

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

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**EL RANGO SOCIAL NO AFECTA LA HABILIDAD DE LOS  
MACHOS CABRIOS SEXUALMENTE ACTIVOS PARA  
ESTIMULAR LA ACTIVIDAD OVULATORIA DE CABRAS  
ANESTRICAS MEDIANTE EL EFECTO MACHO**

**POR:**

**NOEL EDUARDO HERNÁNDEZ DE LA CRUZ**

**TESIS:**

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

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**SEPTIEMBRE DE 2012.**

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

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**EL RANGO SOCIAL NO AFECTA LA HABILIDAD DE LOS  
MACHOS CABRIOS SEXUALMENTE ACTIVOS PARA  
ESTIMULAR LA ACTIVIDAD OVULATORIA DE CABRAS  
ANESTRICAS MEDIANTE EL EFECTO MACHO**

**TESIS**

**POR**

**NOEL EDUARDO HERNÁNDEZ DE LA CRUZ**

**ASESOR PRINCIPAL**

Una firma manuscrita en tinta que parece ser "J. Flores Cabrera", escrita sobre una línea horizontal.

**DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**SEPTIEMBRE DE 2012.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**EL RANGO SOCIAL NO AFECTA LA HABILIDAD DE LOS  
MACHOS CABRIOS SEXUALMENTE ACTIVOS PARA  
ESTUMULAR LA ACTIVIDAD OVULATORIA DE CABRAS  
ANÉSTRICAS MEDIANTE EL EFECTO MACHO**

TESIS

POR:

**NOEL EDUARDO HERNÁNDEZ DE LA CRUZ**

**ASESOR PRINCIPAL**

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

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



  
\_\_\_\_\_  
**Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal**

**M.V.Z. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**SEPTIEMBRE DE 2012.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

PRESIDENTE DE JURADO

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

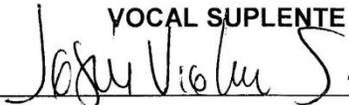
VOCAL

  
\_\_\_\_\_  
DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

VOCAL

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

VOCAL SUPLENTE

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

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

SEPTIEMBRE DE 2012

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**EL RANGO SOCIAL NO AFECTA LA HABILIDAD DE LOS  
MACHOS CABRIOS SEXUALMENTE ACTIVOS PARA  
ESTIMILAS LA ACTIVIDAD OVULATORIA DE CABRAS  
ANESTRICAS MEDIANTE EL EFECTO MACHO**

**POR:**

**NOEL EDUARDO HERNÁNDEZ DE LA CRUZ**

**Elaborada bajo la supervisión del comité particular de  
asesoría:**

**ASESOR PRINCIPAL:**

**DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA**

**ASESORES**

**DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ  
DR. GERARDO DUARTE MORENO  
DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**SEPTIEMBRE DE 2012**

## **DEDICATORIA**

### ***A Dios***

**Por haberme dado la oportunidad de haber estudiado mi carrera como medico veterinario zootecnista y por que día a día me da una nueva oportunidad de vivir y de realizarme como persona y como profesionista, tambien por haber dado la fortaleza y sabiduría a mis padres para darme lo necesario para terminar mi carrera.**

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

***ISABEL HERNÁNDEZ MACIEL Y ANTONIA DE LA CRUZ REYES***

**Por ser mi mas grande orgullo y mi mayor fortaleza en inspiración para sacar adelante mi carrera, por que en ellos tengo los mejores amigos que pueda tener, esos amigos que me daban consejos, ánimos, regaños, que nunca dejaron de apoyarme a pesar de las adversidades y se que siempre están ahí.  
¡¡¡ Gracias Papás!!!**

### ***A mis padrinos***

***(Q.E.P.D) JOSE DIEGO HERNÁNDEZ MACIEL Y MA. CONCEPCION VAZQUEZ***

**Por ese cariño por ese apoyo a lo largo de mi vida y mi carrera aunque mi padrino ya no este en vida con migo en mi corazón siempre esta y aquí esta el fruto de lo que un día como enseñanza me heredo y dejo en mi camino una gran persona mi madrina que siempre ha estado a mi lado.**

### ***A mis hermanos***

**ERIK F, LAURA V, CARLOS I, CHAVEL O, EVA G, DIANA L Y GAEL G.**

***Por ser mi mas grande motivo de superación y de lucha porque con ellos con sus consejos con sus enojos, tristezas, alegrías, sacrificios, por todo eso y por todo lo que hemos pasado juntos no ahí palabras de agradecimiento hacia ustedes solo me queda decirles que cada uno de ustedes hizo posible el logro de mi carrera. ¡¡¡Los amo hermanos!!!***

## AGRADECIMIENTOS

**Primeramente a dios:** por haberme dado la sabiduría necesaria para sacar adelante mi carrera por haber cuidado de mi por haberme dado la paciencia en los momentos difíciles y la habilidad en los momentos necesarios, por seguir permitiendo mi realización como persona en esta gran profesión, gracias dios por la vida que me has dado.

**A mis padres:** por su tiempo, apoyo, comprensión, dedicación, espacio y por lo mas importante por el amor y los valores que me han dado.

**Al Dr. José Alfredo Flores Cabrera:** Por haberme dado la oportunidad de trabajar a su lado y por haberme brindado su tiempo y dedicación para hacer posible la realización de esta tesis por sus enseñanzas como profesor y como amigo.

**A Todos mis profesores:** por haber compartido con migo sus conocimientos, sus experiencias, sus habilidades y por haber echo de mi un gran profesionista.

**AL CIRCA:** por haberme dado la oportunidad de realizar este proyecto de investigación (tesis) y a los doctores; José A.D, Horacio H, Jesús V, Gonzalo F, Gerardo D, por su valiosa cooperación y por su arduo apoyo en este proyecto de investigación y sus conocimientos compartidos a mi persona.

**A mi ALMA TERRA MATER:** por haberme cobijado estos 5 años por ser la institución que me dio la oportunidad de lograr esta meta, una carrera profesional y por tantas experiencias vividas.

**A mi Familia:** por todo su apoyo les agradezco de todo corazón a mis primos, mis tíos, mis cuñadas(os), a toda mi familia que siempre creyó en mi gracias por su apoyo.

**A Eulises Alejandro Gutiérrez Ramírez:** por ser mi mejor amigo por esa gran amistad que hemos llevado gracias por su apoyo por ser mas que un amigo ser mi hermano por apoyarme en las buenas y en las malas, ¡¡¡Gracias amigo!!!

**A Mis Amigos: José Cruz, Ferlín, Samuel, Flor, Olga, Rodrigo, Benjamín, Alexander, Esaú, Jorge, Iván, Salmerón, Luis, Mayen, Ivett, Mayra, Ileana, Maribel, Estrella, Selene, Cindy, Zacany, Arón, Manuel,** por haber compartido todo ese tiempo con migo durante la carrera esos 5 años que con su compañía fueron mas cortos de lo que imaginábamos al comenzar la carrera y por su apoyo en toda mi carrera profesional y mi vida.

**A Don Manuel De Arco:** por haber permitido que se llevara acabo el experimento en sus instalaciones y con sus cabras.

# INDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>II</b>
<b>INDICE</b> .....	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>IV</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>V</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
1. ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA DE OVINOS Y CAPRINOS .....	3
2. LA UTILIZACIÓN DEL EFECTO MACHO PARA INDUCIR LA ACTIVIDAD SEXUAL DE LAS HEMBRAS DURANTE EL ANESTRO .....	5
3. RESPUESTAS ENDOCRINA, SEXUAL Y COMPORTAMIENTO DE LAS HEMBRAS ESTIMULADAS MEDIANTE EL EFECTO MACHO .....	6
4. IMPORTANCIA DEL COMPORTAMIENTO SEXUAL DE LOS MACHOS EN LA INDUCCIÓN DE LA ACTIVIDAD SEXUAL DE LAS HEMBRAS .....	8
5. INFLUENCIA DEL RANGO SOCIAL EN EL DESEMPEÑO REPRODUCTIVO DE LOS OVINOS Y CAPRINOS .....	9
<b>OBJETIVO</b> .....	<b>13</b>
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>13</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>14</b>
1.- LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO .....	14
2. ANIMALES EXPERIMENTALES .....	14
2.1. Machos .....	14
2.2. Determinación del rango social de los machos .....	15
2.3. Hembras .....	16
3. EFECTO MACHO .....	17
4. VARIABLES DETERMINADAS .....	17
4.1. Comportamiento sexual de los machos .....	17
4.2. Respuesta de las hembras anéstricas al efecto macho .....	18
4.2.1. Porcentaje de hembras que ovularon .....	18
4.2.2. Tasa ovulatoria .....	18
5. ANÁLISIS DE DATOS .....	18
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>19</b>
COMPORTAMIENTO SEXUAL DE LOS MACHOS CABRÍOS .....	19
RESPUESTA DE LAS HEMBRAS ANÉSTRICAS AL EFECTO MACHO .....	20
2.1. Porcentaje de hembras que ovularon .....	20
Tasa ovulatoria .....	21
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>22</b>
<b>CONCLUSIÓN</b> .....	<b>25</b>
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	<b>26</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Comportamiento sexual de los machos el primer día de contacto con las hembras en los machos de alto, medio y bajo rango social. Las observaciones se realizaron durante 1 hora diaria en los tres grupos.....	<b>19</b>
<b>Figura 2.</b> Respuesta ovulatoria al día 6 y 18 de las hembras sometidas al efecto macho utilizando machos de alto rango social, machos de rango social medio y machos con rango social bajo .....	<b>20</b>
<b>Figura 3.</b> Tasa ovulatoria registrada en las hembras al día 6 y 18 después de ser puestas en contacto con machos de rango social alto, medio y bajo.....	<b>21</b>

## RESUMEN

El presente estudio se realizó para determinar si el rango social de los machos cabríos sexualmente activos influye en su habilidad para inducir la actividad ovulatoria de las cabras anéstricas. Se utilizaron 12 machos cabríos Criollos adultos de 2.5 años de edad. Estos machos fueron alojados en instalaciones abiertas donde recibieron un tratamiento de 2.5 meses de días largos artificiales a partir del 1 de noviembre para inducir su actividad sexual durante el periodo de reposo sexual (febrero-abril). En marzo, una semana antes de ser puestos en contacto con las hembras, se determinó el rango social de cada macho mediante el cálculo del índice de éxito. Para ello, se realizaron observaciones conductuales por 2 horas continuas durante 7 días seguidos. Estas observaciones se realizaron al momento de proporcionar la alimentación de los machos cabríos ya que es cuando mayor presentan conductas sociales tales como: enfrentamientos, golpes, evasiones y amenazas (9:00 hs) al competir por ese recurso. Las observaciones se repitieron cada día a la misma hora. Durante las observaciones se registraron todas las interacciones agonísticas entre los animales. Para lo cual, se consideraron las siguientes conductas de interacción: golpes, amenazas, empujones, huidas y evasiones. Con la información obtenida de estas interacciones conductuales, así como sus consecuencias (ganar o perder), se calculó el índice de éxito en un rango de 0 a 1. De 0 a 0.33 son animales con rango social bajo; de 0.34 a 0.66 animales con rango social medio; y de 0.67 a 1, son animales con rango social alto. Para el efecto macho, se utilizaron 78 cabras adultas múltiparas y anovulatorias. Un grupo de hembras (n=27) fueron estimuladas con 3 machos identificados previamente con

alto rango social. Otro grupo (n=27) de hembras fue puesto en contacto con 3 machos de rango medio. El tercer grupo (n=24) de cabras fue puesto en contacto con 3 machos de rango bajo. En los tres grupos, los machos estuvieron en contacto con las hembras durante 18 días consecutivos. El comportamiento sexual de los machos se determinó el primer día de contacto con las hembras. Para ello, durante 1 hora se registraron las conductas de aproximaciones, olfateos, intentos de monta, montas y flehmen. El porcentaje de hembras que ovularon, así como la tasa ovulatoria fueron determinadas al día 6 y 18 `después del contacto con los machos mediante una ecografía transrectal. Con respecto al comportamiento sexual de los machos, solamente el número total de aproximaciones y olfateos fue mayor ( $P < 0.05$ ) en los machos de alto y medio rango social que en los machos de bajo rango social. No se registró diferencia en el comportamiento sexual entre los machos de alto y medio rango, así como en las demás conductas ( $P > 0.05$ ). El porcentaje de hembras que ovularon al día 6 no fue diferente ( $P > 0.05$ ) entre los 3 grupos (62, 70 y 79%, para hembras que estuvieron en contacto con machos de bajo, medio y alto rango social, respectivamente). La tasa de ovulación al día 6 fue similar ( $P > 0.05$ ) entre los tres grupos (bajo  $1.6 \pm 0.2$ ; medio  $1.3 \pm 0.2$  y alto rango social  $1.6 \pm 0.2$ ). En la segunda ovulación, la proporción de de hembras que ovularon fue 92% (24/27), 96% (26/27) y 91% (22/24), en los grupos baja, mediana y alta jerarquía respectivamente. De igual manera, la tasa ovulatoria en la segunda ovulación (día 7-17) no fue diferente ( $P > 0.05$ ) entre los grupos de bajo ( $1.4 \pm 0.1$ ), medio ( $1.6 \pm 0.1$ ) y alto rango social ( $1.8 \pm 0.2$ ). Los resultados del presente estudio demuestran que el rango social no afecta la capacidad de los machos sexualmente activos para inducir la actividad sexual de las cabras anovulatorias mediante el efecto macho.

**Palabras clave:** Machos cabríos, rango social, anestro, actividad ovulatoria, comportamiento sexual.

## INTRODUCCIÓN

Los ovinos y caprinos manifiestan un período de reposo sexual estacional el cual es variable en cuanto a la duración y época en que se presenta entre las diferentes razas y regiones geográficas donde se explotan estas especies. Este período de inactividad sexual fue desarrollado como un mecanismo de adaptación para que las hembras tengan sus crías en la época del año en cual tengan mayores posibilidades de sobrevivir (Bronson, 1989). Sin embargo, desde el punto de vista pecuario, la existencia de un periodo de inactividad reproductiva de las hembras y machos, tiene consecuencias importantes sobre la producción y economía de las explotaciones. Se han desarrollado tratamientos para contrarrestar este problema y algunos de ellos incluyen la asociación entre tratamientos fotoperiódicos en los machos en instalaciones abiertas y la utilización de estos machos para inducir y sincronizar el estro y la ovulación en las hembras mediante un fenómeno conocido como efecto macho. Por ejemplo, se ha logrado inducir la actividad sexual de los machos durante el periodo natural de reposo sexual (febrero-abril) al exponerlos durante 2.5 meses de días largos artificiales a partir del 1 de noviembre. De esta manera, los machos manifiestan una intensa actividad sexual durante el periodo natural de reposo. Una vez sexualmente activos, estos machos son muy eficientes para estimular la actividad sexual (estro y ovulación) de las cabras anéstricas (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; 2011). Sin embargo, existen factores que pueden modificar la respuesta de los machos al tratamiento fotoperiódico y afectar la respuesta de las hembras al efecto macho. Por ejemplo, en los machos cabríos tratados con días largos se han registrado diferencias de comportamiento sexual al

ser puestos en contacto con hembras anovulatorias. Tales diferencias individuales podrían deberse a que la respuesta al tratamiento fotoperiódico puede ser influenciada en gran medida por las relaciones sociales jerárquicas que los animales establecen con sus compañeros en el rebaño.

Existen estudios que indican que las relaciones jerárquicas pueden afectar el desempeño reproductivo de los machos. Por ejemplo, los machos ovinos subordinados tienen un acceso limitado a las hembras receptivas comparado con los carneros dominantes (Preston *et al.* 2003). De igual manera, se ha demostrado que la presencia de un carnero dominante afecta el comportamiento sexual de un carnero subordinado durante una prueba de competición (Lindsay *et al.* 1976; Synnott y Fulkerson 1984; Ungerfeld y González-Prensado, 2009). En el caso de los machos cabríos no existen estudios sobre la importancia del rango social en su actividad reproductiva. La mayoría de los estudios realizados en machos cabríos están enfocados a describir la influencia de la edad y las características físicas (presencia de cuernos, tamaño corporal, etc.) en relación al rango social que ocupa un macho dentro del rebaño. De igual manera, no existen reportes sobre la influencia del rango social en la capacidad de los machos para estimular la actividad sexual de las hembras anovulatorias mediante el efecto macho. Por ello, es necesario determinar la influencia que tiene el rango social en la respuesta de los machos al tratamiento fotoperiódico y si ello afecta su capacidad de estimulación una vez puestos en contacto con hembras anovulatorias.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### 1. Estacionalidad reproductiva de ovinos y caprinos

En las razas de ovinos y caprinas que se explotan en zonas templadas y subtropicales se ha observado que cuando los machos permanecen en contacto con las hembras, los partos ocurren únicamente durante algunos meses en el año. Lo anterior es debido a la existencia de una marcada estacionalidad reproductiva que se registra tanto en las hembras como en los machos (ovinos; Thiery *et al.*, 2002; caprinos; Restall, 1992; Rivera *et al.*, 2003; Duarte *et al.*, 2008). Durante muchos años, se realizaron un gran número de investigaciones las cuales se enfocaron en determinar las características y causas de esta estacionalidad reproductiva. Por ejemplo, se demostró que los machos ovinos de la raza Ile-de-France presentan variaciones importantes de su actividad sexual a lo largo del año (Corteel, 1977; Colas, 1980; 1981). La actividad espermatogénica (cantidad y calidad del semen) de estos carneros es más elevada en el verano e inicio del otoño que al final del invierno y durante la primavera. De igual manera, los machos producen más espermatozoides anormales y la motilidad progresiva de los espermatozoides es más baja, durante la primavera que en otoño. Lo anterior provoca una reducción muy marcada de la fertilidad de los machos (Corteel, 1977; Colas, 1980; 1981). En el norte subtropical de México (26°N), los machos cabríos locales también presentan variaciones importantes en su actividad reproductiva anual. En estos machos la estación sexual se desarrolla de mayo a diciembre y durante ese periodo los machos manifiestan un intenso comportamiento sexual, un intenso olor y elevadas concentraciones de

testosterona plasmática. En cambio, en el periodo de reposo sexual, el cual se observa de enero a abril, estas mismas variables disminuyen notablemente (Delgadillo *et al.*, 1999). Se ha demostrado que los machos cabríos locales de la Comarca Lagunera despliegan una estacionalidad reproductiva similar a la reportada en otros machos de razas de ovinos y caprinos adaptadas a otras latitudes subtropicales (Walkden-Brown *et al.*, 1994; Pérez-Clariget *et al.*, 1998).

Las hembras ovinas y caprinas también presentan un periodo de reposo sexual o anestro seguido por un periodo de actividad sexual (Cerna *et al.*, 2004; Duarte *et al.*, 2008; 2010). En el hemisferio norte por ejemplo, el período natural de reproducción de las cabras de las razas Alpina y Saanen, se desarrolla de septiembre a febrero (otoño e invierno; Chemineau *et al.*, 1992). En las cabras de Argentina y Australia, los estros y las ovulaciones inician en el otoño y terminan en el invierno (Restall, 1992; Rivera *et al.*, 2003). En cambio, las cabras locales de Chile solo presentan tres meses de anestro al final de la primavera-inicio del verano (Santa María *et al.*, 1990), mientras que las cabras Boer en África del Sur muestran una actividad estral todo el año, con un porcentaje alto de hembras cíclicas durante el otoño (Greyling, 2000). En las cabras de la Comarca Lagunera se asumió la existencia de un periodo de anestro de Marzo a Mayo, debido a una reducción marcada de partos entre agosto y octubre (Sáenz-Escárcega *et al.*, 1991). Posteriormente, trabajos más controlados demostraron que la estación sexual de las cabras locales se desarrolla de septiembre a marzo, mientras que el periodo de anestro ocurre entre marzo y agosto (Duarte *et al.*, 2008).

Numerosos estudios han demostrado que la duración del día (fotoperiodo) es el principal elemento del medio ambiente que es utilizado por estas especies estacionales para sincronizar sus periodos de actividad y reposo sexual durante el año (Thiery *et al.*, 2002; Delgadillo *et al.*, 2004; Malpaux, 2006; Duarte *et al.*, 2010). Sin embargo, al parecer otros factores como las relaciones socio-sexuales y la disponibilidad de alimento tienen la capacidad de modificar o regular la actividad reproductiva en los machos y las hembras (Martin y Walkden-Brown, 1995; Martin *et al.*, 2004; Forcada y Abecia, 2006; Delgadillo *et al.*, 2009).

## **2. La utilización del efecto macho para inducir la actividad sexual de las hembras durante el anestro**

En las hembras ovinas y caprinas, la utilización de luz artificial en combinación con la melatonina ha permitido inducir la actividad sexual durante el periodo de anestro estacional (Prandi *et al.*, 1987; Devenson *et al.*, 1992; Chemineau *et al.*, 1992; Zarazaga *et al.*, 1994). Sin embargo, recientemente se han desarrollado tratamientos más sencillos para estimular la actividad sexual de las hembras que no involucran la manipulación del fotoperiodo, ni el uso de hormonas exógenas. Un ejemplo de ello es el fenómeno conocido como efecto macho (Walkden-Brown *et al.*, 1999; Álvarez y Zarco, 2001; Rosa y Bryant, 2002; Delgadillo *et al.*, 2003; 2009). Este método consiste en la introducción de un macho en un grupo de hembras en anestro, el cual puede inducir la actividad reproductiva de las hembras unos días después de ponerlos en contacto. Las primeras observaciones de este fenómeno fueron reportadas en ovinos por Girard (1813), y posteriormente por Underwood *et al.*

(1944). En las cabras, Shelton (1960) fue el primero en describir el efecto macho. Entre los años de 1960 y 1980, el tema del efecto macho tomó mucha relevancia por sus implicaciones prácticas y ecológicas, lo cual incrementó el número de estudios realizados al respecto, abordando los diferentes factores que influyen en la respuesta de las hembras al efecto macho.

La mayoría de los estudios realizados a la fecha coinciden en que el efecto macho constituye un estímulo social multifactorial que permite iniciar la actividad reproductiva tanto en ovejas como en cabras a los pocos días de iniciado el contacto entre los dos sexos (Shelton, 1960; 1980; Chemineau, 1987; Flores *et al.*, 2000; Álvarez y Zarco, 2001; Ungerfeld *et al.*, 2004; Hawken *et al.*, 2008; Delgadillo *et al.*, 2009). De igual manera, la mayoría de los autores concuerdan que la respuesta de las hembras al efecto macho puede ser variable en términos de la proporción de hembras que responden. Sin embargo, en la mayoría de los casos donde se utiliza el efecto macho, el patrón de respuesta estral y ovárica es muy similar en los diferentes estudios y a continuación será descrita.

### **3. Respuestas endocrina, sexual y comportamiento de las hembras estimuladas mediante el efecto macho**

Durante la estación de anestro, la secreción de pulsos de GnRH y LH de las hembras es poco frecuente debido principalmente a la retroalimentación negativa que ejerce el estradiol en el hipotálamo e hipófisis anterior (Martin *et al.*, 1986).

Cuando se pone en contacto un macho con las hembras anéstricas, a los pocos minutos (2-4 min), se registra en ellas un incremento en la frecuencia de pulsos de LH (Poindron *et al.*, 1980; Chemineau *et al.*, 1986; Vielma *et al.*, 2009). Además de este aumento en la frecuencia, también existe un incremento en la amplitud de los pulsos de LH (Rosa y Bryant, 2002). Este aumento en la pulsatilidad de la LH provoca un incremento en el diámetro de folículos ováricos (Ungerfeld *et al.*, 2004). Al estimular el desarrollo folicular, se incrementa la secreción del estradiol, el cual por retroacción positiva provoca la aparición de un pico preovulatorio de LH entre 24 a 30 h después de la introducción del macho y una ovulación de 24 a 36 h más tarde (Signoret y Lindsay, 1982; Martin, 2002).

En las cabras que responden al efecto macho, un primer estro se observa del día uno al nueve después de iniciado el contacto, teniendo una frecuencia mayor dos días después del contacto (Chemineau, 1983; Flores *et al.*, 2000). Después de siete días de contacto, el 97% de las cabras ovula. En las cabras Criollas del norte de México, al igual que las Criollas de la isla Guadalupe en el Caribe, la primera ovulación inducida está asociada con un estro en el 60% de las hembras y es seguida en el 75% de ellas por un ciclo ovulatorio de corta duración que, en promedio, dura cinco días. Después de este ciclo corto se produce otra ovulación acompañada de actividad estral y de una fase lútea de duración normal en al menos el 90% de las hembras (Chemineau, 1983, Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2003).

#### **4. Importancia del comportamiento sexual de los machos en la inducción de la actividad sexual de las hembras**

El comportamiento sexual de los machos es un factor que influye o determina la respuesta de las hembras estimuladas mediante el efecto macho. El comportamiento sexual de los machos es caracterizado por el despliegue de conductas como el automarcaje, los olfateos ano-genitales, el flehmen, las aproximaciones, los intentos de monta y las montas con penetración (Price *et al.*, 1986; Fabre-Nys, 2000). Durante el periodo de reposo sexual de los machos, la calidad de las señales del macho (olor, vocalizaciones y comportamiento sexual) disminuye considerablemente y esa disminución es probablemente responsable de la baja o nula respuesta de las hembras sometidas al efecto macho en algunos meses del anestro estacional. Al respecto, Perkins y Fitzgerald (1994) demostraron que la intensa conducta sexual desplegada por los machos ovinos hacia las hembras mejora la respuesta estral y ovulatoria de éstas. Estos autores compararon machos que exhibían altos niveles de conducta sexual y machos con bajo nivel. Ellos encontraron que los machos con alta actividad sexual inducen un mayor número de hembras al estro (95%) que los machos con baja conducta sexual (78%).

En los machos caprinos locales de la comarca lagunera, la actividad sexual puede ser estimulada durante el periodo de reposo sexual (febrero-abril), al ser sometidos previamente a 2.5 meses de días largos (16 horas luz) a partir del 1 de noviembre. La secreción de testosterona, el olor y el comportamiento sexual de estos

machos se incrementan notablemente, y no difieren de los valores observados durante el período de actividad sexual natural (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007). Además, en varios estudios se ha demostrado que estos machos sometidos al tratamiento fotoperiódico son más eficientes que los machos no tratados para estimular la actividad estral y ovárica en las cabras anéstricas (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Luna-Orozco *et al.*, 2008; Fitz-Rodríguez *et al.*, 2009; Bedos *et al.*, 2010; Fernández *et al.*, 2011). Estos estudios demuestran que la intensidad del comportamiento sexual manifestada por los machos al ser puestos en contacto con las hembras anovulatorias es uno de los factores más importantes para inducir la actividad sexual en las cabras durante el anestro.

## **5. Influencia del rango social en el desempeño reproductivo de los ovinos y caprinos**

Los caprinos domésticos (*Capra hircus*) son una especie social que por el hecho de vivir en grupos forma estructuras jerárquicas muy fuertes y relativamente estables (Founier y Festa-Bliachet, 1995). El vivir en grupos, les permite a estos animales contar con ventajas como la protección del rebaño, un aumento en la probabilidad de encontrar alimento y la defensa conjunta del territorio común. Sin embargo, la vida en sociedad también implica desventajas como una mayor probabilidad de contraer alguna enfermedad infecciosa y el tener que competir por los recursos escasos con los demás miembros del rebaño (Founier y Festa-Bliachet, 1995). La competencia por los recursos puede llevar a la agresión y los individuos se

pueden beneficiar de patrones de conducta social que les permita evitar los costos de la conducta agonista. Se entiende por conducta agonística al comportamiento social agresivo o defensivo, tal como pelear, huir o sumisión entre individuos generalmente de la misma especie. La dominancia social es una estrategia útil para este fin. El concepto de dominancia social se refiere al resultado de la interacción entre un par de individuos, en la que el ganador de la interacción es llamado dominante y el otro subordinado (Kauffmann, 1983; Fraser y Broom, 1998). En los caprinos, la dominancia social es un fenómeno que se determina principalmente por el peso corporal, tamaño de los cuernos y la edad. Se ha demostrado que en los caprinos, la dominancia social adquirida es estable hasta por dos años y puede cambiar debido a la introducción de nuevos individuos al grupo o a la maduración de los animales jóvenes que buscan un lugar en la sociedad (Conway *et al.*, 1986; Matsuzawa y Shiraishi, 1992).

Otros estudios indican que las relaciones jerárquicas en un rebaño pueden afectar el desempeño reproductivo tanto de hembras como de los machos. Por ejemplo, estudios en el ciervo rojo (*Cervus elaphus*) demostraron que las hembras dominantes se gestan de manera anticipada a las hembras subordinadas cuando interactúan libremente con los machos. Al parecer, la gestación anticipada de los individuos dominantes es el resultado de su mayor capacidad de mantenerse cerca del macho (Clutton-Brock *et al.*, 1986).

En cabras, Álvarez *et al.* (2003) demostraron también que las cabras dominantes dentro de un rebaño tienden a mantener un mayor contacto con el macho, lo cual permite que su ovulación y gestación se anticipen significativamente a las subordinadas. En otro estudio, se demostró que las hembras dominantes tienden a responder con una mayor secreción de LH inmediatamente después de la introducción del macho, sugiriendo que la dominancia alta favorece una respuesta mayor y más rápida aun cuando el contacto con el macho sea similar (Álvarez *et al.*, 2004). Además, se ha encontrado que la baja jerarquía puede afectar también la manifestación de la conducta sexual de las hembras y el estrés social resultante puede interferir con la secreción preovulatoria de LH, causando así la falta de conducta sexual e incluso de la ovulación (Paterson y Pearce, 1989; Mahesh y Brann, 1992; Von Borell, 1995).

En el caso de los machos ovinos, las relaciones jerárquicas también pueden afectar su desempeño reproductivo. Por ejemplo, los carneros subordinados tienen un acceso limitado a las hembras receptivas comparado con los carneros dominantes (Preston *et al.*, 2003). De igual manera, se ha demostrado que la presencia de un carnero dominante afecta el comportamiento sexual de un carnero subordinado durante una prueba de competición (Lindsay *et al.*, 1976; Synnott y Fulkerson 1984; Ungerfeld y González-Prensado, 2009). En el caso de los machos cabríos no existen estudios sobre la importancia del rango social en su actividad reproductiva. La mayoría de los estudios realizados en machos cabríos están enfocados a describir la influencia de la edad y las características físicas (presencia de cuernos, tamaño

corporal, etc.) en relación al rango social que ocupa un macho dentro del rebaño. De igual manera, no existen reportes sobre la influencia del rango social en la capacidad de los machos para estimular la actividad sexual de las cabras anovulatorias mediante el efecto macho.

## **OBJETIVO**

Determinar si el rango social de los machos cabríos inducidos a la actividad sexual mediante un tratamiento con días largos artificiales influye en su habilidad para inducir la actividad ovulatoria de las cabras anéstricas.

## **HIPÓTESIS**

Los machos cabríos tratados con días largos de menor rango social son tan eficientes como los machos cabríos de mediano o alto rango social para inducir la actividad ovulatoria de las cabras en anestro.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **1.- Localización del experimento**

El presente estudio se realizó en las instalaciones del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA), en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna y en un rebaño particular ubicado en el Ejido Morelos II, Municipio de Matamoros, Coahuila. Ambas localidades se localizan en la Comarca Lagunera a la latitud de 26° Norte y a una altitud que varía de 1100 a 1400 metros sobre el nivel del mar. Las variaciones del fotoperiodo en la región son de 13:41 horas luz durante el solsticio de verano y de 10:19 horas luz durante el solsticio de invierno.

### **2. Animales experimentales**

#### **2.1. Machos**

Se utilizaron 12 machos cabríos Criollos adultos de 2.5 años de edad. Estos machos fueron alojados en instalaciones abiertas donde fueron sometidos a un tratamiento de días largos artificiales (16 h de luz/día) del 1 de noviembre de 2011 al 15 de enero de 2012. Durante el estudio, los machos fueron alimentados con heno de alfalfa a libre acceso y 300 gr de concentrado comercial (14%P.C.) por día y por animal.

## 2.2. Determinación del rango social de los machos

El rango social de cada macho se determinó mediante el cálculo del índice de éxito de cada macho una semana antes de ser puestos en contacto con las hembras. Para ello, se realizaron observaciones conductuales durante 2 horas por 7 días consecutivos. Las observaciones se realizaron al momento de proporcionar la alimentación de los machos cabríos ya que es cuando mayor presentan conductas sociales por la lucha del alimento tales como: enfrentamientos, golpes, evasiones y amenazas (9:00 hs) y se repitieron cada día a la misma hora. Se registraron todas las interacciones agonísticas entre los animales. Para lo cual, se consideraron las siguientes conductas de interacción:

- **Golpes:** Un individuo golpea, especialmente con la cabeza, a otro individuo. Esta agresión también puede incluir mordiscos.
- **Amenazas:** un individuo denota intenciones de golpear a otro individuo, la amenaza puede ocurrir con la cabeza o con el tronco del cuerpo, pero sin alcanzarlo o tocarlo.
- **Empujar:** Un individuo empuja con su cuerpo a otro individuo, pero sin golpearlo, con el fin de desplazarlo de un lugar determinado.
- **Huida:** Después de una amenaza, golpe o empuje, un individuo decide abandonar el lugar y huir de su contrincante.
- **Evasión:** Un individuo, ante la amenaza de otro animal, decide abandonar el encuentro o la interacción.

Con la información obtenida de estas interacciones conductuales, así como sus consecuencias (ganar o perder), se calculó el índice de éxito en un rango de 0 a 1. Lo anterior permite determinar el rango social que cada animal tiene dentro del rebaño (Martin y Batenson, 2001). Un índice de éxito de 0 a 0.33 corresponde a animales con bajo rango social. De 0.34 a 0.66 son animales con rango social medio y de 0.67 a 1, son animales con rango social alto. Para obtener el índice de éxito, se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Índice de éxito} = \frac{\text{Número de individuos que es capaz de desplazar}}{\text{Número de individuos que es capaz de desplazar} + \text{Número de individuos que lo desplazan}}$$

### 2.3. Hembras

Para determinar la capacidad de los machos para inducir la actividad ovulatoria de las cabras anéstricas se utilizaron 78 hembras adultas multíparas. Estas hembras fueron estabuladas 4 días antes del efecto macho y recibieron una alimentación de 2.0 kg de heno de alfalfa henificada y 200 gr. de concentrado comercial (14% de P.C.) por día/hembra. Además tuvieron acceso a agua limpia y sales minerales a libre acceso. La ciclicidad de las hembras se determinó mediante una ultrasonografía transrectal realizada 10 días antes de la introducción de los machos. El criterio para determinar si una hembra estaba cíclica, fue la presencia de al menos un cuerpo lúteo en algunos de los dos ovarios durante la ecografía (de Castro *et al.*, 1999). Las hembras que resultaron anovulatorias fueron divididas en tres grupos homogéneos en cuanto a la condición corporal.

### **3. Efecto macho**

El 31 de marzo (época de reposo sexual) las cabras fueron puestas en contacto con los machos para estimular su actividad ovulatoria mediante el efecto macho. Un grupo de hembras (n=27) fue puesto en contacto con 3 machos que previamente fueron identificados con un rango social bajo. Un segundo grupo de hembras (n=27) fue puesto en contacto con 3 machos con rango medio. El tercer grupo de cabras (n=24) fue estimulado con 3 machos identificados con un rango social alto. En los tres grupos, los machos permanecieron en contacto con las hembras las 24 horas y durante 18 días.

### **4. Variables determinadas**

#### **4.1. Comportamiento sexual de los machos**

El comportamiento sexual de los machos se evaluó durante la primera hora (08:00–09:00 h), del primer día de contacto con las hembras. Las conductas evaluadas fueron: flehmen, olfateos ano-genitales, aproximaciones, intentos de monta, monta sin penetración, monta con penetración y automarraje con orina.

## **4.2. Respuesta de las hembras anéstricas al efecto macho**

### **4.2.1. Porcentaje de hembras que ovularon**

El porcentaje de hembras que ovularon fue determinado mediante una ultrasonografía transrectal efectuada al día 6 y 18 después de la introducción de los machos. Para ello, se utilizó un equipo Scanner modo-B (Aloka SSD, Tokio, Japón) equipado con un transductor lineal de 7.5 MHz. El criterio para determinar si una hembra había ovulado fue la visualización de al menos un cuerpo lúteo en uno de los ovarios (de Castro *et al.*, 1999).

### **4.2.2. Tasa ovulatoria**

La tasa ovulatoria fue determinada mediante el número de cuerpos lúteos registrados en ambos ovarios al momento de realizarse las ecografías, entre el número de hembras, al día 6 y 18 después de la introducción de los machos.

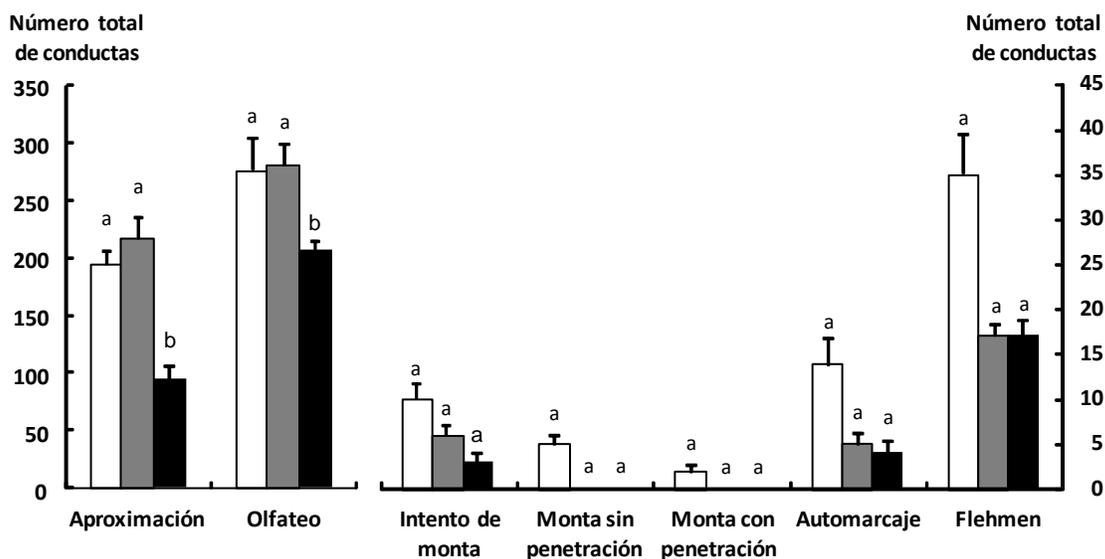
## **5. Análisis de datos**

El total de las frecuencias de las conductas mostradas por los machos en cada grupo fue comparado utilizando una prueba de Chi-cuadrada con la bondad de ajuste, utilizando el criterio de una distribución completamente al azar. Las proporciones de las hembras que manifestaron actividad ovulatoria en los tres grupos fueron comparadas mediante la prueba e Chi-cuadrada. La tasa ovulatoria registrada en las hembras de los tres grupos fue comparada mediante una prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney.

## RESULTADOS

### Comportamiento sexual de los machos cabríos

El comportamiento sexual de los machos el día de ser puestos en contacto con las hembras se muestra en la Figura 1. El número total de aproximaciones fue mayor ( $P < 0.05$ ) en los machos de alto y medio rango social que en los machos de bajo rango social. De igual manera, el número de olfateos realizados por los machos de alto y medio rango social fue mayor ( $P < 0.05$ ) que el número de olfateos realizado por los machos de bajo rango social. En cambio, el número de intentos de monta, flehmen, automarcajes, así como las montas sin penetración y montas con penetración no se registró diferencia entre los tres grupos ( $P > 0.05$ ).

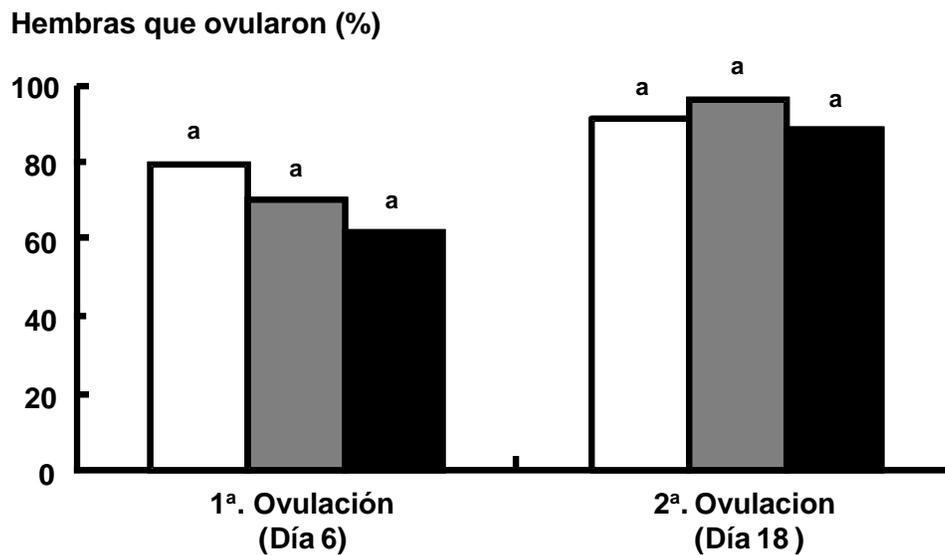


**Figura 1.** Comportamiento sexual de los machos cabríos el primer día de contacto con las hembras en los machos de alto (□), medio (▣) y bajo rango social (■). Las observaciones se realizaron durante 1 hora diaria en los tres grupos.

## Respuesta de las hembras anéstricas al efecto macho

### 2.1. Porcentaje de hembras que ovularon

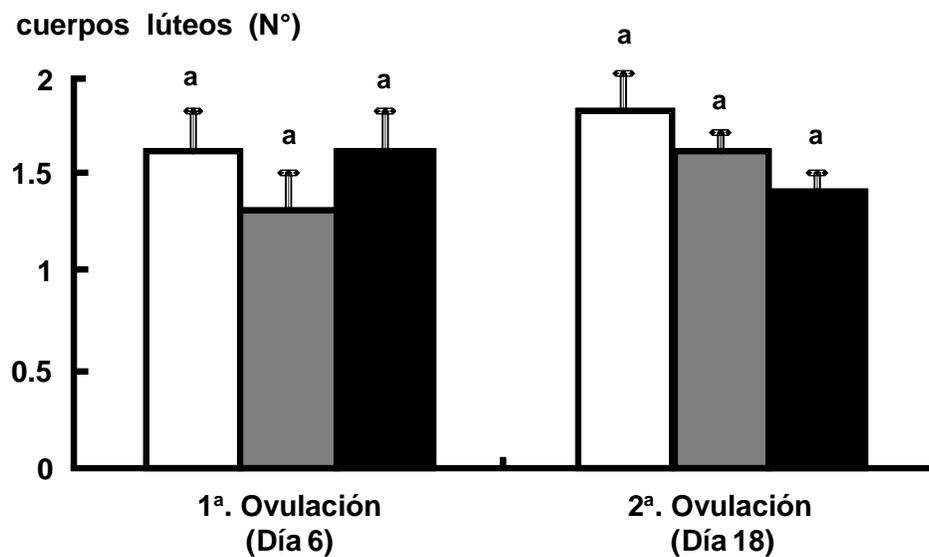
El porcentaje de hembras que ovularon en los primeros 6 días de contacto con los machos fue similar ( $P>0.05$ ) en las hembras expuestas a machos de rango social alto y aquellas en contacto con machos de rango social medio y bajo (Figura 1). De igual manera, en la segunda ovulación (día 18) el número de hembras que ovularon no fue diferente ( $P>0.05$ ) en las hembras de los tres grupos. Los porcentajes de hembras que ovularon en los tres grupos en la primera y segunda ovulación son mostrados en el Figura 2.



**Figura 2.** Respuesta ovulatoria al día 6 y 18 de las hembras sometidas al efecto macho utilizando machos de rango social alto (□), machos de rango social medio (■) y machos con rango social bajo (■).

## Tasa ovulatoria

En la tasa ovulatoria no se registró diferencia entre las hembras estimuladas con machos de rango social alto, medio y bajo tanto en la primera (día 6) ni en la segunda ovulación registrada (18) ( $P>0.05$ ). El número promedio de cuerpos lúteos registrados en las hembras de los tres grupos es mostrado en la Figura 3.



**Figura 3.** Tasa ovulatoria registrada en las hembras al día 6 y 18 después de ser puestas en contacto con machos de rango social alto (□), medio (■) y bajo (■).

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten demostrar que en los machos cabríos tratados con días largos el rango social no afecta su habilidad para estimular la actividad ovulatoria de las cabras anovulatorias mediante el efecto macho. En efecto, el porcentaje de cabras que ovularon al día 6 y 18 después de la introducción de los machos fue similar en los tres grupos de hembras que estuvieron en contacto con machos previamente identificados con rango social alto, medio y bajo. De igual manera, la tasa ovulatoria registrada al día 6 y 18 pos introducción no fue diferente en las hembras estimuladas por los machos de diferente rango social.

La respuesta encontrada en las hembras caprinas es similar a los resultados encontrados en la mayoría de los estudios realizados anteriormente en la Comarca Lagunera donde se utilizan machos previamente tratados con 2.5 meses de días largos para inducir la actividad sexual de las cabras anovulatorias (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007; Bedos *et al.*, 2012). En la mayoría de estos estudios, más del 85 % de las cabras fueron inducidas a la actividad sexual en los primeros 15 días después de la introducción de los machos. Lo anterior demuestra que el tratamiento de días largos artificiales es un método muy efectivo para estimular la actividad sexual de los machos durante el periodo de reposo sexual y estos a su vez representan un estímulo muy fuerte para la inducción de las hembras mediante el efecto macho (Delgadillo *et al.*, 2006; 2009).

Existen estudios que indican que en los caprinos, la dominancia social en un rebaño está determinada por factores como el peso corporal del individuo, presencia y tamaño de los cuernos y la edad. Sin embargo, en el presente estudio todos los machos tenían la misma edad (2.5 años) y ninguno tenía cuernos puesto que estos fueron descornados antes de iniciar el tratamiento fotoperiódico. De igual manera, el peso y condición corporal eran muy similares. Sin embargo, aun así se estableció una estructura jerárquica muy fuerte dentro del grupo y al ser puestos en contacto con las hembras, los machos de bajo rango social mostraron un menor comportamiento sexual (olfateos y aproximaciones) que los machos de alto y medio rango en el primer día de contacto con las hembras. Sin embargo, a pesar que el comportamiento sexual de los machos de rango social bajo fue menor al mostrado por los machos de rango alto y medio, estos fueron capaces de inducir la ovulación en la mayoría de las cabras durante los 18 días de contacto. Además, la respuesta ovulatoria no fue diferente de la encontrada en las hembras de los otros dos grupos. Lo anterior puede ser explicado por los siguientes argumentos: 1), es probable que después de varios días de contacto con los machos de bajo rango, algunas hembras iniciaran su actividad sexual y probablemente esto permitió un mejoramiento del comportamiento sexual de los machos en los días siguientes. En efecto, la presencia de hembras en estro permite un reforzamiento del estímulo entre machos y hembras (Walkden-Brown *et al.*, 1993) y/o una estimulación hembra-hembra (Restall *et al.*, 1995). Lo anterior probablemente permitió que no se registrara diferencia en la respuesta ovulatoria entre los tres grupos. 2), la ausencia de diferencias entre las hembras en contacto con machos cabríos de menor rango social y con machos de alto y medio rango social se debió probablemente al tratamiento fotoperiódico al cual

fueron sometidos los machos. En efecto, los machos tratados con días largos artificiales responden al tratamiento incrementando las concentraciones de testosterona, peso testicular, intensidad del olor y conductas sexuales durante el periodo de reposo sexual (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Rivas *et al.*, 2008). Probablemente, el tratamiento fotoperiódico al cual fueron sometidos todos los machos fue suficiente para que los machos manifestaran conductas sexuales y estas fueron suficientes para desencadenar una respuesta en las cabras. Recientemente se demostró que el comportamiento sexual desplegado por los machos sometidos a días largos, así como la secreción elevada de feromonas contribuyen a mantener una secreción elevada de LH en las hembras, permitiendo que una alta proporción de éstas ovule al ser expuestas a estos machos cabríos sexualmente activos (Vielma *et al.*, 2009).

Finalmente, los resultados encontrados en el presente estudio son originales, ya que es la primera vez que se determina la influencia del rango social en la capacidad de los machos para estimular a las hembras mediante el efecto macho. Sin embargo, sería interesante determinar el rango social en las hembras y correlacionarlo con su respuesta reproductiva al efecto macho. Además en el presente estudio, no se determinó si la presencia de un macho dominante (alto rango social) puede inhibir el comportamiento de un machos subordinado (medio o bajo rango) un vez en contacto con las hembras. Sería interesante determinar si la presencia en el mismo grupo de un macho dominante y uno subordinado pueda afectar la respuesta de las hembras anéstricas durante el efecto macho.

## **CONCLUSIÓN**

Los machos cabríos de bajo rango social inducidos a una intensa actividad sexual son tan eficientes como lo machos de mediano o alto rango social para inducir la actividad ovulatoria de las hembras anéstricas mediante el efecto macho.

## LITERATURA CITADA

- Álvarez, R.L., Martin, G.B., Galindo, M.F., Zarco, Q.L. 2003. Social dominance of female goats affects their response to the male effect. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 84: 119–126.
- Álvarez, L., Zarco, L., Galindo, F., Blache, D., Martin, G.B. 2007. Social rank and response to the “male effect” in the Australian Cashmere goat. *Anim. Reprod. Sci.* 102:258–266
- Bedos, M., Flores, J.A., Fitz-Rodríguez, 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.
- Bedos, M., Velázquez, H., Fitz-Rodríguez, G., Flores, J.A., Hernández, H., Duarte, G., Vielma, J., Fernández, I.G., Retana-Márquez, M., Muñoz-Gutiérrez, M., Keller, M., Delgadillo, J.A. 2012. Sexually active bucks are able to stimulate three successive groups of females per day with a 4-hour period of contact. *Physiol. Behav.* 106:259–263.
- Bronson, F. 1989. Seasonal strategies: Ultimate factors. In: FH Bronson (Ed.), *Mammalian Reproductive Biology*. University of Chicago Press, Chicago. 28-59.
- Cerna, C., Zarco, L.A., Valencia, J. 2004. Efecto del fotoperiodo artificial sobre el reinicio de la actividad ovárica posparto en la oveja Pelibuey. *Vet. Méx.* 35:179-185.
- Chemineau, P. 1983. Effects on oestrus and ovulation of exposing Creole goats to the male at three times of the year. *J. Reprod. Fertil.* 67:65-72.
- Chemineau, P., Normant, E., Ravault, J.P., Thimonier, J. 1986. Induction and persistence of pituitary and ovarian activity in the out-of-season lactating dairy goat after a treatment combining a skeleton photoperiod, melatonina and the male effect. *J. Reprod. Fertil.* 78:497-504.
- Chemineau, P., Daveau, A., Maurice, F., Delgadillo, J.A. 1992. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Rumin. Res.* 8:299-312.
- Clutton-Brock, T., Albon, S., Guinness, F.E. 1986. Great expectations: dominance, breeding success and offspring sex ratios in red deer. *Anim. Behav.* 34:460–471.
- Conway, M., Blackshaw, J., Daniel, R.C. 1996. The effects of agonistic behaviour and nutritional stress on both the success of pregnancy and various plasma constituents in Angora goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 48:1-13.
- Delgadillo, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Duarte, G., Véliz, F.G., Carrillo, E., Flores, J.A., Vielma, J., Hernández, H., Malpaux, B. 2004. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reprod. Fertil. Dev.* 16:471- 478.

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., 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 artificial long days. *J. Anim. Sci.* 80:2780-2786.

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

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Veliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Hernández, H., Fernández, I. 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., Martin, G.B. 2009. The male effect in sheep and goats-Revisiting the dogmas. *Behav. Brain. Res.* 200:304–314.

Duarte, G., Flores, J.A., Malpaux, 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.

Duarte, G., Nava-Hernández, M.P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2010. Ovulatory activity of female goats adapted to the subtropics is responsive to photoperiod. *Anim. Reprod. Sci.* 120:65-70.

Fitz-Rodríguez, G., De Santiago-Miramontes, M.A., Scaramuzzi, R.J., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2009. Nutritional supplementation improves ovulation and pregnancy rates in female goats managed under natural grazing conditions and exposed to the male effect. *Anim. Reprod. Sci.* 116:85-94.

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. *Biol. Reprod.* 62:1409-1414.

Forcada, F., Abecia, J.A. 2006. The effect of nutrition on the seasonality of reproduction in ewes. *Reprod. Nutr. Dev.* 46:355-365.

Fournier, F., Festa, B.M. 1995. Social dominance relationships in adult female mountain goats. *Anim. Behav.* 49:1449-1459.

Fraser, D., Broom, D.M. 1998. *Farm Animal Behaviour and Welfare*. Baillière. Tindall. London. 2.

Fowler, D.G., Jenkins, L.D. 1976. The effects of dominance and infertility of rams on reproductive performance. *Appl. Anim. Ethol.* 2:327–337.

Kauffmann, J.H. 1983. On the definition and functions of dominance and territoriality. *Biol. Rev.* 58:1-20.

Lindsay, D., Dunsmore D., Williams, J., Syme, G. 1976. Audience effects on the mating behaviour of rams. *Anim. Behav.* 24:818–821.

Mahesh, V.B., Brann, D.W. 1992. Interaction between ovarian and adrenal steroids in the regulation of gonadotroping secretion. *J. Steroid. Biochem. Mol. Biol.* 41:459-513.

Malpaux, B. 2006. Seasonal regulation of reproduction in mammals. In: Knobil and Neill's *Physiology of Reproduction*. Ed. JD Neill. Elsevier. Amsterdam. 3:2231-2281.

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. *Lives. Prod. Sci.* 15:219-247.

Martin, G.B., Walkden-Brown, S.W. 1995. Nutritional influences on reproduction in mature male sheep and goats. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 49:437-449.

Matsuzawa, Y., Shiraishi, T. 1992. Relationship between aggressive behavior and social dominance in small herd of goats. 63: 503-513.

Luna-Orozco, J.R., Fernández, I.G., Gelez, H., Delgadillo J.A. 2008. "Parity of female goats does not influence their estrous and ovulatory response to the male effect. *Anim. Reprod. Sci.* 106:352-360.

Paterson, A.M., Pearce, G.P. 1989. Boar-induced puberty in gilts handled pleasantly or unpleasantly during rearing. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 22:225-223.

Pérez-Clariget, R., Bermúdez, J., Andersson, R., Burgueño, J. 1998. Influence of nutrition on testicular growth in Corriedale rams during spring. *Reprod. Nutr. Dev.* 38:529-538.

Poindron, P., Cognié, Y., Gayerie, F., Orgeur, P., Oldham, C.M., Ravault, J.P. 1980. Changes in gonadotropins and prolactin levels in isolated (seasonally or lactationally) anovular ewes associated with ovulation caused by the introduction of rams. *Physiol. Behav.* 25:227-236.

Prandi, A., Romagnoli, G., Chiesa, F., Tamanini, C. 1987 Plasma prolactin variations and onset of ovarian activity in lactating anestrous goats given melatonin. *Anim. Reprod. Sci.* 13:291-297.

Preston, B., Stevenson, I., Pemberton, J., Coltman, D., Wilson, K. 2003. Overt and covert competition in a promiscuous mammal: the importance of weaponry and testes size to male reproductive success. *Proc. Biol. Sci.* 270:633–640.

Price, E.O., Smith, V.M., Katz, L.S. 1986. Stimulus conditions influencing self-urination, genital grooming and flehmen in male goats. *Anim. Behav. Sci.* 16:371-381.

Restall, B.J. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim. Reprod. Sci.* 27:305-318.

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

Rivas-Muñoz, R., Fitz-Rodríguez, G., Poindron, P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2007. Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous or discontinuous exposure to males. *J. Anim. Sci* 85:1257-1263.

Rivera, G., Alanis, G., Chaves, M., Ferrero, S., Morello, H. 2003. Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. *Small Rumin. Res.* 48:109-117.

Rosa, H.J.D., and Bryant, M.J. 2002. The “ram effect” as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. A review. *Small Rumin. Res.* 45:1-16.

Sáenz-Escárcega, P., Hoyos, G., Salinas, H., Martínez, N., Espinoza, J., Gurrero, A., Contreras, E. 1991. Establecimiento de módulos caprinos con productos cooperantes. Memorias de evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera. Coah. Méx. INIFAP-CIID. 24-34.

Santa Maria, A., Cox, J., Muñoz, E., Rodríguez, R., Caldera, L. 1990. Estudio del ciclo sexual, estacionalidad reproductiva y control del estro en la cabra Criolla en Chile. Final Research Coordination Meeting. FAO, Bogotá, Colombia. 363–385.

Shelton, M. 1960. Influence of the presence of a male goat on the initiation of estrous 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. *Inter. Goat. Sheep. Res.* 1:156-162.

Signoret, J.P. y Lindsay, D.R. 1982. The male effect in domestic mammals: effect on LH secretion and ovulation: importance of olfactory cues. In: *Olfaction and Endocrine Regulation*. Ed W. Breipohl. IRL press, London, UK. 63-72.

Synnott, A., Fulkerson, W. 1984. Influence of social interaction between rams on their serving capacity. *Appl. Anim. Ethol.* 11:283–289.

Thiéry, J.C., Chemineau, P., Hernandez, X., Migaud, M., Malpaux, B. 2002. Neuroendocrine interactions and seasonality. *Domest. Anim. Endocrinol.* 23:87-100.

Ungerfeld, R., Forsberg, M., Rubianes, E. 2004. Overview of the response of anoestrous ewes to the ram effect. *Reprod. Fertil. Dev.* 16:479-490.

Ungerfeld, R., González-Pensado, S. 2009. Social Dominance and Courtship and Mating Behaviour in Rams in Non-Competitive and Competitive Pen Tests. *Reprod. Dom. Anim.* 44:44–47

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., Restall, B., Henniawati. 1993. The male effect in the Australian Cashmere goat. 1. Ovarian and behavioural response of seasonally anovulatory does following the introduction of bucks. *Anim. Rep. Sci.* 32:41–53.

Walkden-Brown, S.W., Martin, G.B., Restall, B.J. 1999. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 52:243-257.

Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Norton, B.W., Scaramuzzi, R.J., Martin, G.B. 1994. Effect of nutrition on seasonal patterns of LH, FSH and testosterone concentration, testicular mass, sebaceous gland volume and odour in Australian Cashmere goats. *J. Reprod. Fertil.* 102:351-360.