://www.idrc.ca/lacro/publicaciones/928767\\_cap4.html](http://www.idrc.ca/lacro/publicaciones/928767_cap4.html)
- Claus, R., Over, R., Dehenhard, M. 1990. Effect of male odour on LH secretion and the induction of ovulation in seasonally anoestrous goats. *Anim. Reprod. Sci.* 22: 27-38.
- Claus, R., Schopper, D., Thume, O. 1985. Evidence for different types of seasonal anoestrus in the dairy goats as revealed by progesterone determination in milk fat. *Livest. Prod. Sci.* 13: 71-77.
- Cohen-Tannoudji, J., Signoret, J. P. 1987. Effect of short exposure to the ram on later reactivity of anoestrous ewes to the male effect. *Anim. Reprod. Sci.* 13, 263-268.
- Cohen-Tannoudji, J., Locatelli, A., Signoret, J. P. 1986. Non-pheromonal stimulation by the male of LH release in the anoestrous ewe. *Physiol. Behav.* 36: 921-924.
- Chemineau, P. 1983. Effect on oestrus and ovulation of exposing creole goats to the male at three times of the year. *J. Reprod. Fert.* 67(1), 65-72.
- Chemineau, P. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats-a Review. *Liv. Prod. Sci.* 17, 135-147.
- Chemineau, P., Baril, G., Leboeuf, B., Maurel, M. C., Roy, F., Pellicer-Rubio, M., Malpoux, B., Cognie, Y. 1999. Implications of recent advances in reproductive physiology for reproductive management of goats. *J. Reprod. Fert. Sup.* 54, 129-142.
- Chemineau, P., Daveau, A., Maurice, F., Delgadillo, J. A. 1992. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small. Rumin. Res.* 8, 299-312.

- Chemineau, P., 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., Normant, E., Ravault, J. P., Thimonier, J. 1986. Induction and persistence of pituitary and ovarian activity in the out-of-season lactating goat after a treatment combining a skeleton photoperiod, melatonin and the male effect. *J. Reprod. Fertil.* 78, 497-504.
- Chemineau, P., Poulin, N., Cognié, Y. 1984. Sécrétion de progestérone au cours de cycle induit par l'introduction de chez la chèvre créole en anoestrus: effets de la saison. *Reprod. Nutr. Dévelop.* 24(5A), 557-561.
- Chemineau, P., Delgadillo, J. A. 1990. Neuroendocrinología de la reproducción en el caprino. *Memorias del VII Congreso Nacional de Caprinocultura*; diciembre 5-8; Culiacán (Sin) México. México (DF): Asociación Mexicana de Zootecnistas y Técnicos en Caprinocultura, A. C, 1990: 1-10.
- Dacheaux, J. L., Pisselet, C., Blanc, M. R., Hochereau-de-Reviere, M. T., Courot, M. 1981. Seasonal variations in rete testis fluid secretion and sperm production in different breeds of ram. *J. Reprod. Fertil.* 61: 363-371.
- Delgadillo, J. A., Canedo G. A., 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, J. A., Canedo, J. A., Espitia, O. H., Flores, M. J., Hernández, H., Flores, J. A. 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*; noviembre 4-6; Torreón (Coahuila) México. Chapingo (Edo. de México): Asociación Mexicana de Producción Caprina, AC: 153-157.
- Delgadillo, J. A., Flores, J. A., Véliz, F. G., Hernández. H. F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpoux, B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J. Anim. Sci.* 80: 2780-2786
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., 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(1): 69-79.

- Delgadillo, J. A., Flores, J. A., Véliz, F. G., Poindron, P. Perez-Villanueva, J. A., Martínez de la Escalera, G. 2000. Photoperiodic treatment of bucks markedly improves the responses of seasonally anovulatory goats to the male effects. In: Proc. 7<sup>th</sup> Int. Conf. on Goats, Tours, France, 396-399.
- Delgadillo, J.A., Leboeuf, B., Chemineau, P. 1991. Decrease in the seasonality of sexual behavior and sperm production in bucks by exposure to short photoperiodic cycles. *Theriogenology*. 36:755-770.
- Domański, E., Przepcop, F., Polkowska, J. 1980. Hypothalamic centres involved in the control of gonadotrophin secretion. *J. Reprod. Fert.* 58: 493-499.
- 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) México: Facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.
- Duarte G., Flores J. A., Nava M. P., Delgadillo J. A., 1999. Is photoperiod involved in timing seasonal reproduction of goats adapted to a subtropical environment? 8<sup>th</sup> Meeting of the European Pineal Society . July 3-7, Tours, France, Abstr. 31.
- Flores, J.A., Hernández, H., Martínez de la Escalera, G., Poindron, P. Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2002. La sola aplicación de días largos estimula y mantiene elevadas las concentraciones plasmáticas de testosterona en los machos cabríos. XLV Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas, 8 al 12 septiembre, Colima, Colima, México.
- Flores, J. A., Véliz, F. G., Pérez-Villanueva, J. A., Martínez De La Escalera, G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B. 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.
- INEGI 1989.<http://www.uasnet.mx/centro/profesional/emvz/geograf.htm#CAPRINA>
- Karsch, F. J., Bittman, E. L., Foster, D. L., Goodman, R. L., Legan, S. L., Robinson, J. E. 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent. Prog. Horm. Res.* 40: 185-232.
- Knight, T. W. 1985. Are rams necessary for the stimulation of anoestrous ewes with oestrous ewes?. *Proceeding of the New Zealand Societe for Animal Production* 45, 49-50.
- Knighth, T. W., Gibb, M. 1990. Effect of social facilitation and regulin implants on the ram's ability to stimulate ewes. *Proc. Austr. Soc. Reprod. Biol.* 22: 13.

- Legan, S., Karsch, F. J. 1979. Neuroendocrine regulation of the estrous cycle and seasonal breeding in the ewe. *Biol. Reprod.* 20, 74-85.
- Lincoln, G. A. 1989. Seasonal aspects of testicular function. *The Testis*. 2do: 329-385.
- Lincoln, G. A., Short, R. V. 1980. Seasonal breeding: nature's contraceptive. *Rec. Prog. Horm. Res.* 36, 1-43.
- Lindsay, D. R. 1991. Reproduction in the sheep and the goats. In: Cupps TP, editor. *Reproduction in domestic animals*. San Diego (Ca): Academic. Press Inc.,
- Lindsay, D. R., Signoret, J. P. 1980. Influence of behaviour on reproduction. *Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Congress of the Animal Reproduction and Artificial Insemination*. June 16-20; I. Madrid, Spain: Editorial Garsi. 1:83-92.
- Malpaux B. 1999. The neuroendocrine control of seasonal rhythms. In: Conn PM Freeman ME, editors. *Neuroendocrinology in physiology and medicine*. Totowa (NJ): Human Press. 435-451.
- Martin, G. B. 1984. Factors affecting the secretion of luteinizing hormone in the ewe. *Biol Rev.* 59: 1-87.
- Martin, G. B., Oldham, C. M., Lindsay, D. R. 1980. Increase plasma LH levels in seasonally anovular Merino ewes following the introduction of rams. *Anim. Reprod. Sci.* 3, 125-132.
- Martin, G. B., Walkden-Brown, S. W. 1995. Nutritional influences on reproduction in mature male sheep and goats. *J. Reprod. Fertil. Sup.* 49, 437-449.
- Martin, G.B., Oldham, C.M., Cognie, Y., Pearce, D.R. 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams-A Review. *Liv. Prod. Sci.* 15, 219-247.
- Martin, G.B., Scaramuzzi, R. 1983. The induction of oestrus and ovulation in seasonally anovular ewes by exposure to rams. *J. Steroid. Biochem.* 19(1), 869-875.
- McNatty, K. P., Gibb, M., Dobson, C., Turley, D. C. 1981. Evidence that changes in luteinizing hormone secretion regulate the growth of the preovulatory follicle in the ewe. *J. Endocrinol.* 90: 375-379.
- Mellado, M., Olivas, R., Ruiz, F. 2000. Effect of buck stimulus on mature and prepubertal Norgestomet-treated goats. *Small Rumin Res.* 26: 269-274.

- Meredith, M. 1991. Sensory processing in the main and accessory olfactory systems: comparisons and contrasts. *J. Steroid. Biochem. Molec. Biol.* 39 (4B): 601-614.
- Morgan, P. D., Arnold, G. W., Lindsay, D. R. 1972. A note on the mating behaviour of ewes with various senses impaired. *J. Reprod. Fertil.* 30, 151-152.
- Oldham, C. M., Pearce, D. T. 1983. Mechanism of the ram effect. *Proc. Austr. Soc. Reprod. Biol.* 15: 72-75.
- Ortavant, R., Pelletier, J., Ravault, J. P., Thimonier, J., Volland-Nail, P. 1985. Photoperiod: main proximal and distal factor of the circannual cycle of reproduction in farm mammals. *Oxford Reviews of Reproduction* 7, 305-345.
- Ott, R. S., Nelson, D. R., Hixon, J. E. 1980. Effect of the male on initiation of estrous cycle of goats. *Theriogenology.* 13: 183-190.
- Pearce, D. T., Oldham, C. M. 1984. The "ram effect", its mechanism and application to management of sheep. In: Lindsay DR, Pearce DT, editors. *Reproduction in sheep.* Canberra, Australia: Australian Academy of Science. 26-34.
- Perkins, A., Fitzgerald, J. A. 1994. The behavioral component of the ram effect: The influence of ram sexual behavior on the induction of estrus in anovulatory ewes. *J. Anim. Sci.* 72, 51-55.
- Poidron, P., Cognié, Y., Gayerie, F., Orgeur, P., Oldham, C. M., Ravault, J. P. 1980. Changes on gonadotrophins and prolactin levels in isolated (seasonally or lactationally) anovular ewes associated with ovulation caused by the introduction the ram. *Physiol Behav.* 25: 227-237.
- Restall, B.J. 1992. Seasonal variations in reproductive activity in Australian goats. *Anim. Reprod. Sci.*;27, 305-318.
- Sáenz-Escárcega, P., Hoyos, G., Salinas, G., Martínez, M., Espinoza, J. J., Guerrero, A., Contreras, E. Establecimiento de módulos caprinos con productores cooperantes. En: Flores Álvares S, editor. *Evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera.* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Torreón (Coahuila): 1991: 124-134.

- Sánchez, D., Véliz, F. G., Vielma, J., Malpaux, B., Delgadillo, J. A., Duarte, G. 2001. La producción espermática de los machos caprinos Criollos del subtrópico mexicano, es influenciada por el sistema de explotación. Memorias del II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos y XI Congreso Nacional de Producción Ovina; mayo 22-25; Merida (Yucatán) México. Merida, Yucatán, Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Avicultura, AC: s/p
- Scalia, F., Winans, S. S. 1976. New perspectives on the morphology of the olfactory system: olfactory and vomeronasal pathways in mammals. In: Doty RL, editor. Mammalian olfaction, reproductive processes and behavior. London (UK): Academic Press. 7-28.
- Shelton, M. 1980. Goats: Influence of various exteroceptive factors on initiation of estrus and ovulation. *Int. Goat and Sheep Res.* 1(2), 156-162.
- Signoret, J. P. 1990. The influence of the ram effect on the breeding activity of ewes and its underlying physiology. *Reproductive Physiology of Merino Sheep*, 59-70.
- Signoret, J. P., Fulkerson, W. J., Lindsay, D. R. 1982. Effectiveness of testosterone-treated wethers and ewes as teasers. *Appl. Anim. Ethol.* 9: 37-45.
- Thimonier, J., Chemineau, P., Gauthier, D. 1983. Augmenter la fertilité des ruminants en zone tropicale : une réalité. Réunion Inter. Reproduction des Ruminants en zone tropicale (10-12 juin), Pointe-à-Pitre (Guadeloupe, F.W.I). Colloques del I.N.R.A., No. 20 : 399-418.
- Thimonier, J., Mauleón, P. 1969. Variations saisonnières du comportement d'oestrus et des activités ovarienne et hypophysaire chez les ovins. *Ann Biol Anim Bioch. et Biophys.* 9: 223-250.
- Véliz, F. G., Moreno, S., Duarte, G., Vielma, J., Chemineau, P., Poindron, P., Malpaux, B., Delgadillo, J. A. 2002. Male effect in seasonally anovulatory lactating goats depends on the presence of sexually active bucks, but not estrous females. *Animal Reproduction Science* 72, 197-207.
- Walkden-Brown, S. W., Restall, B. J. 1996. Environmental and social factors affecting reproduction. *Proc. VI International Conference on Goats Beijing, China.*, 762-775.
- Walkden-Brown, S. W., Restall, B. J., Henniawati. 1993. The male effect in the Australian cashmere goat. 3. Enhancement with buck nutrition and use of oestrous females. *Anim. Reprod. Sci.* 32, 69-84.

- Walkden-Brown, S. W., Restall, B. J., Norton, B. W., Scaramuzzi, R. J., Martin, G., B. 1994. Effect of nutrition on seasonal patterns of LH, FSH and testosterone concentration, testicular mass, sebaceous gland volume and odour in Australian cashmere goats. *J. Reprod. Fert.* 102, 351-360.
- Walkden-Brown, S.W., Martin, G.B., and Restall, B.J. 1999. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *J. Reprod. Fert. Sup.* 52, 243-257.
- Watson, R. H., Radford, H. M. 1960. The influence of rams on onset of oestrus in Merino ewes in the spring. *Aust. J. Agric. Res.* 11, 65-71.
- Weller, A. 1998. Communication through body odour. *Nature.* 392, 126-127.
- Yeates, N. T. M. 1949. The breeding season of the sheep with particular reference to its modification by artificial light. *J. Agric. Sci. Cambridge.* 39: 1-43.