

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**Cuatro horas de contacto diario entre machos y hembras estimulan la actividad reproductiva de las cabras cuando éstas no permanecen en el corral donde estuvieron en contacto con los machos**

**POR**

**ROBERTO CONTRERAS FERMÍN**

**TESIS:**

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

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**JUNIO DEL 2012**



DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DEL 2012

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

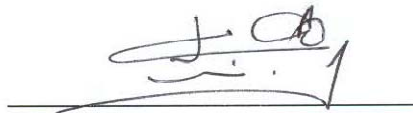
**Cuatro horas de contacto diario entre machos-hembras estimulan la actividad reproductiva de las cabras cuando éstas no permanecen en el corral donde estuvieron en contacto con los machos**

**TEISIS**

**POR:**

**ROBERTO CONTRERAS FERMÍN**

**ASESOR PRINCIPAL**



**DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA  
ANIMAL**



**M.V.Z RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO**  
Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**JUNIO DEL 2012**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**PRESIDENTE DEL JURADO**

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

**VOCAL**

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

**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. GONZALO FITZ RODRÍGUEZ**

**VOCAL SUPLENTE**

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

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DEL 2012

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**Cuatro horas de contacto diario entre machos y hembras estimulan la actividad reproductiva de las cabras cuando éstas no permanecen en el corral donde estuvieron en contacto con los machos**

**POR:**

**ROBERTO CONTRERAS FERMÍN**

**Elaborado bajo la supervisión del comité  
particular de asesoría**

**ASESOR PRINCIPAL:**

**DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ**

**ASESORES:**

**DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA**

**DR. GONZALO FITZ RODRÍGUEZ**

**DR. GERARDO DUARTE MORENO**

**DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**

**DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES**

**M.C. MARIE BEDOS**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**JUNIO DEL 2012**

## **DEDICATORIAS**

### ***A mis padres:***

*Roberto Contreras Bolaños*

*Natalia Fermín Delgado*

*Dedico el presente trabajo a mis padres queridos, a quienes más amo en la vida, por su apoyo incondicional en el transcurso de mis estudios y en todo momento de mi vida; por sus enseñanzas, consejos, paciencia; por darme ánimos ante mis caídas y por dejarme ser libre y responsable; teniendo siempre presente los valores que me inculcaron, sobretodo ser respetuosos con los demás.*

### ***A mis hermanos y demás familiares:***

*A mis hermanos Oralia, Cendy Leticia, Fernando, Hernán; a mi cuñada Ana Lilia y a las niñas Nataly y Hemely por ser la alegría de la familia, quienes me motivaron para seguir adelante con mis estudios; por sus amor, amistad y su comprensión en todo momento estando lejos de casa; por ser una familia ejemplar y líder en el trabajo, y por ser una familia unida ante los obstáculos que nos presenta la vida.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco infinitamente a Dios por haberme dado a mis padres, y a ti señor, por haberme dotado de valor, coraje y paciencia para enfrentar cada uno de los obstáculos que nos presenta la vida.*

*A mi Alma Terra Mater, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que fue como mi segundo hogar, ala cual respetaré, honraré, defenderé y enalteceré, por sus buenos ejemplos, principios y virtudes.*

*A mis profesores que son como soldados de la educación, que con su esfuerzo, dedicación y entrega hicieron de mí un profesionista, que hoy en día ve el mundo diferente.*

*Al Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez, por haber aceptado ser mi asesor, por su gran apoyo, por tener tiempo y paciencia para aclarar dudas que surgieron durante la elaboración de esta tesis; por su asesoramiento y dedicación, ya que para mí es un honor ser su tesista.*

*Al admirable equipo de investigadores del CIRCA por haberme dado la oportunidad de ser partícipe de sus actividades y preparación de los experimentos. Mi agradecimiento a cada uno de los Doctores: Gerardo Duarte Moreno, José Alfredo Flores Cabrera, Gonzalo Fitz Rodríguez, Jesús Vielma Sifuentes y Horacio Hernández Hernández, por su amistad y conocimiento.*

*A Marie Bedos por su gran apoyo y amistad, por permitirme ser partícipe de su experimento y por su gran ayuda y aportación en la realización de la tesis.*

*Al M.V.Z. Alfonso Muñoz Benítez y a la M.C. Hillary Velázquez por su amistad.*

*A mis amigos, Eliseo Vázquez Martínez, Gloria Brisa Nieves Dorantes, Sebastián Alvarado Espino, Pedro Antonio Saldaña, Fernando Antonio Gómez, Maximino Navarro Vázquez, entre muchos más, les doy las gracias por todo el tiempo compartido, momentos de triunfos y metas cumplidas, apoyo y consejos, que en su momento se encargaron de levantar los ánimos y despertar alegría.*

*A todos ellos mil gracias.*

## CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	<b>iv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Estacionalidad reproductiva en caprinos de zonas subtropicales</b> .....	<b>2</b>
<b>2 Efecto macho</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1 Cambios conductuales inducidos por la introducción de los machos en un grupo de hembras anéstricas</b> .....	<b>2</b>
<b>2.2 Factores sensoriales implicados en la respuesta de las hembras al efecto macho</b> .....	<b>3</b>
<b>2.3 Factores que afectan la respuesta estral y ovárica de las hembras al efecto macho</b> .....	<b>3</b>
2.3.1 Libido del macho .....	3
2.3.2 La duración de contacto entre machos y hembras .....	4
<b>OBJETIVO</b> .....	<b>5</b>
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>5</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Lugar de estudio</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Animales</b> .....	<b>6</b>
2.1 Machos .....	6
2.2 Hembras.....	7
<b>3 Efecto macho</b> .....	<b>7</b>
<b>4 Variables evaluadas</b> .....	<b>8</b>
<b>5 Análisis estadísticos</b> .....	<b>8</b>
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Respuesta de las hembras al efecto macho</b> .....	<b>9</b>
1.1 Gestaciones.....	9
1.2 Fertilidad al parto.....	9
1.3 Prolificidad .....	9
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>CONCLUSIÓN</b> .....	<b>13</b>
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	<b>14</b>



## RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar si la reducción del tiempo de contacto de 16h a 4h diarias entre machos cabríos sexualmente activos y hembras anéstricas, no disminuye la capacidad de los machos para estimular la actividad reproductiva de las hembras cuando no permanecen en el corral donde estuvieron en contacto con los machos. Los machos cabríos (n=4) se sometieron a un tratamiento de 2.5 meses de días largos a partir del 1 de noviembre para estimular su actividad sexual de febrero a abril, meses correspondientes de el periodo de reposo sexual natural. Un grupo de cabras (n=18) se expuso diariamente a 2 machos cabríos durante 16h; otro grupo de cabras (n=18) se expuso igualmente a 2 machos cabríos durante 4h. Las hembras fueron trasladadas diariamente a las 8:00h a los corrales donde se encontraban los machos sexualmente activos. Posteriormente, las cabras de los grupos de 16 h y 4 h eran retiradas de los corrales respectivos a las 12:00 y 24:00 y alojadas en “corrales de reposo” donde nunca existió la presencia de machos y estaban libres del olor de éstos. El contacto diario entre machos y hembras se realizó por 15 días consecutivos. Las gestaciones se determinaron por ecografía abdominal a los 52 días después de poner en contacto las hembras con los machos. La fertilidad y prolificidad se determinaron al parto. Las tasas de gestación (16h: 78 %; 4h: 94 %) y la fertilidad al parto (16h: 67 %; 4h: 67 %) no difirieron entre los grupos expuestos a los machos sexualmente activos durante 16h o 4h ( $P > 0.05$ ). La prolificidad (16h:  $1.8 \pm 0.1$ ; 4h:  $1.7 \pm 0.1$ ) no se modificó por el tiempo de contacto con los machos. Estos resultados demuestran que la reducción del contacto diario de 16h a 4h entre los dos sexos no modifica la respuesta reproductiva de las cabras expuestas al efecto macho.

*Palabras clave: Cabras, Anestro, Bioestimulación, Tiempo de contacto*

## INTRODUCCIÓN

En las hembras anéstricas ovinas y caprinas, la presencia repentina del macho en un grupo de hembras puede inducir y sincronizar su actividad estral y ovulatoria en los primeros 5 días de contacto. A este fenómeno se le conoce como efecto macho (ovejas: Underwood *et al.*, 1944, Signoret, 1980; Martin *et al.*, 1986; cabras: Shelton, 1960; Ottet *et al.*, 1980; Chemineau, 1983; Walkden-Brown *et al.*, 1993a). La intensidad del comportamiento sexual del macho y la duración del contacto entre machos y hembras pueden modificar la respuesta de las hembras expuestas a los machos (Signoret *et al.*, 1982; Walkden-Brown *et al.*, 1993a; Perkins y Fitzgerald, 1994; Delgadillo *et al.*, 2006). Los machos que despliegan un intenso comportamiento sexual estimulan un porcentaje mayor de hembras a ovular que aquellos que muestran un comportamiento sexual débil (Perkins y Fitzgerald, 1994; Flores *et al.*, 2000). En lo referente al tiempo de contacto entre los dos sexos, existen reportes que indican que éste debe ser mantenido por varios días para estimular la actividad ovulatoria en la mayoría de las hembras sometidas al efecto macho (Oldham y Pearce, 1983). En ovejas, solamente el 18% de ellas ovulan cuando son expuestas a los machos por 24 horas, mientras que el 61% lo hace cuando permanecen en contacto con los machos durante 13 días consecutivos (Signoret *et al.*, 1982). El objetivo del presente estudio fue determinar la respuesta reproductiva de las cabras expuestas a los machos durante 4h por día durante 15 días consecutivos.

# REVISIÓN DE LITERATURA

## 1 Estacionalidad reproductiva en caprinos de zonas subtropicales

Los machos y las hembras de algunas razas de caprinos originarias o adaptadas a las latitudes subtropicales, tienen una reproducción estacional. En las cabras locales de la Comarca Lagunera aisladas de los machos, por ejemplo, la estación sexual inicia en septiembre y termina en febrero (Duarte *et al.*, 2008). A diferencia de las hembras, en los machos de esta raza la estación sexual inicia en mayo y termina en diciembre (Delgadillo *et al.*, 1999).

## 2 Efecto macho

La estacionalidad reproductiva de las hembras puede modificarse a través de las relaciones socio-sexuales. El efecto macho es la técnica de bioestimulación más usada. Así, la presencia repentina de un macho en un grupo de hembras anéstricas, puede estimular la presentación del estro y la ovulación (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2011).

### 2.1 Cambios conductuales inducidos por la introducción de los machos en un grupo de hembras anéstricas

En las cabras, la mayoría de las hembras expuestas a los machos manifiesta un comportamiento de estro en los primeros 5 días de contacto entre los dos sexos. La mayoría de las hembras presentan una ovulación acompañada de un porcentaje variable de estro (60-70%). El ciclo estral y ovulatorio siguiente es de corta duración (5-6 días), por lo que la mayoría de las hembras presentan otro estro y ovulan nuevamente (Flores *et al.*, 2000; Chemineau *et al.*, 2006; Delgadillo *et al.*, 2006). Si las hembras no son fecundadas en el segundo estro y ovulación, los ciclos estrales y ovulatorios subsecuentes son de duración normal, es decir, alrededor de 21 días (Delgadillo *et al.*, 2003; Chemineau *et al.*, 2006).

## **2.2 Factores sensoriales implicados en la respuesta de las hembras al efecto macho**

En el efecto macho es un fenómeno multisensorial. Las hembras utilizan los sentidos del tacto, el oído, el olfato y la vista para percibir las señales emanadas del macho (Shelton, 1980; Vielmaet *et al.*, 2009; Delgadillo y Vélez, 2010). Una mayor respuesta de las hembras a la presencia de los machos se observa cuando los dos sexos están en contacto físico directo. El comportamiento sexual del macho y la duración de contacto entre machos y hembras, entre otros, pueden modificar la respuesta de las hembras al efecto.

## **2.3 Factores que afectan la respuesta estral y ovárica de las hembras al efecto macho**

### **2.3.1 Libido del macho**

La intensidad del comportamiento sexual de los machos puede determinar la respuesta sexual de las hembras sometidas al efecto macho. En los caprinos y ovinos, los machos que muestran un intenso comportamiento sexual son más eficientes para estimular la ovulación en las hembras anéstricas, que los machos que presentan un comportamiento sexual débil (Perkins y Fitzgerald, 1994; Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002). Los machos cabríos bien alimentados, los cuales despliegan un intenso comportamiento sexual, inducen un mayor porcentaje de hembras a presentar un comportamiento de estro (67%) que los machos cabríos mal alimentados que exhiben un débil comportamiento sexual (38%; Walkden-Brown *et al.*, 1993b). Los machos inducidos a una intensa actividad sexual al exponerlos a 2.5 meses de días largos, inducen un mayor porcentaje de hembras al estro (100%) que los machos no tratados que se encuentran en reposo (6 %; Delgadillo *et al.*, 2002).

### **2.3.2 La duración de contacto entre machos y hembras**

La duración del contacto entre los dos sexos durante el efecto macho es otro factor que afecta la respuesta estral y ovulatoria de las hembras. En ovejas, el 20% ovula cuando son expuestas a los machos durante 24 horas, y el 61% lo hace cuando permanecen en contacto con los machos durante 13 días consecutivos (Signoret *et al.*, 1982). En las cabras de la Comarca Lagunera, el porcentaje de hembras que manifiestan un comportamiento estral es similar en aquellas expuestas a los machos durante 24h o 16h por día (Rivas-Muñoz *et al.*, 2007). Además, recientemente se demostró que 16h y 4h diarias de contacto entre los machos cabríos sexualmente activos y las cabras anéstricas son suficientes para estimular la actividad sexual y reproductivas de éstas (>60% de las hembras parieron; Bedoset *et al.*, 2010). En este estudio, las hembras permanecieron en los corrales en las que ellas interactuaron en contacto con los machos, y es probable que los machos hayan impregnado con su olor los corrales, lo que permitió estimular las hembras aún cuando éstos habían sido retirados de los corrales. Sería interesante determinar la respuesta reproductiva de las hembras cuando permanecen 4 h de contacto diario con los machos, pero éstas no permanecen en el corral en donde interactuaron con los machos después de terminado el tiempo de contacto.

## **OBJETIVO**

El objetivo del trabajo fue determinar si la reducción del tiempo de contacto de 16 h a 4 h diarias entre machos cabríos sexualmente activos y hembras anéstricas, no disminuye la capacidad de los machos para estimular la actividad reproductiva de las hembras cuando no permanecen en el corral donde estuvieron en contacto con los machos.

## **HIPÓTESIS**

La respuesta reproductiva de cabras expuestas durante 16 h o 4h diarias a machos sexualmente activos no es diferente cuando éstas son alojadas en corrales donde no estuvieron los machos al terminar el periodo de contacto.

# MATERIALES Y MÉTODOS

## 1 Lugar de estudio

El experimento se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y en el Ejido El Cambio, municipio de Matamoros, Coahuila. Este municipio forma parte de la Comarca Lagunera del Estado de Coahuila (latitud 26° 23' N; longitud, 104° 47' W).

## 2 Animales

Se utilizaron machos y hembras caprinos locales de la Comarca Lagunera. Las hembras y los machos fueron mantenidos en corrales abiertos provistos de sombra (6x4 m), y alimentados con 2 kg de heno de alfalfa (18% PC) y 200 g de concentrado comercial (14% PC, 1,7 Mcal / kg) diariamente, con acceso libre al agua durante 15 días que duró el estudio.

### 2.1 Machos

En el experimento, los machos (n=4) se mantuvieron juntos en un corral abierto (6x6m) y se sometieron a un tratamiento de días largos (16h de luz / 8h de oscuridad) del 1 de noviembre al 15 de enero. El 16 de enero, el tratamiento de la luz artificial finalizó, y los machos fueron expuestos a las variaciones naturales del fotoperiodo hasta el final del estudio. Este tratamiento tardó alrededor de 50 días para producir un efecto estimulante sobre la actividad reproductiva del macho. En efecto, en los machos sometidos a este tratamiento luminoso, la secreción de testosterona se incrementa desde finales de febrero hasta finales de abril y, como consecuencia, el olor y el comportamiento sexual de los machos se mejora durante estos meses que corresponden a la estación de reposo sexual natural (Delgadillo *et al.*, 2002; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007). El 18 de marzo, los machos se sometieron por separado a pruebas de comportamiento una sola vez por 30 minutos con el fin de confirmar su comportamiento sexual antes de iniciar el experimento. Todos los

machos se expusieron a una cabra anéstrica y se registraron las conductas siguientes: automarcaje, flehmen, olfateo-anogenital, aproximaciones, intentos de montas y montas (con o sin intromisión vaginal; Gonzalez *et al.*, 1988; Fabre-Nys, 2000). Los machos mostraron un intenso comportamiento sexual.

La calidad del semen se evaluó mediante la determinación de la motilidad espermática progresiva y el porcentaje de espermatozoides vivos, observados inmediatamente después de recolección del eyaculado (Delgadillo *et al.*, 1999). El eyaculado fue recolectado con una vagina artificial, cuando los machos se presentaron a una hembra intacta inducida al estro. Todos los machos tenían semen de buena calidad, con más de 70% de espermatozoides vivos. La motilidad de los espermatozoides fue superior a 3 (Delgadillo *et al.*, 1992). El comportamiento sexual y la calidad del semen fueron similares entre todos los machos.

## **2.2 Hembras**

Previo al experimento, se determinó el estado fisiológico de las cabras (anovulatorias o cíclicas) mediante ecografía transrectal. Se utilizaron solamente las cabras anovulatorias. Las cabras se dividieron en 2 grupos balanceados según su peso corporal. Las hembras se mantuvieron en corrales abiertos (6x4m). Los 2 grupos fueron expuestos diariamente a machos sexualmente activos durante 4h (n=18; 41 ± 1 kg) o 16h (n=18; 41 ± 1 kg).

## **3 Efecto macho**

El 27 de marzo (día 0), las hembras de cada grupo experimental se expusieron a los machos tratados (n=2/grupo) durante 15 días consecutivos. Los machos se cambiaron entre los grupos experimentales todos los días. Las hembras de los grupos 4 h y 16h se introdujeron diariamente a los corrales donde se encontraban los machos a las 08:00 y se retiraron a las 12:00 y 24:00, respectivamente. Cada grupo de hembras se colocó hasta el día siguiente en



corrales separados que no contenía machos; estos corrales se ubicaron a más de 200 m de los corrales experimentales.

#### **4 Variables evaluadas**

La tasa de gestación se determinó por ultrasonografía abdominal 52 días después de la exposición a los machos sexualmente activos. La fertilidad y prolificidad se determinaron al parto.

#### **5 Análisis estadísticos**

La tasa de gestación y fertilidad (partos) se analizaron utilizando la prueba de probabilidad exacta de Fisher cuando para dos grupos. La prolificidad se analizó con el test de Kruskal-Wallis seguido de la prueba de U de Mann-Whitney. Los datos se expresan como media  $\pm$  error estándar de la media. Los análisis fueron realizados utilizando el paquete estadístico SYSTAT 10 (Evanston, ILL, USA, 2000).

## **RESULTADOS**

### **1 Respuesta de las hembras al efecto macho**

#### **1.1 Gestaciones**

La tasa de gestación en las hembras de los dos grupos expuestos a los machos por 16h o 4h fueron similares ( $P>0.05$ ; Tabla 1).

#### **1.2 Fertilidad al parto**

La fertilidad de las cabras expuestas a los machos sexualmente activos por 16h o 4h no fue diferente entre grupos ( $P>0.05$ ; Tabla 1).

#### **1.3 Prolificidad**

La prolificidad de las hembras no se modificó por el tiempo de contacto con los machos, y fue similar en las cabras expuestas a éstos por 16h o 4h por día ( $P>0.05$ ; Tabla 1).

**Tabla 1.** Respuesta reproductiva de las cabras expuestas 16 h o 4 h diaria a machos inducidos a un intenso comportamiento sexual al exponerlos a días largos (16h de luz de día) del 1 de noviembre al 15 de enero. Al terminar el tiempo de contacto, las cabras eran alojadas en corrales donde no había existido presencia de machos.

<b>Grupos</b>	<b>n</b>	<b>Tasa de gestación (%)</b>	<b>Fertilidad (%)</b>	<b>Prolificidad (Media ± EEM)</b>
<b>4 h</b>	18	94 <sup>a</sup>	67 <sup>a</sup>	1.7 ± 0.1 <sup>a</sup>
<b>16 h</b>	18	78 <sup>a</sup>	67 <sup>a</sup>	1.8 ± 0.1 <sup>a</sup>

Los valores con letras similares en cada columna no son diferentes (P >0.05)

## DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran que aún cuando las cabras no permanecieron las 24h en los corrales donde estuvieron en contacto con los machos, la gestación, así como la fertilidad y prolificidad no fueron diferentes en los grupos expuestos a 16h o 4h diarias a los machos. La respuesta reproductiva observada en el presente estudio es similar a los reportados en cabras expuestas a los machos sexualmente activos durante 24 horas por día (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002). En conjunto, los resultados del presente experimento demuestran, por primera vez, que un contacto diario de 4h entre machos y hembras proporciona la misma respuesta reproductiva que 16h, aún cuando las hembras no permanecieron en los corrales donde estuvieron en contacto con los machos.

Los resultados del presente estudio pueden explicarse de la siguiente manera. En varios estudios que se han realizado en cabras y ovejas, se demostró que solamente el 50% de ellas ovulan cuando las hembras son expuestas a las señales olfativas provenientes del macho. Esto sugiere que otras señales sensoriales están implicadas especialmente en el caso del contacto intermitente entre machos y hembras. El comportamiento sexual del macho parece importante en este aspecto, tal y como lo demostraron recientemente Vielmaet *al.* (2009). Estos autores encontraron que los machos cabríos sexualmente activos sedados, es decir, que no desplegaban ningún comportamiento sexual, no pudieron mantener un alto nivel de LH en las cabras expuestas a ellos por más de 24h, mientras que la secreción de LH fue elevada en hembras expuesta a machos sexualmente activos no sedados que desplegaron un intenso comportamiento sexual. Los resultados del presente estudio y los de Vielmaet *al.*, (2009) indican que el comportamiento sexual de los machos es un componente clave para alcanzar la concentración de LH que permita que ocurra la ovulación. En el presente estudio, la presencia de 4 horas de los machos fue suficiente para inducir la ovulación y gestación de las cabras.

Una segunda posibilidad es que cada reintroducción de los machos sexualmente activos en los grupos de cabras induce pulsos de LH suficientes para estimular el crecimiento folicular, el pico de la LH y la ovulación (Delgadillo *et al.*, 2009). Además, este grado de

estimulación obtenido por el comportamiento sexual de los machos puede verse favorecido por el cambio diario de los machos entre los grupos de hembras. En efecto, se demostró que un macho nuevo estimula la actividad sexual de las hembras más que un macho conocido (Pearce y Oldham, 1988). Esta situación podría compensar la disminución del periodo de contacto entre los dos sexos.

Finalmente, es posible que el comportamiento sexual de algunas hembras haya también influido en la respuesta de éstas. Varios estudios demuestran que las hembras en estro pueden estimular a otras hembras, lo que se conoce como efecto hembra (Restallet *et al.*, 1995; Zarco *et al.*, 1995; Álvarez *et al.*, 1999). En el presente estudio es posible que las primeras hembras que mostraron un comportamiento de estro como resultado del efecto macho, pudieran haber desempeñado un papel complementario montando a otras hembras en ausencia del macho, y así estimular su respuesta sexual.

## CONCLUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran que la reducción de 16 h a 4 h de contacto diario entre machos cabríos sexualmente activos y hembras anovulatorias son suficientes para estimular la actividad reproductiva de cabras expuestas al efecto macho aún sin permanecer en los corrales donde estuvieron en contacto con los machos.

## LITERATURA CITADA

Álvarez, R.L., Ducoing, W.A.E., Zarco, Q.L., Trujillo, G.A.M.,1999. Conducta estral, concentraciones de LH y función lútea en cabras en anestro estacional inducidas a ciclar mediante el contacto con cabras en estro. *Vet. Méx.* 30, 25-31.

Bedos, M., Flores, J.A., Fitz-Rodriguez, G., Keller, M., Malpaux, B., Poindron, P., Delgadillo, J.A., 2010. Four hours of daily contact with sexually active males is sufficient to induce fertile ovulation in anestrus goats. *Horm. Behav.* 58, 473-477.

Chemineau, P., 1983. Effect on estrus and ovulation of exposing Creole goats to the male at three times of the year. *J. Reprod. Fertil.* 67, 65-72.

Chemineau, P., Pellicer-Rubio, M., Lassoued, N., Khaldi, G., Monniaux, D., 2006. Male induced short oestrous and ovarian cycles in sheep and goats: a working hypothesis. A review. *Reprod. Nutr. Dev.* 46, 417-429.

Delgadillo, J.A., Leboeuf, B., Chemineau, P., 1992. Abolition of seasonal variations in semen quality and maintenance of sperm fertilizing ability by photoperiodic cycles in goat bucks. *Small Rum. Res.* 9, 47-59.

Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpaux, B., 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male goats in subtropical Northern Mexico. *Theriogenology.* 52, 727-737.

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpaux, B., 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goat treated only with artificially long days. *J. Anim. Sci.* 80, 2780-2786.

Delgadillo, J. A., Flores, J.A., Veliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Malpoux, P., 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. *Vet. Méx.* 34,69-79.

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Hernández, H., Fernández, I.G., 2006. Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. *Reprod. Nutr. Dev.* 46, 391-400.

Delgadillo, J.A., Gelez, H., Ungerfeld, R., Hawken, P.A.R., Martin, G.B., 2009. The male effect in sheep and goats – Revisiting the dogmas. *Behav. Brain Res.* 200, 304-314.

Delgadillo, J.A., Vélez, L.I., 2010. Stimulation of reproductive activity in anovulatory Alpine goats exposed to bucks treated only with artificially long days. *Animal.* 4, 2012-2016.

Delgadillo, J.A., Ungerfeld, R., Flores, J.A., Hernández, H., Fitz-Rodríguez, G., 2011. The ovulatory response of anoestrous goats exposed to the male effect in the subtropics is unrelated to their follicular diameter at male exposure. *Reprod. Domest. Anim.* 46, 687-691.

Duarte, G., Flores, J.A., Malpoux, B., Delgadillo, J.A., 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Domest. Anim. Endocrinol.* 35, 362-370.

Fabre-Nys, C., 2000. Le comportement sexuel des caprins: contrôle hormonal et Facteurs sociaux. *INRA Prod. Anim.* 13, 11-23.

Flores, J.A., Véliz, F.G., Pérez-Villanueva, J.A., Martínez de la Escalera, G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A., 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in females goats. *Biol. Reprod.* 62, 1409-1414.



Gonzalez, R., Pointron, P., Signoret, J.P., 1988. Temporal variation in LH and testosterone responses of rams after the introduction of oestrous females during the breeding season. *J. Reprod. Fertil.* 83, 201-208.

Martin, G.B., Oldham, C.M., Cognié, Y., Pearce, D.T., 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams. A review. *Livest. Prod. Sci.* 15, 219-247.

Oldham, C.M., Pearce, D.T., 1983. Mechanism of the ram effect. *Proc. Austr. Soc. Reprod. Biol.* 15, 72-75.

Ott, R.S., Nelson, D.R., Hixon, J.E., 1980. Effect of presence of the male on initiation of oestrus cycle activity of goats. *Theriogenology*, 13, 183-190.

Pearce, D.T., Oldham, C.M., 1988. Importance of non-olfactory stimuli in mediating ram induced ovulation in the ewe. *J. Reprod. Fertil.* 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. *J. Anim. Sci.* 72, 51- 55.

Restall, B.J., Restall, H., Walkden-Brown, S.W., 1995. The induction of ovulation in anovulatory goats by oestrus females. *Anim. Reprod. Sci.* 40, 299-303.

Rivas-Muñoz, R., Fitz-Rodríguez, G., Pointron, P., Malpoux, B., Delgadillos, J.A., 2007. Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous or discontinuous exposure to males. *J. Anim. Sci.* 19, 1257-1263.

Shelton, M., 1960. Influence of the presence of a male goat on the initiation of oestrous cycling and ovulation of Angora does. *J. Anim. Sci.* 19, 368-375.

Shelton, M., 1980. Goats: influence of various exteroceptive factors on initiation of estrus and ovulation. *Int. GoatSheepRes.* 1, 156-162.

Signoret, J.P., 1980. Effet de la présence du mâle sur les mécanismes de reproduction de la femelle des mammifères. *Reprod. Nutr. Dev.* 20, 1457–1468.

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.

Underwood, E.J., Shier, F.L., Davenport, N.1944. Studies in sheep husbandry in Western Australia. V. The breeding season of Merino crossbred and British breed ewes in the agricultural districts. *J. Dep. Agric. West. Aust.* 11, 135–143.

Vielma, J., Chemineau, P., Poindron, P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A., 2009. Male sexual behavior contributes to the maintenance of high LH pulsatility in anestrus female goats. *Horm. Behav.* 56, 444-449.

Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Henniawati, 1993a. The male effect in the Australian Cashmere goat. 1. Ovarian and behavioral response of seasonally anovulatory does following the introduction of bucks. *Anim. Reprod. Sci.* 32, 41-53.

Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Henniawati, 1993b. The male effect in the Australian Cashmere goat. 3. Enhancement with buck nutrition and use of oestrous females. *Anim. Reprod. Sci.* 32, 69-84.

Zarco, Q.L., Rodríguez, E.F., Angulo, M.R.B., Valencia, M.J., 1995. Female to female stimulation of ovarian activity in the ewe. *Anim. Reprod. Sci.* 39, 251-258.