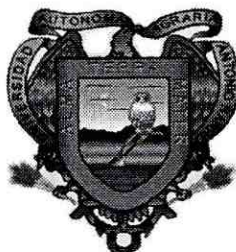


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**IMPORTANCIA DE LA PROPORCIÓN MACHO-HEMBRAS  
SOBRE LA RESPUESTA DE LAS CABRAS  
ANOVULATORIAS ESTIMULADAS MEDIANTE EL EFECTO  
MACHO**

**POR:**

**SANTIAGO RAMÍREZ VERA**

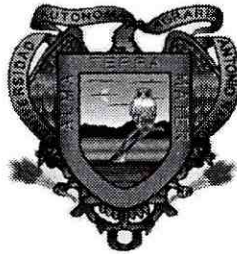
**TESIS:**

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

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

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

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**IMPORTANCIA DE LA PROPORCIÓN MACHO-HEMBRAS  
SOBRE LA RESPUESTA DE LAS CABRAS  
ANOVULATORIAS ESTIMULADAS MEDIANTE EL EFECTO  
MACHO**

**TESIS**

**POR:**

**SANTIAGO RAMÍREZ VERA**

**ASESOR PRINCIPAL**

---

**DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA**

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

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**IMPORTANCIA DE LA PROPORCIÓN MACHO-HEMBRAS  
SOBRE LA RESPUESTA DE LAS CABRAS  
ANOVULATORIAS ESTIMULADAS MEDIANTE EL EFECTO  
MACHO**

**TESIS**

**POR:**


**SANTIAGO RAMÍREZ VERA**

**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

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**NOVIEMBRE DE 2003**

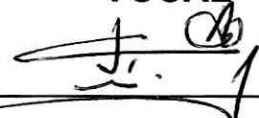
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**PRESIDENTE DE JURADO**

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

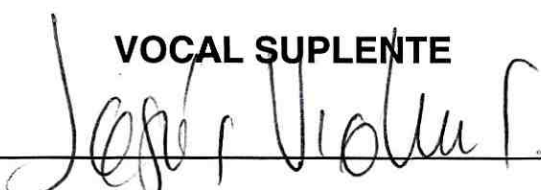
**VOCAL**

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

**VOCAL**

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

**VOCAL SUPLENTE**

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

# DEDICATORIA

## A DIOS

*Por darme la oportunidad y la fortaleza de vivir.  
Por darme a los mejores padres y hermanos del mundo*

## A MIS PADRES

*Ustedes que son muy especial por a verme dado la vida.*

*MARTHA VERA HILARIO Y MOISÉS RAMÍREZ VERA*

*Madre tu que me vistes nacer, tu eres aquella mujer que sufrió tanto y que me aguantado todo este tiempo. y por ser la mejor mama de este mundo.*

*Padre tu eres la persona más maravillosa de la tierra. Tu que estas siempre a mi lado, tu que luchas tanto para sacar a tu familia adelante.*

*Además de ser los mejores padres, son mis mejores amigos en los que puedo confiar.*

*Ustedes que han sufrido para llevarme por el buen camino y me han brindado mucho con lo poco que tenían me siento orgulloso de tener los mejores padres.*

*Nunca podré pagarles todo lo que han hecho por mi., como ofrenda, además de mi vida les dedico esta tesis. Con todo mi amor porque son de mi vida, la mejor parte.*

## A MIS HERMANOS

*Por ser los mejores hermanos del mundo. Con mucho amor y cariño.  
Las batallas de hoy les forjaran el mañana.  
La humildad y la nobleza inician conmigo.*

## AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por darme la fortaleza de alcanzar y guiarme en una de mis metas, por darme la vida, por darme a los mejores padres, hermanos y amigos.

A mis Hermanos **José Antonio, Porfirio, Roberto Pablo, Juana Isabel, Martha Alicia, Olga Lidia, Ada Luz, Marisela, Moisés Y Hilda Martha**. A mis sobrinos, **Luis Eduardo, Arcelio, Martín, Wilbert, Jennifer Selene, Fernando Y José Armando**. A mis cuñados **Gerardo Durantes y Eduardo Indíli** por sus palabras de su motivación, apoyo y por su confianza en mi. A todos mis familiares en especial a mi **abuela Cristina Hilerio** por su palabras de motivación, su apoyo y su amor.

Al **Dr. José Alfredo Flores Cabrera**, por su valiosa amistad, asesoría y apoyo para la realización de esta tesis.

Al **Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras** por su valiosa amistad y comentarios sobre la tesis.

Al **MC. Evaristo carillo**, por su valiosa amistad y apoyo en la elaboración de esta tesis.

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

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

Al **MC. Jesús Vielma Sifuentes**, por su valiosa amistad y su orientación y corrección de esta tesis.

A todos mis **grandes amigos** por su valiosa amistad compartida durante esta carrera (sección "D" MVZ) Gen. 98-2003.en especial a **Sheyla, Blanca, Enoel, Cesar, Edwi, Soledad, Rigoberto**.

Agradezco a todos los **Hermanos** de la Iglesia de Valle Verde. En especial a los Hermanos **Eulalia Muñoz y Guillermo Domínguez**, por su amor, cariño, por su motivación y apoyo para lograr mi objetivo. A **Lucero, Blanca, Elías y Norma Domínguez, Daniel Santillán, Verónica Guerrero, y Nancy** por su valiosa amistad y su motivación que me brindaron.

A **Jaime Mora y Javier Cervantes** por facilitarnos las hembras para este proyecto.

Al Consejo Estatal de Ciencia Y Tecnología de Coahuila (**COECYT; Clave: COAH-2002-001-4220**) por los recursos facilitados para la investigación.

Al Consejo Estatal de Ciencia Y Tecnología de Coahuila (**COECYT**) por la beca otorgada para la elaboración de esta tesis

# INDICE

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	5
2.1 Estacionalidad reproductiva de los caprinos.....	5
2.2 Efecto macho.....	6
2.3 Cambios endocrinos de las hembras después de la introducción del macho.....	7
2.4 Factores que pueden alterar la respuesta al macho.....	8
2.4.1 Aislamiento previo.....	8
2.4.2 Calidad del estímulo.....	9
2.4.2.1 Intensidad de la estimulación.....	9
2.4.2.2 Duración del estímulo.....	10
2.4.3 Profundidad del anestro.....	10
2.4.4 Relación macho-hembra.....	11
<b>OBJETIVO</b> .....	12
<b>HIPÓTESIS</b> .....	12
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	13
3.1. Localización del experimento.....	13
3.2 Animales experimentales.....	13
3.2.1 Machos.....	13
3.2.1.1 Tratamiento fotoperiódico.....	13
3.2.2 Hembras experimentales.....	14
3.2.3 Modelo experimental.....	14
3.3 Variables determinadas.....	15
3.3.1 Machos.....	15
3.3.1.1 Comportamiento sexual.....	15
3.3.1.2 Definiciones.....	15
3.3.2 Hembras.....	16
3.3.2.1 Actividad estral.....	16
3.3.2.2 Definiciones.....	17

3.4 Análisis de resultados .....	17
<b>RESULTADOS</b> .....	18
4.1 Machos .....	18
4.1.2 Comportamiento Sexual .....	18
4.2 Hembras .....	20
4.2.1 Actividad Estral .....	20
4.2.2 Intervalo entre la introducción de los machos y el inicio del estro .....	20
4.2.3 Duración de estros .....	21
<b>DISCUSIÓN</b> .....	23
<b>CONCLUSIÓN</b> .....	26
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	27



## RESUMEN

Este estudio se realizó para determinar la actividad estral de las cabras sometidas al efecto macho utilizando una proporción de macho-hembras de 1/9-10, 1/19-20 y 1/39. Se utilizaron 7 machos cabríos Criollos tratados con días largos continuos. Además, se utilizaron 117 hembras anovulatorias las cuales fueron divididas en 3 grupos de 39 hembras cada uno. El 21 de abril de 2003 a las 8:00 A. M. los machos fueron introducidos en cada grupo de hembras. Un grupo de hembras (G10) fue puesto en contacto con 4 machos (1 macho por cada 9-10 hembras en un corral de 20 m<sup>2</sup>). Un segundo grupo de hembras (G20) fue puesto en contacto con 2 machos (1 macho por cada 19-20 hembras, en un corral de 40 m<sup>2</sup>). El tercer grupo de hembras (G40) fue puesto en contacto con 1 macho (1 macho por cada 39 hembras, en un corral de 80 m<sup>2</sup>).

En los tres grupos los machos permanecieron con las hembras durante 18 días. La actividad estral de las hembras fue determinada dos veces al día (mañana y tarde) durante los 18 días que estuvieron en contacto con los machos.

El porcentaje de hembras que mostraron actividad estral durante los primeros 5 días de contacto con los machos fue mayor en el G10 (61.5 %;  $P < 0.01$ ) que en el G20 (33.3 %) y G40 (33.3 %). Del día 6 al 18 el porcentaje de hembras que mostraron conducta estral se incrementó a 84.6 % en el G10, 92.3% en el G20 y 84.6% en el G40. No se encontró diferencia estadística entre los 3 grupos ( $P > 0.05$ ). En total, el porcentaje de hembras que mostraron al menos un estro en los 18 días de contacto con los machos fue de 92.3% en el G10, 94.9% en el G20 y 89.7% en el G40 ( $P > 0.05$ ). El intervalo entre la introducción del macho y el inicio del estro en las hembras que respondieron en los primeros 5 días fue  $57.5 \pm 4.8$  hrs en el G10, de  $72.9 \pm 5.5$  hrs en el G20 y de  $78.5 \pm 7.6$  hrs en el G40, existiendo una diferencia estadística entre el G10 con respecto al G20 y G40 ( $P < 0.05$ ).

Estos resultados demuestran que al incrementar a 20 ó 40 el número de hembras por macho se retarda el inicio de la actividad estral en las cabras anovulatorias sometidas al efecto macho. Sin embargo, este incremento no afecta el porcentaje total de cabras que son estimuladas durante los primeros 18 días.

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

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

En los caprinos locales del norte de México y en particular los de la Comarca Lagunera que son explotados de manera intensiva o extensiva, manifiestan variaciones estacionales de su actividad reproductiva (Duarte *et al.*, 1999; Delgadillo *et al.*, 1999). En las hembras, la actividad estral y ovárica inician en agosto y terminan en febrero (Duarte *et al.*, 1999). En los machos, el periodo de actividad sexual se extiende de mayo a diciembre (Delgadillo *et al.*, 1999). Estos periodos de actividad e inactividad sexual se registran año con año, y se ha demostrado que estas variaciones son provocadas por las variaciones del fotoperiodo.

La estacionalidad reproductiva de los caprinos de la región provoca que la producción de leche y de cabrito se concentre en ciertas épocas del año. Por ejemplo, el 80 % de los partos ocurren de noviembre a febrero, lo cual trae como consecuencia una alta mortalidad de las crías al nacer durante el invierno y una disminución en el precio del cabrito al concentrarse su producción en esta época del año.

En estas cabras estacionales la actividad sexual puede ser inducida en la época de anestro mediante la aplicación de hormonas exógenas, como por ejemplo, los progestágenos, gonadotropina coriónica equina (eCG), melatonina, etc, o bien la combinación de algunas de ellas. Sin embargo, estos métodos de control reproductivo son difíciles de aplicar en la mayoría de los rebaños debido a su elevado costo y difícil aplicación en los hatos mantenidos en condiciones extensivas, como los que existen generalmente en las zonas subtropicales (Chemineau *et al.*, 1992).

Una técnica económica y de fácil aplicación es el efecto macho, la cual consiste en la introducción de machos en un grupo de hembras anovulatorias (Chemineau, 1987; Walkden-Brown *et al.*, 1999; Flores *et al.*, 2000; Véliz *et al.*, 2002; Delgadillo *et al.*, 2003). Sin embargo, en las cabras estacionales como las explotadas en la Comarca Lagunera y en la mayoría de las regiones subtropicales la utilización del efecto macho es efectiva únicamente al final o al inicio de la estación reproductiva, debido a que en esa época de inactividad sexual de las hembras, en los machos utilizados para estimular a las hembras también disminuye notablemente su capacidad de inducción. Por ello, recientemente se ha desarrollado un modelo de tratamiento para la inducción de la actividad sexual de los machos durante la época de reposo sexual de los mismos. Este modelo consiste en la aplicación de 2.5 de meses de días largos artificiales seguidos o no de la aplicación de implantes de melatonina (Delgadillo *et al.*, 2001; 2002). De esta manera, estos machos manifiestan una intensa actividad sexual y son capaces de estimular entre un 80 y 90 % de las hembras durante el anestro (Flores *et al.*, 2000; Véliz *et al.*, 2002; Delgadillo *et al.*, 2002). En estos estudios se ha utilizado con éxito una relación de un macho por 10 hembras y no se conoce la capacidad inductora del macho si se incrementa el número de hembras que son estimuladas mediante la técnica del efecto macho.

## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 Estacionalidad Reproductiva de los Caprinos

La mayoría de las razas caprinas explotadas en las regiones subtropicales manifiestan una estacionalidad reproductiva (Walkden-Brown *et al.*, 1994; Delgadillo *et al.*, 1999; Duarte *et al.*, 1999). Esta estacionalidad reproductiva ha sido observada tanto en condiciones extensivas, como en animales mantenidos en estabulación y alimentados adecuadamente. Por ejemplo, en las cabras mantenidas en estabulación, la actividad estral inicia en agosto y termina en febrero (Duarte, 2000). Un fenómeno similar ha sido registrado en los machos cabríos mantenidos en estabulación y alimentados adecuadamente en los cuales, el periodo de actividad sexual se extiende de mayo a diciembre (Delgadillo *et al.*, 1999).

Estos periodos de la actividad e inactividad sexual se registran año con año, lo que sugiere que la repetibilidad del ciclo anual de reproducción en las hembras y machos 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 es el fotoperiodo (Malpaux *et al.*, 1999; Duarte, 2000; Delgadillo *et al.*, 2000). Lo anterior fue probado al someter a las cabras Criollas a 3 meses de días cortos (10 h de luz/día) alternado 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 (Duarte, 2000). 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.*, 2000).

Lo anterior demostró que en los caprinos locales de la Comarca Lagunera la estacionalidad reproductiva está regulada por las variaciones del fotoperiodo. En las razas estacionales, las variaciones en la duración del día determinan los cambios de la actividad neuroendocrina. En la percepción de la duración del día la glándula pineal, sintetiza y secreta la melatonina en la circulación con un ritmo día/noche bien definido, siendo los niveles plasmáticos diurnos bajas y los nocturnos elevados (Chemineau *et al.*, 1992; 1993; Malpoux *et al.*, 1997). Por medio de la duración de la secreción de melatonina, los animales interpretan la duración del día y responden a las variaciones fotoperiódicas (Chemineau *et al.*, 1993). Así, el efecto más importante de la melatonina es el de modificar la frecuencia de liberación del GnRH lo que lleva a cambios en la liberación de LH y FSH en la actividad de las gónadas (Malpoux *et al.*, 1997).

## **2.2 Efecto macho**

En las ovejas y cabras anovulatorias, la introducción de uno o varios machos induce la actividad sexual de las mismas en pocos días. Este método de inducción y sincronización de la actividad sexual es conocido como efecto macho (Martin *et al.*, 1986; Chemineau, 1987; Walkden-Brown *et al.*, 1999; Álvarez y Zarco, 2001; 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 muy estacionales, la respuesta de las hembras al efecto macho es mejor cuando se realiza un mes antes del inicio del periodo natural de actividad sexual o un mes después del final de este periodo (Martin *et al.*, 1983; Restall *et al.*, 1992; Mellado *et al.*, 2000).

Durante el periodo de anestro, la respuesta de las hembras al efecto macho es muy baja o nula. Esto se debe en parte a una incapacidad de las hembras para responder al efecto macho, pero además, la falta de respuesta se debe a una débil

estimulación de las hembras por parte del macho, el cual se encuentra normalmente también en reposo sexual en esa época (Delgadillo *et al.*, 1991; Delgadillo *et al.*, 1999). En ovejas y cabras, el contacto físico y el mejoramiento 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).

### **2.3 Cambios endocrinos de las hembras después de la introducción del 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 que a su vez es controlada por pulsos del GnRH del hipotálamo. En las hembras que no están ciclando, los pulsos se liberan con una frecuencia baja, controlados mediante un mecanismo de retroalimentación negativa por niveles mínimos de estradiol. En las hembras ovinas y caprinas, la introducción del macho induce un incremento rápido y dramático en la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH plasmática. Este incremento en la actividad de la pituitaria estimula el desarrollo folicular, provocando finalmente un pico preovulatorio de LH que induce la ovulación (Chemineau, 1987; Álvarez y Zarco, 2001).

En la cabra, la secreción de LH pasa de 0.3 pulsos en 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, 1987; Álvarez y Zarco, 2001).

Este cambio en la secreción pulsátil de LH después de la introducción de los machos culmina con la ovulación de más de 95% de hembras dentro de los primeros 3 días posteriores a la introducción. La primera ovulación que normalmente se asocia con conducta estral, es seguida por un ciclo corto de una duración de 3 a 8 días en promedio que se caracteriza por una secreción baja o nula de progesterona por el cuerpo lúteo (CL). Después de este ciclo corto se presenta una segunda ovulación cuyo CL es de duración normal y se acompaña generalmente de conducta estral (Chemineau, 1987; Álvarez y Zarco, 2001).

## **2.4 Factores que pueden alterar la respuesta al macho**

El intervalo entre la introducción de los machos y la primera ovulación, la expresión de los signos estrales durante dicha ovulación y la frecuencia de los ciclos cortos después de la inducción de la primera ovulación constituyen factores sujetos a variación, lo que indica que la respuesta de las hembras al efecto macho está determinada por la interacción de varios factores entre los cuales se pueden mencionar, la intensidad del estímulo, la profundidad del anestro en las hembras y un periodo previo de aislamiento entre machos y hembras; Chemineau, 1987; Álvarez y Zarco, 2001; Véliz *et al.*, 2002).

### **2.4.1 Aislamiento previo**

Desde los primeros reportes sobre efecto macho se sugería que la estimulación de las hembras anéstricas mediante el efecto macho requería de un aislamiento previo de los dos sexos, lo que sugiere que el macho debe de representar un estímulo novedoso para las hembras y que no debe de existir ningún grado de contacto con las hembras antes del efecto macho de tal manera que la hembra no perciba al semental por ninguno de sus sentidos (olfato, vista, oído, tacto; Chemineau, 1987; Álvarez y Zarco, 2001). Estos reportes indicaban que para obtener buenos resultados mediante el efecto macho se recomienda una separación de por lo menos 3 semanas de aislamientos de los dos sexos antes de realizar el efecto macho (Chemineau, 1987; Álvarez y Zarco, 2001).



Sin embargo, recientemente se demostró que en las Cabras Criollas adaptadas a las latitudes del subtrópico de México, no es necesario un periodo de separación entre las hembras y machos, 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).

## **2.4.2 Calidad del estímulo**

### **2.4.2.1 Intensidad de la estimulación**

Otro de los factores importantes que modifican la respuesta de las hembras al efecto macho es la intensidad del estímulo ejercido por el macho. Por ejemplo, el porcentaje de hembras que ovulan después de la introducción del macho es menor (70%) cuando se ponen hembras separadas por un cerco de malla que las que se encuentran en contacto directo (95%) (Pearce y Oldham, 1988). De manera similar, cuando se encuentran separadas por un pasillo, la estimulación se vuelve más débil que cuando existe un contacto directo entre ellos (Chemineau, 1987). Se considera que el estímulo adquiere mayor intensidad cuando se permite un mayor grado de contacto entre las hembras y los machos, lo que se logra cuando existe un contacto físico completo (Chemineau, 1987; Álvarez y Zarco, 2001).

Por otro lado, la capacidad de los machos de inducir un número mayor de hembras se manifiesta en la intensidad de su comportamiento sexual (Signoret y Lindsay, 1982; Perkins y Fitzgerald, 1994). Por ejemplo, los machos ovinos con una mayor actividad sexual, inducen una actividad estral a un mayor número de hembras (95%) que los machos con una baja libido (78 %; Perkins y Fitzgerald, 1994). En los Caprinos, los machos tratados con días largos seguidos o no de la aplicación de melatonina para inducir su actividad sexual durante el periodo de reposo sexual, inducen al menos un 80% de las hembras sometidas al efecto macho, mientras que los machos no tratados inducen la actividad estral alrededor del 10% de las hembras (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002). Esto demuestra que la intensidad del estímulo es un factor muy importante en la inducción de la actividad sexual de cabras anovulatorias mediante el efecto macho. Los machos cabríos que manifiestan una

intensa actividad sexual logran inducir un mayor número de hembras que aquellos con una menor actividad sexual (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002).

#### **2.4.2.2 Duración del estímulo**

Otro de los factores que influyen en la respuesta de las hembras al efecto macho es la duración del estímulo. Por ejemplo, si el macho es retirado sólo algunas horas después de ser introducido, la ovulación se bloquea, lo cual indica que la continua presencia del macho es el elemento que desencadena el pico preovulatorio de LH. Si el macho es retirado antes de la ovulación, la secreción y la frecuencia de LH se reduce y los niveles de gonadotropina se tornan basales, característico del anestro estacional (Chemineau, 1987; Álvarez y Zarco, 2001). Por ejemplo, en ovejas Merino, se ha observado que la presencia de los machos durante 3 horas provoca en las hembras una secreción transitoria de LH, la cual no es capaz de desencadenar el mecanismo que induce la ovulación. Sin embargo, si el estímulo se prolonga por 24 horas, ovulan únicamente el 18% de las ovejas en anestro, mientras que si el estímulo se mantienen durante 4 días, el porcentaje de ovejas que ovulan se incrementa al 50% (Signoret *et al.*, 1982; Murtagh *et al.*, 1984).

#### **2.4.3 Profundidad del anestro**

La eficiencia del efecto macho esta relacionada también con la profundidad del anestro de las hembras. De modo que cuando se introducen los machos en la época de anestro profundo, la primera ovulación se retrasa comparado con hembras en anestro superficial. De igual modo, la profundidad del anestro modifica la frecuencia en la aparición de estros asociados a la primera ovulación, así como la presencia de ciclos cortos. Mientras más profundo sea el anestro menor será la presencia de conducta estral y mayor la proporción de ciclos cortos (Chemineau 1987; Thimonier *et al.*, 2000).

La profundidad del anestro explica la baja respuesta ovulatoria al efecto macho. Sin embargo, tal situación no debe atribuirse solo a la capacidad de respuesta reducida de las hembras. Esta falta de respuesta en el anestro también es consecuencia de la inactividad sexual de los machos en esa época del año. El contacto de hembras con machos sexualmente activos permite inducir sexualmente a un mayor número de hembras durante el anestro (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002). Por ejemplo, la introducción de machos tratados previamente con 2.5 meses con días largos artificiales y la aplicación o no de melatonina, estimula un mayor número de hembras anéstricas estacionales que los machos no tratados (80% con machos tratados vs un 10% utilizando machos en reposo sexual; Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Véliz *et al.*, 2002).

#### **2.4.4 Relación macho-hembra**

Otro de los factores que pueden alterar la respuesta de las hembras al efecto macho es la proporción de machos en la población de hembras. El incremento en el número de machos aumenta la respuesta de las hembras, al favorecer una mayor cantidad de interacciones directas que una hembra puede experimentar con los sementales (Chemineau, 1987; Álvarez y Zarco, 2001). En la mayor parte de los estudios sobre efecto macho realizados en nuestro laboratorio (Flores *et al.*, 2000; Véliz *et al.*, 2002; Delgadillo *et al.*, 2002), utilizando el modelo de machos tratados con días largos para inducir la actividad sexual de las cabras anovulatorias se ha utilizado con éxito una relación de un macho por 10 hembras y no se conoce la capacidad inductora del macho si se incrementa el número de hembras que son estimuladas mediante el efecto macho.

## **OBJETIVO**

Determinar la actividad estral de las cabras anovulatorias sometidas al efecto macho utilizando diferente proporción de hembras por macho.

## **HIPÓTESIS**

Al incrementar la proporción de hembras por macho la respuesta estral de las hembras disminuye.

## **CAPITULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización del experimento**

Este estudio se realizó del 1 de noviembre del 2002 al 6 de mayo del 2003 en las instalaciones experimentales 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, ambas localidades ubicadas en la Comarca Lagunera de Coahuila, la cual está situada a una latitud 26° Norte y a una altitud que varia de 1100 a 1400 metros sobre el nivel del mar.

#### **3.2 Animales experimentales**

##### **3.2.1 Machos**

Para este estudio se utilizaron 7 machos cabríos Criollos adultos de la Comarca Lagunera, de entre 2- 5 años de edad. Estos animales se encontraban en un sistema de explotación intensiva y fueron alojados en instalaciones abiertas. Durante todo el estudio su alimentación fue con heno de alfalfa a libre acceso y 300 g de concentrado comercial (Purina, de 14 % de Proteína Cruda) por día y por animal. Además, tenían libre acceso a sales minerales y agua.

##### **3.2.1.1 Tratamiento fotoperiódico**

Los machos se sometieron del 1 de noviembre de 2002 al 20 de abril de 2003 a días largos artificiales (16 horas de luz por día) en instalaciones abiertas. Para ello, el corral fue equipado con 5 lámparas de "luz de día" de 75 Watts cada una y que proporcionaba una intensidad luminosa mínima de 300 lux al nivel de los ojos de los animales. El mecanismo de encendido y apagado de las lámparas se efectuó con una reloj automático y programable (Interamic, Timerold, USA). El encendido de las lámparas fue fija y ocurrió diariamente a las 06:00 horas. Las lámparas eran

apagadas cuando existía suficiente luz natural (09:00 horas). Después, eran encendidas nuevamente antes del crepúsculo natural (17:00 horas) y apagadas a las 22:00 horas. Esto permitió que los animales percibieran días largos de 16 horas de luz por día. Está demostrado que este tratamiento permite inducir una intensa actividad sexual en los machos cabríos durante el periodo de reposo sexual (Flores *et al.*, 2002).

### **3.2.2 Hembras experimentales**

Se utilizaron 154 hembras caprinas Criollas adultas, las cuales pertenecían a 2 productores del Ejido Santa Fe, Municipio de Torreón Coahuila (Srs. Javier Cervantes y Jaime Mora). Estos animales se encontraban en un sistema de explotación extensiva. La ciclicidad de las hembras se determinó mediante dos muestreos sanguíneos para conocer los niveles plasmáticos de progesterona. Estos muestreos se realizaron 20 y 10 días antes de la introducción de los machos. Las hembras cíclicas fueron eliminadas del estudio antes del efecto macho. Las hembras que se encontraban anovulatorias (n=117) fueron establecidas 15 días antes de la introducción de los machos y fueron alimentadas con heno de alfalfa a libre acceso y 200 g de concentrado comercial (Purina, de 14 % de proteína cruda) por día y por animal, además de agua y sales mineares al libre acceso.

### **3.2.3 Modelo experimental**

Con las hembras anovulatorias se formaron 3 grupos de 39 hembras cada uno. El 21 de abril de 2003 a las 8:00 A. M. los machos fueron introducidos en cada grupo de hembras de la siguiente manera:

- a). Un grupo de hembras (G10; n=39) fue puesto en contacto con 4 machos (1 macho por cada 9/10 hembras en un corral de 20 m<sup>2</sup> c/u).
- b). Un segundo grupo de hembras (G20; n=39) fue puesto en contacto con 2 machos (1 macho por cada 19/20 hembras, en un corral de 40 m<sup>2</sup> c/u).

c). El tercer grupo de hembras (G40; n=39) fue puesto en contacto con 1 macho (1 macho por cada 39 hembras, en un corral de 80 m<sup>2</sup> c/u).

En los tres grupos los machos permanecieron con las hembras durante 18 días.

### 3.3 Variables determinadas

#### 3.3.1 Machos

##### 3.3.1.1 Comportamiento sexual

En los primeros 5 días de contacto entre hembras y machos, se realizaron observaciones del comportamiento sexual de los machos durante 2 horas diarias (08:00–10:00 h). Las variables observadas fueron: número de olfateos ano-vulvares, aproximaciones, automarcajes, intentos de montas, montas sin penetración, montas completas y flehmen.

##### 3.3.1.2 Definiciones

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

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

**Aproximaciones:** Se consideró una aproximación a cada uno de los acercamientos del macho hacia la hembra por parte lateral o posterior de ésta, emitiendo una vocalización acompañado o no de levantamiento de uno de los miembros anteriores.

**Intento de monta:** Se consideró como intento de monta cuando el macho intentaba montar a las hembras, sin lograr permanecer sobre ella.

**Monta sin penetración:** Se consideró como monta sin penetración cuando el macho se coloca encima de la región trasera de la hembra; apoyándose en sus patas traseras en el piso, poniendo a horcadadas sus patas delanteras sobre la grupa de la hembra, sin intromisión vaginal.

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

**Flehmen:** se consideró flehmen cuando el macho realizaba el levantamiento del labio superior cortejando a la hembra.

### **3.3.2 Hembras**

#### **3.3.2.1 Actividad estral**

La actividad estral de las hembras fue determinada dos veces al día (mañana y tarde) durante los 18 días que estuvieron en contacto con los machos. El criterio para considerar una hembra en estro fue la aceptación e inmovilización de las cabras al ser montadas por el macho (Chemineau *et al.*, 1992; Flores *et al.*, 2000).

Con el número de hembras que manifestaron actividad estral se determinó el porcentaje de hembras en estro, intervalo entre la introducción del macho y el inicio del estro, frecuencia y duración de los ciclos cortos y finalmente la duración del estro.



### 3.3.2.2 Definiciones

**Porcentaje de hembras en estro:** Es el número de hembras que manifestaron al menos un comportamiento de estro durante el periodo de estudio.

**Intervalo entre la introducción del macho y el inicio del estro:** Es el tiempo en horas que transcurrió entre la introducción del macho y la identificación de los primeros signos del estro.

**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 su duración en:

ciclo corto:  $\leq 17$  días, ciclo normal: 17 a 25 días y, ciclo largo:  $> 25$  días (Chemineau *et al.*, 1992).

**Duración del estro:** Es el tiempo en horas que transcurrió desde la identificación de los primeros signos de estro hasta la finalización de estos.

### 3.4 Análisis de resultados

Las variables del comportamiento sexual de los machos se compararon mediante la prueba exacta de probabilidades de Fisher.

El porcentaje de hembras que presentaron actividad estral en los tres 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).

## **CAPITULO IV**

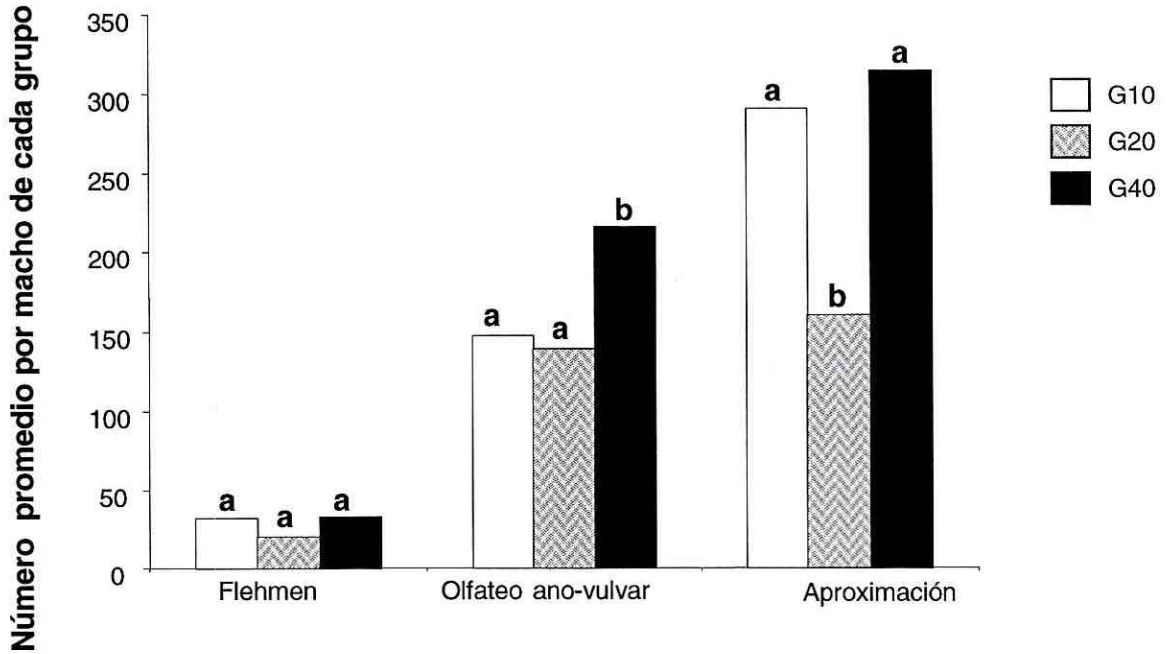
### **RESULTADOS**

#### **4.1 Machos**

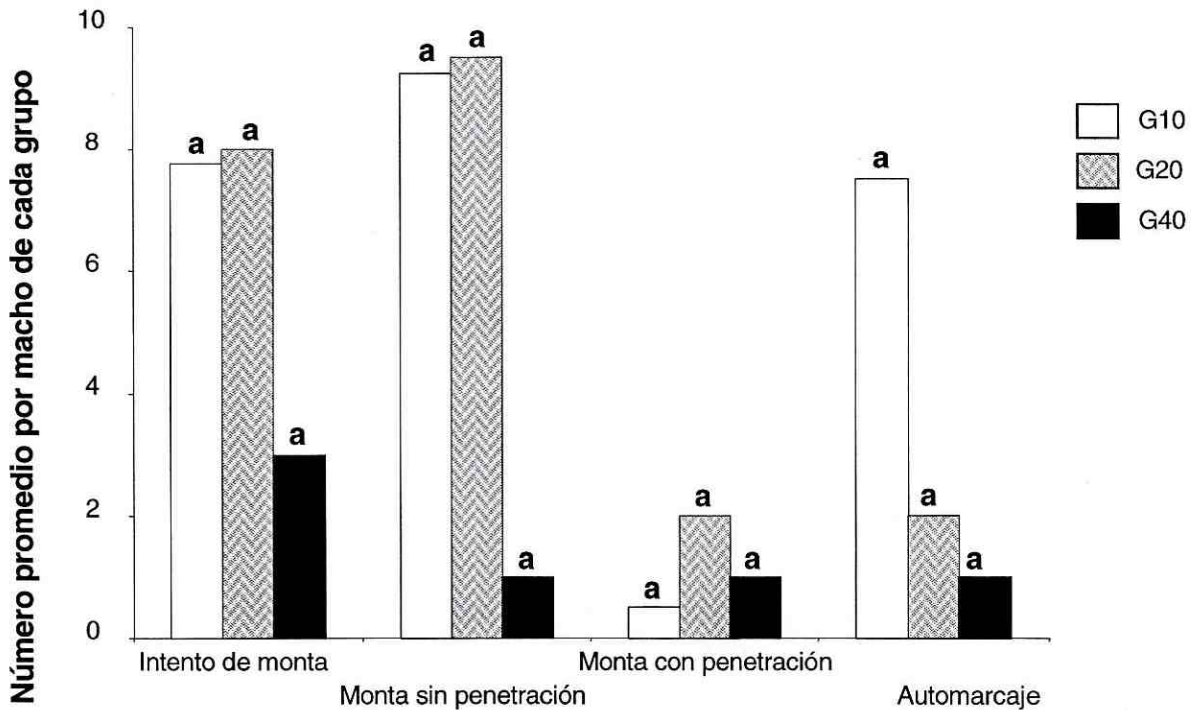
##### **4.1.2 Comportamiento Sexual**

El Comportamiento sexual de los machos registrado en los 3 grupos se muestra en la Figura 1 y 2. El número de olfateos ano-vulvares registrado en el macho del grupo G40 (216) fue mayor que el observado en los machos de los grupos G10 (148) y G20 (139;  $P < 0.01$ ). No se registró diferencia significativa entre G10 y G20 en este comportamiento ( $P > 0.05$ ). De igual manera, el número de aproximaciones registradas en el macho del grupo G20 (160) fue menor al registrado en los grupos G10 (291) y G40 (314;  $P > 0.001$ ). No se registró diferencia significativa entre los grupos G10 y el G20 en esta variable ( $P > 0.05$ ).

En los demás comportamientos registrados no se encontró diferencia significativa entre los 3 grupos ( $P > 0.05$ ).



**Figura 1.-** Comportamiento sexual de los machos de los 3 grupos, expresado en promedio del número total de comportamiento por macho observado. Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p < 0.001$ ).



**Figura 2.-** Comportamiento sexual de los machos de los 3 grupos, expresado como promedio del número total de las variables del comportamiento por macho observado. Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p < 0.001$ ).

## 4.2 Hembras

### 4.2.1 Actividad Estral

El porcentaje de hembras que manifestaron actividad estral durante los primeros 5 días después de la introducción de los machos fue mayor en el G10 (61.5%) que el G20 (33.3%) y el G40 (33.3%;  $P < 0.01$ ). Del día 6 al día 18, el porcentaje de hembras que mostraron conducta de estro se incrementó a 84.6% (33/39) en el G10, 92.3% (36/39) en el G20 y 84.6% (33/39) en el G40. No se encontró diferencia estadística entre los 3 grupos. De las hembras que presentaron celo en los primeros 5 días, el porcentaje de cabras que mostraron un ciclo corto fue de 58.3 % (21/36) en el G10, 32.4% (12/37) en el G20 y 31.4% (11/35) en el G40.

En total, el porcentaje de hembras que mostraron al menos un estro en los 18 días de contacto con los machos fue de 92.3% (36/39) en el G10, 94.9% (37/39) en el G20 y 89.7% (35/39) en el G40. No se encontró diferencia estadística entre los tres grupos ( $P > 0.05$ ).

### 4.2.2 Intervalo entre la introducción de los machos y el inicio del estro

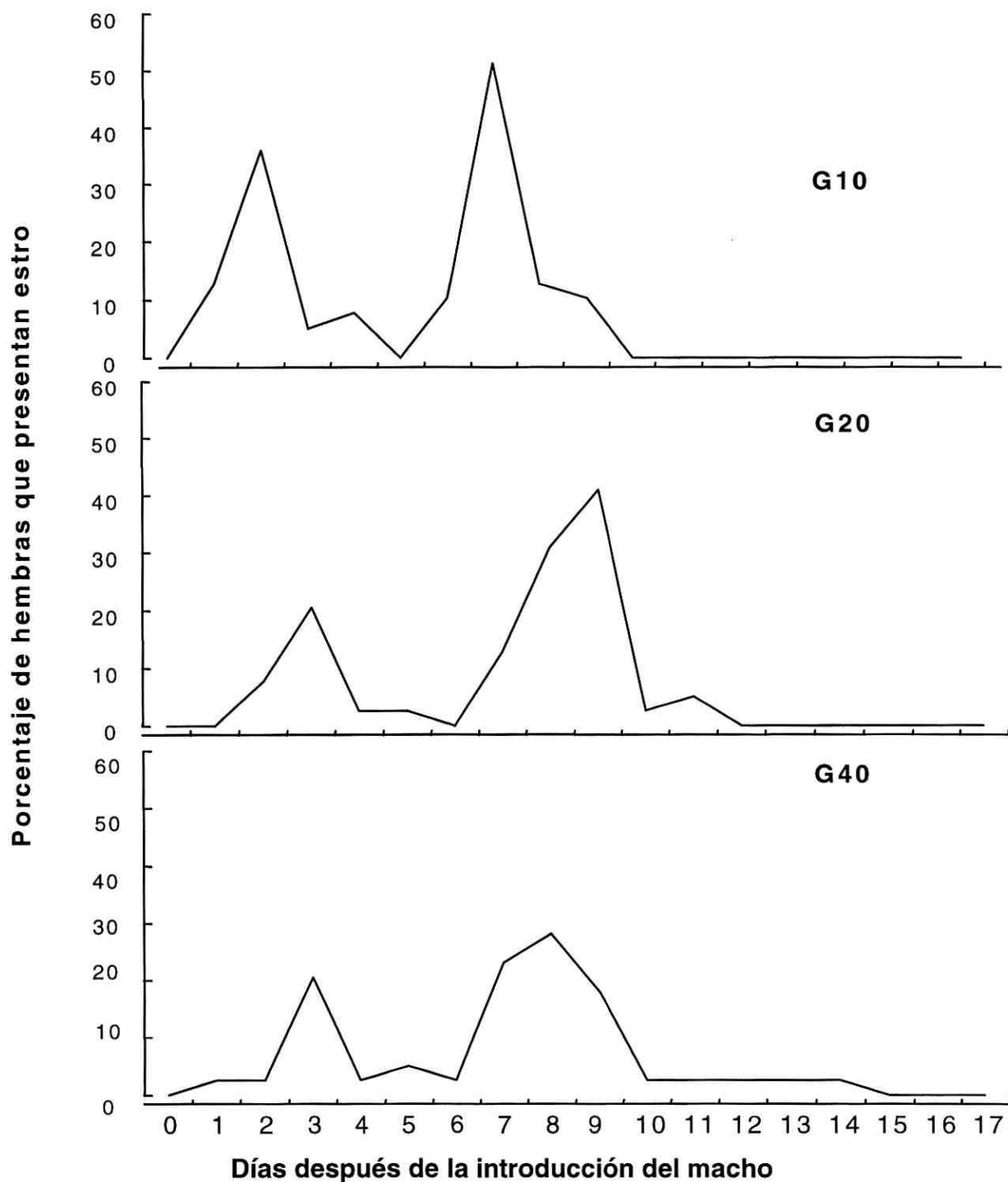
El intervalo entre la introducción del macho y el inicio del estro en las hembras que respondieron en los primeros 5 días fue  $57.5 \pm 4.8$  h en el G10, de  $72.9 \pm 5.5$  h en el G20 y de  $78.5 \pm 7.6$  h en el G40, existiendo una diferencia estadística entre el G10 con respecto al G20 y G40 ( $P < 0.05$ ).

En las hembras que presentaron su primer actividad estral del día 6 al 18 el intervalo fue de  $177 \pm 6.6$  h en el G10,  $213.5 \pm 5.4$  h en el G20 y de  $217.6 \pm 10.4$  h en el G40, existiendo una diferencia estadística entre el G10 con respecto al G20 y G40 ( $p < 0.01$ ). No se encontró diferencia estadística entre el G20 y el G40 ( $P > 0.05$ ).

### 4.2.3 Duración de estros

La duración del estro de las hembras que presentaron actividad estral en los primeros 5 días fue de  $18 \pm 2$  h en el G10,  $20.3 \pm 2.8$  h en el G20 y  $19.4 \pm 2.6$  h en el G40. No se encontró diferencia estadística entre los tres grupos ( $P>0.05$ ). La duración del estro de las hembras que presentaron celo del día 6 al 18 fue de  $27.6 \pm 2$  h en el G10,  $32.7 \pm 1.5$  h en el G20 y  $33.5 \pm 1.9$  h en el G40 existiendo diferencia estadística entre G10 con respecto al G20 y G40 ( $P>0.05$ )

Considerando el total de estros en cada grupo, la duración promedio del estro fue de  $22.8 \pm 1.4$  h en el G10,  $29.7 \pm 1.3$  h en el G20 y  $29.8 \pm 1.7$  h en el G40, no existió diferencia estadística entre los 3 grupos ( $P>0.05$ ).



**Figura. 3.-** Porcentaje de hembras que presentaron actividad estral después de haber sido puestas en contacto con 4 (G10), 2 (G20) ó 1 (G40) machos tratados con días largos artificiales.

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran que la proporción de machos tratados, introducidos en el grupo de hembras anovulatorias, modifica la respuesta estral de las cabras Criollas estimuladas mediante el efecto macho.

En este estudio se utilizó una proporción de macho-hembras de 1/9-10, 1/19-20 y 1/39 y el porcentaje de hembras que fueron estimuladas en los primeros 18 días en los tres grupos fue de alrededor del 90 %. Esto coincide con los resultados de la mayoría de los estudios realizados anteriormente utilizando el modelo de machos tratados para inducir la actividad sexual de las cabras y utilizando 1 macho por cada 10-12 hembras (Flores *et al.*, 2000; Véliz *et al.*, 2002; Delgadillo *et al.*, 2002). Bajo este esquema, alrededor de un 80 y un 100 % de las cabras son inducidas a la actividad sexual en los primeros 10-12 días después de la introducción de los machos. Sin embargo, en el presente estudio, al duplicar y cuadruplicar la cantidad de hembras por macho, no se modificó el porcentaje total de hembras que son inducidas a la actividad estral. Sin embargo, si se modificó el porcentaje de cabras que presentan estro en los primeros 5 días después de la introducción de los machos, siendo menor en los grupos que tuvieron una mayor cantidad de hembras por macho. Asimismo, el intervalo entre la introducción del macho y el inicio del estro se retrazó alrededor de un día en el G20 y G40 con respecto al G10.

En los tres grupos, la respuesta de las hembras al efecto macho coincide con lo encontrado anteriormente en cabras anovulatorias después de la introducción de machos tratados con días largos y melatonina o días largos seguidos de días cortos naturales (Flores *et al.*, 2000; Véliz *et al.*, 2002; Delgadillo *et al.*, 2002). Al igual que en los estudios anteriores, la actividad estral de las hembras de los tres grupos estuvo dividida en dos periodos con un alto porcentaje de hembras que mostraron dos ciclos estrales en los primeros 12 días después de la introducción de los machos. Esta alta

incidencia de ciclos cortos se debe a la presencia de cuerpos luteales de duración corta que se caracterizan por una baja y transitoria secreción de progesterona del cuerpo lúteo (Thimonier *et al.*, 1983). La presencia de cuerpos lúteos de corta duración es un fenómeno común en las cabras y ovejas al inicio de la estación de reproducción y durante el efecto macho (Chemineau, 1983; Claus *et al.*, 1990; Walkden-Brown *et al.*, 1999).

Por otro lado, en este estudio el porcentaje de hembras que respondieron en los primeros 5 días fue menor en los grupos G20 y G40 (33% de estros en ambos grupos) que en el grupo G10, donde el 62 % de las hembras manifestaron actividad estral en ese periodo. Asimismo, el intervalo entre la introducción de los machos y el inicio del estro fue menor en el grupo G10 con respecto a los otros dos grupos. En las hembras del G10 que respondieron en los primeros 5 días, ese intervalo fue de alrededor de 57.5 h, mientras que en las cabras de los grupos G20 y G40, ese intervalo se incrementó a 73 y 78.5 h respectivamente.

Esta diferencia encontrada en los grupos G20 y G40 con respecto al G10 y a los trabajos realizados anteriormente por Flores *et al.* (2000), Veliz *et al.* (2002) y Delgadillo *et al.* (2002) en estas mismas latitudes de México, se debió en parte a que 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 las hembras muestreadas en los 2 hatos para comprobar la ciclicidad de las hembras, fueron determinadas como anovulatorias en los dos muestreos sanguíneos realizados antes de la introducción de los machos.

Esta profundidad del anestro explica, en parte, porque las hembras que fueron estimuladas con una menor proporción de machos (grupos G20 y G40), donde la interacción entre las hembras y el macho fue menor, el estímulo ejercido por el macho tardó más en romper con la fuerte inhibición a la cual estaban sometidas las hembras en esa época del año. Está demostrado tanto en ovejas como en cabras que la efectividad de los machos para inducir la actividad sexual de las hembras, depende



de la profundidad del anestro. Por ejemplo, se ha demostrado que entre mayor sea el número de hembras que se encuentran anovulatorias al momento de la introducción de los machos, el número de hembras que responden disminuye considerablemente (Chemineau, 1987; Walkden-Brown *et al.*, 1999; Thimonier *et al.*, 2000). De igual manera, el intervalo entre la introducción del macho y el inicio de los estros se incrementa notablemente dependiendo de dicha profundidad del anestro (Martin *et al.*, 1986; Chemineau, 1989; Walkden-Brown *et al.*, 1999).

Por el contrario, en el G10 donde la proporción de machos fue mayor, este estímulo mayor permitió romper más rápido con esa inhibición y la mayoría de las hembras manifestaron actividad estral en los primeros 5 días de contacto con los machos. Está demostrado que la intensidad del estímulo ejercido por el macho es un factor muy importante en la inducción de la actividad sexual de las cabras durante el anestro estacional (Chemineau, 1987; Walkden-Brown *et al.*, 1999; Flores *et al.*, 2000).

En esta ocasión se utilizaron machos cabríos tratados previamente con días largos continuos y estos machos manifestaron una intensa actividad sexual al ser puestos en contacto con las hembras, lo cual fue determinado mediante las observaciones del comportamiento sexual durante los primeros 5 días de contacto con las hembras. Finalmente, debido a que no existió diferencia en el porcentaje total de las hembras que fueron estimuladas en los tres grupos en los primeros 18 días, se puede asumir que los machos tratados con días largos continuos son muy eficientes para inducir de la actividad sexual de las hembras durante el anestro, similar a lo demostrado anteriormente con machos tratados con días largos y melatonina (Flores *et al.*, 2000) o días largos seguidos de días cortos naturales (Delgadillo *et al.*, 2002). Sin embargo, es necesario determinar en otro estudio si esa capacidad de inducción de la actividad sexual de los machos tratados en proporciones de 20 y 40 hembras por macho es acompañada de una buena fertilidad en las hembras.

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIÓN**

Los resultados del presente estudio permiten concluir que al incrementar a 20 ó 40 el número de hembras por macho se retarda el inicio de la actividad estral en las cabras anovulatorias sometidas al efecto macho. Sin embargo, este incremento no afecta el porcentaje total de cabras que son estimuladas mediante el efecto macho durante los primeros 18 días.

## LITERATURA CITADA

- Álvarez, L., Zarco, L. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Veterinaria México* 32(2), 117-129.
- Claus, R., Over, R., Dehenhard, M. 1990. Effect of male odour on LH secretion and the induction of ovulation in seasonally anoestrous goats. *Animal Reproduction Science* 22: 27-38.
- Chemineau, P. 1983. Effect on oestrus and ovulation of exposing creole goats to the male at three times of the year. *Journal of Reproduction and Fertility* 67(1), 65-72.
- Chemineau, P., Levy, F., Thimonier, J. 1986. Effects of anosmia on LH secretion, ovulation, and oestrus behaviour by males in the anovular Creole goat. *Animal Reproduction Science* 10, 125-132.
- Chemineau, P. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats: a review. *Livestock Production Science* 17, 135-147.
- Chemineau, P. 1989. L'effet bouc: mode d'action et efficacité pour stimuler la reproduction des chèvres en anoestrus. *INRA, Production Animal* 2(2), 97-104.
- 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 Ruminant Research* 8, 299-312.
- Chemineau, P., Baril, G., Vallet, J.C., Delgadillo, J.A. 1993. Control de la reproducción en la especie caprina: interés zootecnico y métodos disponibles. *Revista Latinoamericana de Pequeños Rumiantes* 1(1), 15-38.
- 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.
- Delgadillo, J.A., 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, J.A., Cortés-López, M.E., Duarte, G. Malpoux, B. 2000. El fotoperiodo modifica la actividad sexual de los machos cabríos Criollos del subtrópico mexicano. XX Congreso Latinoamericano de Ciencias Fisiológicas, 2 al 7 septiembre, Cancún, Quintana Roo, México. C191.

- Delgadillo, J. A., E. Carrillo, J. Morán, G. Duarte, P. Chemineau, and B. Malpaux. 2001. Induction of sexual activity of male creole goats in subtropical northern Mexico using long days and melatonin. *Journal of Animal Science* 79, 2245–2252.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Hernandez, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpaux, B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *Journal of Animal Science* 80, 2780-2786.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz. G.G., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Malpaux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiodicos y el efecto macho. *Veterinaria México* 34(1): 69-79.
- Duarte, G., Flores, J. A., Nava, M.P., Delgadillo, J. A. 1999. Is photoperiod involved in timing seasonal reproduction on goats adapted to a subtropical environment In: Proc 8<sup>th</sup> Meeting of the European Pineal Society; Tours France: 31 Ab.
- 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.
- Flores, J.A., Véliz, F.G., Pérez-Villanueva, J.A., Martínez de la Escalera, G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biology of Reproduction* 62, 1409–1414.
- Flores, J.A., Hernández, H., Martínez de la Escalera, G., Poindron, P., Malpaux, 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.
- Malpaux, B., Vigué, C., Skinner, D.C., Thiéry, J.C., Chemineau, P. 1997. Control of the circannual rhythm of reproduction by melatonin in the ewe. *Brain Research Bulletin* 44(4), 431-438.
- 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., and Scaramuzzi, R. 1983. The induction of oestrus and ovulation in seasonally anovular ewes by exposure to rams. *Journal of Steroid Biochemistry* 19(1), 869-875.

- 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. *Livestock Production Science* 15, 219-247.
- Mellado, M., Cardenas, C., Ruíz, F. 2000. Mating behavior of bucks and does in goat operations under range conditions. *Applied Animal Behaviour Science* 67, 89-96.
- Murtagh, J.J., Gray, S.J., Lindsay, D.R., Oldham, C.M. 1984. The influence of the male effect in 10-11 month-old ewes on their subsequent performance when introduced to rams again at 15 months of age. *Journal of Animal Science* 49:543-553.
- Pearce, G.P., Oldham. 1988. Importance of non-olfactory ram stimuli in mediating ram-induced ovulation in the ewe. *Journal of Reproduction and Fertility* 84, 333-339.
- 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. *Journal of Animal Science* 72:51-55.
- Restall, B.J. 1992. Seasonal variations in reproductive activity in Australian goats. *Animal Reproduction Science* 27, 305-318.
- Signoret, J.P., fulkerson, W.J., Lindsay, D.P. 1982. Effectiveness of testosterone treated wethers and ewes as teaser. *Applied Animal Ethology*. 9:37-47.
- Signoret, J.P., Lindsay, D.P. 1982. The male effect in domestic mammals: effect on LH secretion and ovulation-importance of olfactory cues. In: *Olfaction and Endocrine Regulation*, Ed. W. Breiphtol. IRL Press, London, 63-70.
- Thimonier, J., Cognie, Y., Lassoued, N., Khaldi, G. 2000. L'effet male chez les ovins: une technique actuelle de maitrise de la reproduction. *INRA, Production Animal* 13(4), 223-231.
- Thimonier, J., Chemineau, P., Gauthier, D. 1983. Augmenter la fertilité des ruminants en zone tropicale: une réalité. Réunion International. *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.
- 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., Henniawati, R. 1993. The male effect in the Australian Cashmere goat. 3. Enhancement with buck nutrition and use of oestrus females. *Animal Reproduction Science* 32: 69-84.
- Walkden-Brown, S.W, Restall BJ, Norton BW, Scaramuzzi RJ, Martin GB. 1994. Effect of nutrition on seasonal patterns of LH; FSH and testosterone concentration, testicular mass, sebaceous gland volume and odour in Australian Cashmere goats. *Journal of Reproduction and Fertility* 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. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement* 52, 243-257.