

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**La familiaridad que tienen las cabras anéstricas con los machos, no disminuye la respuesta estral y ovulatoria cuando son expuestas al efecto macho.**

**POR**

**ERICK RAMÓN GUZMÁN LANDEROS**

**TESIS**

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

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA**

**JUNIO DE 2016**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**La familiaridad que tienen las cabras anéstricas con los machos no disminuye la respuesta estral y ovulatoria cuando son expuestas al efecto macho.**

**POR  
ERICK RAMÓN GUZMÁN LANDEROS**

**TESIS**

**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**APROBADA POR**

**PRESIDENTE:**

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

**VOCAL:**

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

**VOCAL:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. HORACIO HERNANDEZ HERNANDEZ**

**VOCAL SUPLENTE:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES**

  
\_\_\_\_\_  
**MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ**  
**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**La familiaridad que tienen las cabras anéstricas con los machos no disminuye la respuesta estral y ovulatoria cuando son expuestas al efecto macho.**

**POR  
ERICK RAMÓN GUZMÁN LANDEROS**

**TESIS**

**QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**APROBADA POR**

**ASESOR PRINCIPAL:**

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

**ASESOR:**

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

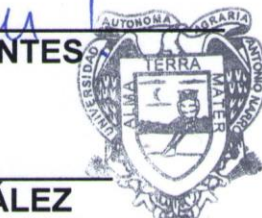
**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. HORACIO HERNANDEZ HERNANDEZ**

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JESUS VIELMA SIFUENTES**

  
\_\_\_\_\_  
**MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ**  
**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por brindarme la oportunidad de ser un profesionista.

A mi asesor principal: Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez por el apoyo y tiempo que me brindó para realizar este trabajo.

Al M.C. Alfonso Longinos Muñoz Benítez y su familia por el gran apoyo, consejos, y tiempo que me brindaron, y especialmente por considerarme un amigo.

A mi comité particular formado por los doctores José Alberto Delgadillo Sánchez, Horacio Hernández Hernández, Gerardo Duarte Moreno, y Jesús Vielma Sifuentes.

A mis amigos y compañeros de toda la carrera.

“GRACIAS TOTALES”

## DEDICATORIA

A DIOS por dejarme ser testigo del milagro de la vida, y ser siempre la luz que ilumina mi camino.

*“te haré entender y te enseñaré el camino que debes andar; sobre ti fijaré mis ojos” (salmos 32:8).*

A MIS PADRES por todos sus consejos y ejemplo de lucha incansable y dedicación.

*“escucha hijo mío, la instrucción de tu padre y no abandones la enseñanza de tu madre” (proverbios 1:8).*

A MIS HERMANAS por todo lo bueno y malo que nos ha tocado vivir juntos, y por su amistad incondicional y cariño.

*“en todo tiempo ama el amigo; y el hermano para la angustia es nacido” (proverbios 17:17).*

A MIS AMIGOS por formar parte de mi vida y de la persona que soy ahora, por todo lo vivido y por vivir.

*“el hombre que tiene amigos ha de mostrarse amigo y amigo hay más unido que un hermano” (proverbios 18:24).*

A MI NOVIA por todo el apoyo.

*“después dijo Dios: no es bueno que el hombre este solo: le haré ayuda idónea para él” (génesis 2:18).*

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar si los machos fotoestimulados son capaces de inducir la actividad sexual de las hembras a través del efecto macho, independientemente de su familiaridad con ellas. En el mes de febrero, un grupo de cabras (n=50) fue puesto en contacto con machos fotoestimulados (n=2) durante 10 días; este periodo se denominó periodo de familiarización. Después de 45 días de separación de ambos sexos, el grupo de hembras se dividió nuevamente en 2 grupos (n=25 cada uno). En el mes de abril, un grupo de cabras se expuso a machos fotoestimulados “familiares”, y el otro grupo se expuso a machos fotoestimulados “nuevos” (n=2 por grupo). Las proporciones de cabras que ovularon (96% en ambos grupos) y que presentaron estro, no difirió entre ambos grupos (con machos familiares: 80%; con machos nuevos: 88%;  $P>0.05$ ). Estos resultados permiten concluir que los machos cabríos fotoestimulados son capaces de inducir la actividad sexual de las cabras anestricas a través del efecto macho, independientemente de la familiaridad con ellas.

**Palabras clave:** cabras anéstricas, tratamiento fotoperiódico, relaciones socio-sexuales, estro, ovulación.

# ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS .....	i
DEDICATORIA.....	ii
RESUMEN .....	iii
INDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
II. INTRODUCCIÓN .....	1
III. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
3.1 Estacionalidad reproductiva en ovinos y caprinos.....	3
3.2 El fotoperiodo y su importancia en el desarrollo de la estacionalidad reproductiva .....	3
3.3 Inducción de la actividad sexual de machos cabríos durante el periodo de reposo sexual.....	4
3.4 Inducción de la actividad sexual de las cabras durante el periodo de anestro estacional.....	4
3.5 Factores que influyen sobre la respuesta estral y ovulatoria de hembras expuestas al efecto macho .....	5
3.5.1 Intensidad del comportamiento sexual del macho .....	5
3.5.2 Familiaridad entre sexos .....	5
IV. OBJETIVO .....	7
V. HIPÓTESIS.....	7
VI. MATERIALES Y MÉTODOS .....	8

6.1 Condiciones generales del experimento .....	8
6.2 Descripción de los animales de estudio .....	8
6.2.1 Hembras.....	8
6.2.2 Machos.....	9
6.3 Periodo de familiarización .....	9
6.4 Efecto macho.....	10
6.5 Variables determinadas .....	11
6.5.1 Machos.....	11
6.5.2 Hembras.....	11
6.6 Análisis estadísticos .....	12
VII. RESULTADOS.....	12
7.1 Respuesta estral y ovulatoria de las cabras.....	13
7.2 Comportamiento sexual de los machos .....	14
VIII. DISCUSIÓN .....	16
IX. CONCLUSIÓN .....	18
X. LITERATURA CITADA .....	19



## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1.** Perfiles individuales representativos de la concentración plasmática de progesterona de cabras expuestas a machos fotoestimulados familiares (■) o nuevos (□).....14

**Figura 2.** Comportamiento sexual de los machos cabríos. Valores individuales promedio de aproximaciones, olfateos ano-genitales, intentos de monta, automarraje, y flehmen en machos fotoestimulados familiares (■) o nuevos (□) (n=2 por grupo) en contacto con cabras anéstricas. El comportamiento sexual de los machos fue observado de las 08:00 a 09:00 los días 0 y 1 después de su introducción en los grupos de hembras .....15

## II. INTRODUCCIÓN

En las hembras de razas caprinas y ovinas que manifiestan estacionalidad de su reproducción, la introducción de un macho en un grupo de hembras en anestro estacional, induce un incremento inmediato en la secreción de LH, provocando la ovulación que puede estar o no asociada con comportamiento estral. Este fenómeno de bioestimulación sexual se conoce como “efecto macho” (Martin *et al.*, 1986; Chemineau, 1987; Delgadillo *et al.*, 2009). La intensidad del comportamiento sexual del macho puede modificar la respuesta endocrina y sexual de las hembras expuestas a los machos. En efecto, los machos sometidos a días largos artificiales seguidos por el fotoperiodo natural para estimular su comportamiento sexual durante el periodo natural de reposo sexual, son más eficientes para estimular el comportamiento estral y la ovulación en las hembras anéstricas, que los machos no tratados que despliegan un débil comportamiento sexual (Vielma *et al.*, 2009; Zarazaga *et al.*, 2012; Bedos *et al.*, 2014). La familiaridad con los machos, es decir, si son machos conocidos (familiares) o desconocidos (nuevos) para las hembras, puede también modificar la respuesta endocrina y ovulatoria de éstas. Así, cuando las ovejas permanecieron en contacto con machos durante 3 meses, y se re-expusieron a machos familiares o a machos nuevos después de 1 mes de separación, dos terceras partes de las hembras ovularon al ser puestas en contacto con los machos nuevos, mientras que sólo una tercera parte lo hizo al estar en contacto con machos familiares (Jorre de St Jorre *et al.*, 2012). En conjunto, estos resultados sugieren que en ovejas, la familiaridad de los machos juega un papel importante en la respuesta ovulatoria de las hembras expuestas a los machos. Sin embargo, en cabras se

desconoce si la familiaridad de los machos modifica la respuesta sexual de las hembras expuestas a machos cabríos sexualmente activos.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 Estacionalidad reproductiva en ovinos y caprinos

En ovinos y caprinos de razas originarias de latitudes subtropicales, la actividad sexual o reproductiva son estacionales (Restall, 1992; Duarte *et al.*, 2008; Delgadillo *et al.*, 2011). La estación sexual de las hembras locales de la Comarca Lagunera se observa de agosto a febrero, y el periodo de anestro estacional de marzo a julio (Duarte *et al.*, 2008). En el caso de los machos locales de la Comarca Lagunera, la estación sexual inicia en mayo y finaliza en diciembre, mientras que el reposo sexual se manifiesta de enero a abril (Delgadillo *et al.*, 1999).

#### 3.2 El fotoperiodo y su importancia en el desarrollo de la estacionalidad reproductiva

En caprinos y ovinos de latitudes templadas y subtropicales, la principal señal medioambiental que sincroniza el inicio y el final de la estación sexual es el fotoperiodo, es decir, la cantidad de horas luz que percibe el animal diariamente a través del año (Chemineau *et al.*, 1992a; Gomez-Brunet *et al.*, 2008; Duarte *et al.*, 2010; Delgadillo *et al.*, 2011). En condiciones experimentales, los días cortos (10 h luz/día) estimulan la actividad sexual de machos y hembras, mientras que los días largos (14 h luz/día) inhiben esta actividad ( Delgadillo *et al.*, 2004; Duarte *et al.*, 2010). El animal interpreta la duración del día a través de un sistema óptico-nervioso-endocrino. En efecto, el animal capta la luz a través de

la retina. El estímulo nervioso que provoca la luz en la retina pasa a través de los núcleos supraquiasmático y paraventricular, para llegar finalmente a la glándula pineal, la cual secreta la hormona denominada melatonina. La secreción de la melatonina ocurre únicamente durante la noche, y es precisamente la duración de su secreción la que permite al animal distinguir entre un día corto y un día largo (Chemineau *et al.*, 1992b; Delgadillo *et al.*, 2001).

### **3.3 Inducción de la actividad sexual de machos cabríos durante el periodo de reposo sexual**

La actividad sexual de los machos cabríos puede estimularse durante el periodo de reposo sexual natural cuando son sometidos a un tratamiento fotoperiódico de 2.5 meses de días largos artificiales (del 1 de noviembre al 15 de enero) seguidos de la percepción del fotoperiodo natural. Con este tratamiento fotoperiódico, es posible inducir un aumento en las concentraciones plasmáticas de testosterona, un intenso olor y comportamiento sexual durante el periodo de reposo sexual natural, durante aproximadamente 2 meses (Delgadillo *et al.*, 2002; Ponce *et al.*, 2015).

### **3.4 Inducción de la actividad sexual de las cabras durante el periodo de anestro estacional**

La introducción de un macho en un grupo de hembras logra estimular su actividad reproductiva durante el anestro estacional. A este fenómeno de bioestimulación sexual se le denomina “efecto macho” (Chemineau, 1987; Walkden-Brown *et al.*, 1999; Delgadillo *et al.*, 2006). La respuesta inmediata de

las cabras anéstricas a la introducción del macho es un incremento de las concentraciones plasmáticas de LH, seguido de la manifestación de estro asociado o no de ovulación dentro de los primeros 5 días de exposición al macho (Chemineau, 1987; Vielma *et al.*, 2009; Bedos *et al.*, 2014).

### **3.5 Factores que influyen sobre la respuesta estral y ovulatoria de hembras expuestas al efecto macho**

#### **3.5.1 Intensidad del comportamiento sexual del macho**

En las hembras ovinas y caprinas de razas que manifiestan estacionalidad sexual, la respuesta al efecto macho varía con la intensidad del comportamiento sexual de los machos. Así, los machos sometidos a un tratamiento de días largos artificiales seguidos de días naturales para estimular su comportamiento sexual durante el periodo de reposo sexual, inducen el estro y la ovulación en una proporción mayor de cabras que los machos no tratados, que se encuentran en reposo sexual (Bedos *et al.*, 2014; Muñoz *et al.*, 2016). En los ovinos, un mayor porcentaje de hembras ovula cuando son expuestas a machos que despliegan un intenso comportamiento sexual (95%), que cuando se exponen a machos que despliegan débil comportamiento sexual (78%; Perkins y Fitzgerald, 1994). Estos resultados sugieren que la intensidad del comportamiento sexual de los machos es un factor importante que modifica la respuesta sexual de las hembras expuestas al efecto macho.

#### **3.5.2 Familiaridad entre sexos**

La familiaridad de los machos, es decir, el uso de machos conocidos por las hembras, puede modificar la respuesta ovulatoria de éstas. En efecto, cuando las ovejas permanecieron en contacto con machos durante 3 meses, y posteriormente se expusieron a machos familiares o machos nuevos después de 1 mes de separación, todas las ovejas expuestas a los machos nuevos ovularon, mientras que solo un tercio de ellas lo hicieron al ser expuestas a los machos familiares (Jorre St Jorre *et al.*, 2012). Sin embargo, en cabras no existen reportes que indiquen si la familiaridad de los machos modifica la respuesta ovulatoria de las cabras expuestas a los machos cabríos fotoestimulados, sexualmente activos.

#### **IV. OBJETIVO**

Determinar si la familiaridad de los machos cabríos sexualmente activos disminuye la respuesta estral y ovulatoria de las cabras expuestas a ellos durante el anestro estacional.

#### **V. HIPÓTESIS**

La familiaridad de los machos cabríos sexualmente activos no disminuye la respuesta estral y ovulatoria de las cabras expuestas a ellos durante el anestro estacional.



## **VI. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **6.1 Condiciones generales del experimento**

El presente estudio se realizó en el municipio de Matamoros, Coahuila (latitud 25° 31´ N, longitud 103° 13´ O). Este municipio forma parte de la Comarca Lagunera, en la cual el fotoperiodo varía de 13 h 41 min de luz en el solsticio de verano, a 10 h 19 min en el solsticio de invierno. Además, la Comarca Lagunera tiene un clima seco, semicálido, y con una precipitación media anual de 200 mm (rango: 163-504 mm). La estación de lluvias ocurre generalmente de mayo-junio a septiembre-octubre, con una amplia variabilidad entre años (CONAGUA, 2016).

Los animales utilizados en el presente experimento se alojaron en corrales abiertos provistos de sombra. Los machos y las hembras se alimentaron diariamente con 2 kg de heno de alfalfa (18% PC) y 200 g de concentrado comercial (14% PC, 1.7 Mcal/kg). Los animales tuvieron libre acceso al agua y sales minerales.

### **6.2 Descripción de los animales de estudio**

#### **6.2.1 Hembras**

Se utilizaron 50 hembras caprinas criollas, múltiparas, de la Comarca Lagunera, cuya edad variaba entre 2 y 4 años. Estos animales estaban en un sistema de pastoreo sedentario, y salían al campo de 09:00 a 19:00 h, donde consumían únicamente la flora nativa, y en ocasiones esquilmos agrícolas.

En las hembras caprinas de la Comarca Lagunera, el anestro estacional se manifiesta de febrero a agosto, y el periodo de reposo sexual o anestro estacional de marzo a julio (Duarte *et al.*, 2008).

### **6.2.2 Machos**

Se utilizaron 4 machos cabríos adultos que nunca habían estado en contacto previo con las hembras del estudio. Estos machos se sometieron a un tratamiento fotoperiódico para estimular su actividad sexual en el periodo de reposo. Para ello, los machos se alojaron en un corral abierto provisto de sombra, en donde se sometieron a días largos artificiales durante 2.5 meses (16 horas de luz / 8 horas de oscuridad) a partir del 1 de noviembre. La luz artificial fue proporcionada de 6:00 a 8:00 y de 17:00 a 22:00, con una intensidad de por lo menos 300 lux a nivel de los ojos de los animales. A partir del 16 de enero, estos machos percibieron las variaciones naturales del fotoperiodo hasta finalizar el estudio. Después de 45 a 60 días de suspendidos los días largos, se incrementa la secreción de testosterona, el comportamiento sexual, y el olor de los machos en febrero y abril, meses que corresponden al reposo sexual natural (Ponce *et al.*, 2014).

### **6.3 Periodo de familiarización**

El 3 de febrero, un grupo de hembras (n= 50) se puso en contacto directo con los machos sometidos previamente al tratamiento fotoperiódico. El contacto entre hembras y machos inició 19 días después de haber finalizado el tratamiento

fotoperiódico, por lo que estaban aun sexualmente inactivos. El contacto entre ambos sexos tuvo una duración de 10 días, retirándose los machos el 13 de febrero. Las hembras permanecieron juntas en el corral después de que los machos se retiraron. El objetivo de este periodo de pre-exposición fue que los machos fotoestimulados llegaran a ser “familiares” para las hembras. A partir de esto, los machos fotoestimulados usados durante el periodo de familiarización se denominaron “machos familiares”.

#### **6.4 Efecto macho**

El 14, 21 y 28 de marzo, las cabras que se expusieron en febrero a los machos fotoestimulados, se sometieron a una ultrasonografía transrectal para determinar su ciclicidad ovárica, usando un escáner Aloka SSD-500 conectado a una sonda lineal de 7.5 MHz. Ninguna de las hembras presentó cuerpo lúteo, por lo que se consideraron en anovulación estacional. El 28 de marzo, el grupo de cabras inicial se dividió en dos ( $n= 25$  cada uno), según su condición corporal. Posteriormente, el 2 de abril (día 0 a las 08:00), un grupo de cabras (condición corporal:  $1.9 \pm 0.3$ ) fue expuesto a los machos fotoestimulados “familiares” ( $n= 2$ ), mientras que el otro grupo (condición corporal:  $1.9 \pm 0.1$ ) fue expuesto a machos fotoestimulados “nuevos” ( $n= 2$ ), es decir, que nunca habían estado en contacto con las hembras. Además, cada uno de los grupos se subdividió en dos subgrupos con la finalidad de que cada macho estimulara individualmente 12 o 13 hembras, y evitar peleas y accidentes entre los machos. Los dos grupos de hembras permanecieron en contacto con sus respectivos machos durante 18

días. La distancia entre los dos grupos de hembras fue de aproximadamente 100 m con la finalidad de prevenir cualquier interferencia entre los grupos.

## **6.5 Variables determinadas**

### **6.5.1 Machos.**

El comportamiento sexual de los machos se registró individualmente durante una hora (de 08:00 a 09:00) los días 0 (introducción de los machos) y 1 después de su introducción en los grupos de hembras. Durante las observaciones se registraron las aproximaciones laterales, los olfateos ano-genitales, los intentos de monta, los auto-marcajes, y el flehmen (Flores *et al.*, 2000).

### **6.5.2 Hembras**

El comportamiento estral de las hembras se determinó dos veces al día (08:00-09:00 y 18:00-19:00) durante los 18 días del estudio. Una hembra fue considerada en estro al permanecer inmóvil cuando era montada por el macho (Chemineau *et al.*, 1992).

Las ovulaciones se determinaron a través de los niveles plasmáticos de progesterona. Para ello, de cada hembra se obtuvo una muestra sanguínea diariamente del día 0 al día 9, y cada tres días del día 12 al 18 después de la introducción de los machos. Todas las muestras (5 mL) se colectaron mediante venipunción yugular en tubos que contenían 30  $\mu$ L de heparina, y se

centrifugaron inmediatamente a 3500 x g durante 30 minutos. El plasma obtenido se almacenó a -20°C hasta que las concentraciones de progesterona se determinaron por un ensayo inmuno-enzimático según la técnica descrita por Canépa *et al.* (2008). La sensibilidad del ensayo fue 0.25 ng/mL. El coeficiente de variación intraensayo fue de 8% y el coeficiente de variación interensayo fue de 10%. Las hembras con valores plasmáticos de progesterona  $\geq 1$  ng/mL se consideraron que habían ovulado (Delgadillo *et al.*, 1998).

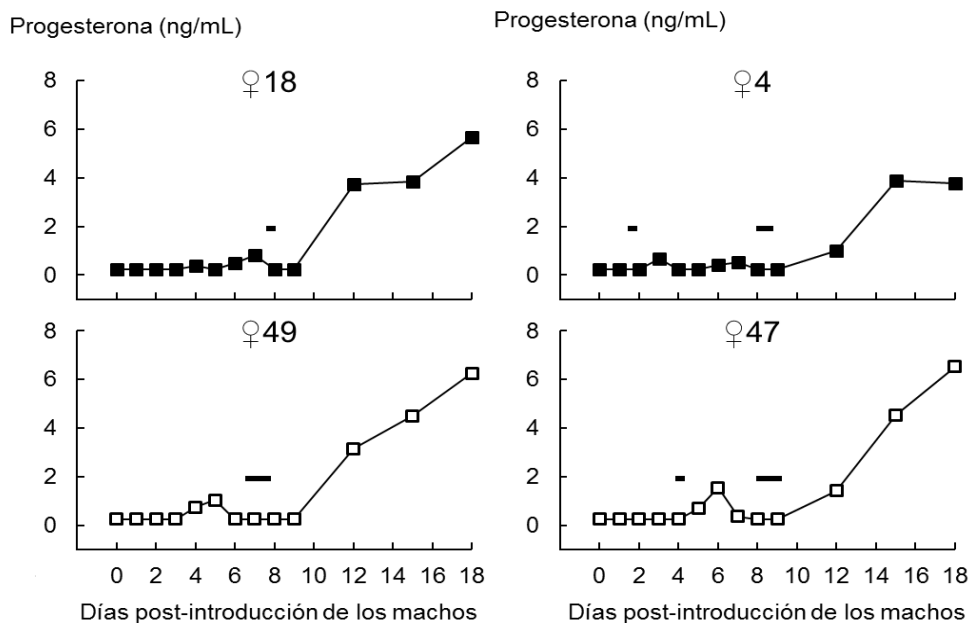
## **6.6 Análisis estadísticos**

Los porcentajes de hembras que presentaron estro y que ovularon se compararon mediante la prueba de Chi-cuadrada. Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico SYSTAT 13 (systat software, san José, CA). El comportamiento sexual de los machos no se analizó estadísticamente debido al bajo número de animales en cada grupo (n= 2).

## **VII. RESULTADOS**

### **7.1 Respuesta estral y ovulatoria de las cabras**

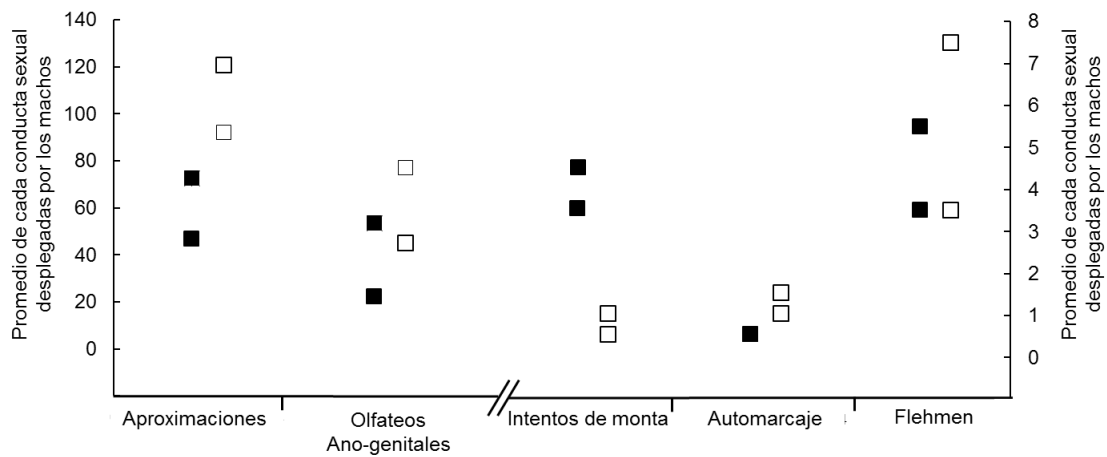
La proporción de hembras que desplegaron comportamiento estral al menos una vez durante el estudio no fue diferente entre las cabras expuestas a machos fotoestimulados familiares (80%) o nuevos (88%;  $P > 0.05$ ). De igual manera, la proporción de cabras que ovularon al menos una vez durante el estudio no fue diferente entre las cabras expuestas a machos fotoestimulados familiares (96%) o nuevos (96%;  $P > 0.05$ ). Además, la proporción de hembras que desplegaron ciclos ovulatorios de duración normal o cortos no fue diferente entre las hembras expuestas a los machos familiares (27% y 73%, respectivamente;  $P > 0.05$ ) o machos nuevos (23% y 77%, respectivamente;  $P > 0.05$ ). Después del día 10, no se registraron estros ni ovulaciones (Figura 1).



**Figura 1.** Perfiles individuales representativos de las concentraciones plasmáticas de progesterona de cabras expuestas a machos fotoestimulados familiares (■) o nuevos (□). Las barras horizontales indican la presentación y duración del celo.

## 7.2 Comportamiento sexual de los machos

Los machos fotoestimulados familiares y nuevos desplegaron las diferentes variables del comportamiento sexual al ponerlos en contacto con las hembras, es decir, aproximaciones laterales, olfateos ano-genitales, intentos de monta, auto-marcaje, y flehmen (Figura 2).



**Figura 2.** Comportamiento sexual de los machos cabríos. Valores individuales promedio de aproximaciones, olfateos ano-genitales, intentos de monta, automarraje, y flehmen en machos fotoestimulados familiares (■) o nuevos (□) (n=2 por grupo) en contacto con cabras anéstricas. El comportamiento sexual de los machos fue observado de las 08:00 a 09:00 los días 0 y 1 después de su introducción en los grupos de hembras.



## VIII. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio indican que los machos cabríos fotoestimulados inducen la actividad estral y ovulatoria de las cabras durante el anestro estacional, independientemente si son o no familiares a las hembras. En efecto, las proporciones de cabras que desplegaron actividad estral y ovulatoria, no difirieron entre las cabras en contacto con los machos familiares o nuevos. En conjunto, estos resultados confirman la hipótesis inicial del estudio, de que los machos sexualmente activos son capaces de estimular la actividad sexual de cabras, independientemente de su familiaridad con éstas.

Los resultados del presente estudio indican que el uso de machos fotoestimulados nuevos no incrementó la respuesta sexual de las hembras caprinas expuestas a éstos. De hecho, la mayoría de las hembras manifestaron comportamiento estral y ovulación cuando fueron expuestas a los machos fotoestimulados, independientemente si éstos eran familiares o nuevos. Estos resultados no son consistentes con aquellos reportados en ovejas (Hawken *et al.*, 2009; Jorre de St Jorre *et al.*, 2012). En efecto, únicamente la tercera parte de las ovejas presentaron un pico preovulatorio de LH y ovularon cuando se expusieron a carneros familiares, mientras que todas las ovejas presentaron el pico preovulatorio de LH y ovularon al ser expuestas a carneros desconocidos (Jorre de St Jorre *et al.*, 2012). Estos últimos resultados indican que la novedad de los machos es un elemento esencial para estimular la actividad endocrina y ovulatoria de las ovejas. Sin embargo, en caprinos, la familiaridad de los machos no reduce la respuesta estral y ovulatoria de las cabras, si se utilizan machos sexualmente activos.

En el presente estudio, es probable que la utilización de machos sexualmente activos haya reducido el posible efecto de los machos nuevos sobre la respuesta sexual de las cabras. En efecto, los machos fotoestimulados, sexualmente activos, son más eficientes para estimular la ovulación de las cabras durante el anestro estacional, que los machos no tratados, sexualmente inactivos (Delgadillo *et al.*, 2002; Bedos *et al.*, 2014; Martínez-Alfaro *et al.*, 2014). En el presente estudio, el comportamiento sexual de los machos fotoestimulados familiares o nuevos fue muy intenso. Por lo tanto, podemos suponer que los machos fotoestimulados fueron capaces de reactivar la secreción de GnRH y LH, permitiendo con esto la ovulación. Esta reactivación del eje gonadotrópico por los machos fotoestimulados, se realizó independientemente de la familiaridad de éstos con las hembras. Estos resultados sugieren que en caprinos, el comportamiento sexual de los machos es un factor importante para reactivar la respuesta ovulatoria de las hembras durante el anestro estacional. Además, los resultados del presente estudio indican que en caprinos, el comportamiento sexual manifestado por los machos es más importante que la familiaridad entre machos y hembras para inducir la actividad ovulatoria en cabras durante el anestro estacional.

## **IX. CONCLUSIÓN**

La familiaridad de los machos cabríos no reduce la respuesta sexual de las cabras expuestas al efecto macho durante el anestro estacional Cuando se utilizan machos fotoestimulados.

## X. LITERATURA CITADA

- Bedos, M., Duarte, G., Flores, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Hernández, H., Vielma, J., Fernández, I.G., Chemineau, P., Keller, M., and Delgadillo, J.A. 2014. Two or 24 h of daily contact with sexually active males results in different profiles of LH secretion that both lead to ovulation in anestrus goats. *Domest. Anim. Endocrinol.* 48: 93–99.
- Canépa, S., Lainé, A. L., Bluteau, A., Fagu, C., Flon, C., et Monniaux, D. 2008. Validation d'une méthode immunoenzymatique pour le dosage de la progestérone dans le plasma des ovins et des bovins. *Cah. Techn. INRA*, 64: 19-30.
- Chemineau, P. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats - a review. *Livest. Prod. Sci.* 17: 135–147.
- Chemineau, P., Daveau, A., Maurice, F., and Delgadillo, J.A. 1992a. 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., Malpoux, B., Delgadillo, J.A., Guérin, Y., Ravault, J.P., Thimonier, J., and Pelletier, J. 1992b. Control of sheep and goat reproduction: Use of light and melatonin. *Anim. Reprod. Sci.* 30: 157–184.
- CONAGUA. 2016. <http://www.cna.gob.mx/> Fecha de consulta: 24 de mayo de 2016.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Villarreal, O., Flores, M.J., Hoyos, G., Chemineau, P., and Malpoux, B., 1998. Length of postpartum anestrus in goats in subtropical Mexico: effect of season of parturition and duration of nursing. *Theriogenology.* 49: 1209–1218.
- Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., and Malpoux, B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male creole goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology.* 52: 727–737.
- Delgadillo, J.A, Carrillo, E. Morán, J. Duarte, G. Chemineau, P. and Malpoux, B. 2001. Induction of sexual activity of male creole goats in subtropical northern Mexico using long days and melatonin. *J. Anim. Sci.* 79:2245–2252
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., and 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., Cortez, M. E., Duarte, G., Chemineau, P., and Malpoux, B. 2004. Evidence that the photoperiod controls the annual changes in testosterone secretion, testicular and body weight in subtropical male goats. *Reprod. Nutr. Dév.* 44: 183-193.

- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Hernández, H., and Fernández, I.G. 2006. Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. *Reprod. Nutr. Dév.* 46: 391–400.
- Delgadillo, J.A., Gelez, H., Ungerfeld, R., Hawken, P.A.R., and Martin, G.B. 2009. The “male effect” in sheep and goats-Revisiting the dogmas. *Behav. Brain Res.* 200: 304–314.
- Delgadillo, J.A., De La Torre-Villegas, S., Arellano-Solis, V., Duarte, G., and Malpaux, B. 2011. Refractoriness to short and long days determines the end and onset of the breeding season in subtropical goats. *Theriogenology.* 76: 1146–1151.
- Duarte, G., Flores, J.A., Malpaux, B., and 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.
- Duarte, G., Nava-Hernández, M.P., Malpaux, B., and Delgadillo, J.A. 2010. Ovulatory activity of female goats adapted to the subtropics is responsive to photoperiod. *Anim. Reprod. Sci.* 120: 65–70.
- Flores, J.A., Véliz, F.G., Pérez-Villanueva, J.A., Martínez De La Escalera, G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpaux, B., and Delgadillo, J.A. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol. Reprod.* 62: 1409–1414.
- Gomez-Brunet, A., Santiago-Moreno, J., Campo, A. d., Malpaux, B., Chemineau, P., Tortonese, D.J., Gonzalez-Bulnes, A., and Lopez-Sebastian, A. 2008. Endogenous circannual cycles of ovarian activity and changes in prolactin and melatonin secretion in wild and domestic female sheep maintained under a long-day photoperiod. *Biol. Reprod.* 78: 552–562.
- Hawken, P.A.R., Jorre de St Jorre, T., Rodger, J., Esmaili, T., Blache, D., and Martin, G.B. 2009. Rapid induction of cell proliferation in the adult female ungulate brain (*Ovis aries*) associated with activation of the reproductive axis by exposure to unfamiliar males. *Biol. Reprod.* 80: 1146–1151.
- Jorre de St Jorre, T., Hawken, P.A.R., and Martin, G.B. 2012. Role of male novelty and familiarity in male-induced LH secretion in female sheep. *Reprod. Fertil. Dev.* 24: 523–530.
- Martin, G.B., Oldham, C.M., Cognié, Y., and Pearce, D.T. 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams — A review. *Livest. Prod. Sci.* 15: 219–247.
- Martínez-Alfaro, J.C., Hernández, H., Flores, J.A., Duarte, G., Fitz-Rodríguez, G., Fernández, I.G., Bedos, M., Chemineau, P., Keller, M., Delgadillo, J.A., and Vielma, J. 2014. Importance of intense male sexual behavior for inducing the preovulatory LH surge and ovulation in seasonally anovulatory female goats. *Theriogenology.* 82: 1028–35.
- Muñoz, A.L., Bedos, M., Aroña, R.M., Flores, J.A., Hernández, H., Moussu, C., Briefer, E.F., Chemineau, P., Keller, M., and Delgadillo, J.A. 2016. Efficiency of the male effect with photostimulated bucks does not depend on their familiarity with goats. *Physiol. Behav.* 158: 137–142.

- Perkins, A., and 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.
- Ponce, J.L., Velázquez, H., Duarte, G., Bedos, M., Hernández, H., Keller, M., Chemineau, P., and Delgadillo, J.A. 2014. Reducing exposure to long days from 75 to 30 days of extra-light treatment does not decrease the capacity of male goats to stimulate ovulatory activity in seasonally anovulatory females. *Domest. Anim. Endocrinol.* 48: 119–25.
- Ponce, J. L., Hernández, H., Flores, J. A., Keller, M., Chemineau, P., and Delgadillo, J. A. 2015. One day of contact with photostimulated bucks is sufficient to induce ovulation in seasonally anestrous goats. *Theriogenology.* 84: 880-886.
- Restall, B.J. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim. Reprod. Sci.* 27: 305–318.
- SYSTAT 13, 2009. Cranes Software International Ltd, San José, CA, USA
- Vielma, J., Chemineau, P., Poindron, P., Malpaux, B., and Delgadillo, J.A. 2009. Male sexual behavior contributes to the maintenance of high LH pulsatility in anestrous female goats. *Horm. Behav.* 56: 444–9.
- 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. Fertil. Suppl.* 54: 243–257.
- Zarazaga, L.A., Celi, I., Guzmán, J.L., and Malpaux, B. 2012. Enhancement of the male effect on reproductive performance in female Mediterranean goats with long day and/or melatonin treatment. *Vet. J.* 192: 441–444.