

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



¿PUEDEN LOS MACHOS CABRÍOS ESTIMULAR 3 GRUPOS DE CABRAS AL ESTAR EN CONTACTO CON ELLAS 4 HORAS POR DÍA?

POR:

BENJAMIN FERNÁNDEZ MÁRQUEZ

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



TESIS

**¿PUEDEN LOS MACHOS CABRÍOS ESTIMULAR 3 GRUPOS DE
CABRAS AL ESTAR EN CONTACTO CON ELLAS 4 HORAS POR
DÍA?**

POR:

BENJAMIN FERNÁNDEZ MÁRQUEZ

ASESOR PRINCIPAL

DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

SEPTIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TESIS

¿PUEDEN LOS MACHOS CABRÍOS ESTIMULAR 3 GRUPOS DE CABRAS AL ESTAR EN CONTACTO CON ELLAS 4 HORAS POR DÍA?

POR:

BENJAMIN FERNÁNDEZ MÁRQUEZ

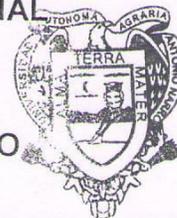
ASESOR PRINCIPAL

DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

COORDINACIÓN 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

SEPTIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

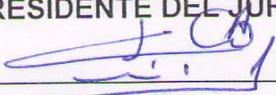
“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



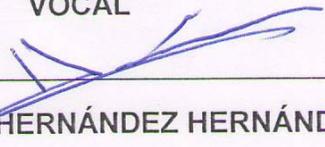
PRESIDENTE DEL JURADO


DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

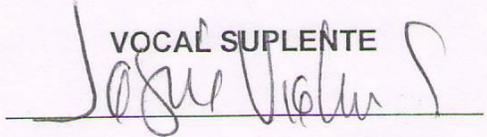
VOCAL


DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

VOCAL


DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

VOCAL SUPLENTE


DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

SEPTIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



POR:

BENJAMIN FERNÁNDEZ MÁRQUEZ

Elaborado bajo la supervisión del comité particular de asesoría

ASESOR PRINCIPAL:

DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

ASESORES:

DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES

DR. GERARDO DUARTE MORENO

DR. GONZALO FITZ RODRÍGUEZ

M.C. MARIE BEDOS

DEDICATORIA

A mis padres:

Vidal Fernández Ramón y Epifania Márquez Anastasio

Porque me dieron la vida y me enseñaron el mejor camino a seguir. A ellos que estuvieron conmigo en los momentos difíciles y me dieron ánimo para seguir adelante. Muchas gracias porque este triunfo es de ustedes, fruto de todo el esfuerzo que hicieron para sacarme adelante.

A mis hermanos:

Adrián, Joel, Francisca, Yolanda, Elia, Lucrecia y Lilia

Por tener la confianza en mí y motivarme día con día para seguir adelante con mis estudios. Por el apoyo incondicional que siempre me han brindado con su impulso, fuerza y perseverancia que son parte de mi formación. Gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante.

“A TODA MI FAMILIA POR SER MI GRAN MOTIVACIÓN”

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por prestarme vida y poder disfrutar este momento lleno de alegría y felicidad para mí y mis seres queridos.

Al **Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez**, por aceptarme como tesista y hacer posible este trabajo, gracias por su dedicación y entrega.

Al brillante equipo de investigadores del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA): **Dr. José Alfredo Flores Cabrera, Dr. Jesús Vielma Sifuentes, Dr. Gerardo Duarte Moreno, Dr. Gonzalo Fitz Rodríguez y el Dr. Horacio Hernández Hernández**. Mi agradecimiento a cada uno de ellos por sus enseñanzas, por compartir conmigo sus conocimientos, de ser unos excelentes profesores y sobre todo grandes seres humanos.

A la **M.C. Marie Bedos** por su gran apoyo, amistad y su valiosa colaboración para la realización de esta tesis.

A mi **Alma Terra Mater**, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL, por ser mi casa estos 5 años y brindarme esta gran oportunidad de formarme como Médico Veterinario Zootecnista.

A todos los **profesores** que hacen de mí una mejor persona, gracias de todo corazón.

A todos mis **amigos** que son las personas que han compartido conmigo estos 5 años de universidad impidiendo que me sienta solo, apoyándome, regañándome cuando era necesario y que juntos pasamos momentos inolvidables. También quiero agradecer a mis amigos de Yateé por compartir conmigo sus alegrías y tristezas. No es necesario que los nombre, ustedes saben muy bien quienes son. A todos ustedes muchas gracias.

Índice

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	v
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
1. Estacionalidad reproductiva en caprinos de zonas subtropicales.....	3
2. Efecto macho.....	4
2.1. Cambios conductuales inducidos por la introducción de los machos en un grupo de hembras anéstricas	5
2.2. Factores sensoriales implicados en la respuesta de las hembras al efecto macho.....	5
2.3. Factores que afectan la respuesta estral y ovárica de las hembras al efecto macho	6
2.3.1. Libido del macho	6
2.3.2. La duración de contacto entre machos y hembras	7
OBJETIVO.....	8
HIPÓTESIS	8
MATERIALES Y MÉTODOS	9

1. Localización del experimento	9
2. Animales experimentales	9
2.1 Machos	10
2.2 Hembras	11
3. Efecto macho.....	12
4. Variables determinadas.....	13
5. Análisis de datos	13
RESULTADOS.....	14
1. Respuesta reproductiva de las hembras al efecto macho.....	14
1.1. Tasa de gestación.....	14
1.2. Fertilidad al parto	14
1.3. Prolificidad	14
DISCUSIÓN	16
CONCLUSIÓN	18
LITERATURA CITADA.....	19

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar si los machos sexualmente activos son capaces de estimular la actividad reproductiva de 3 grupos diferentes de hembras anovulatorias al estar en contacto con ellas 4 horas diarias por un periodo de 15 días consecutivos. Los machos (n=6) se sometieron a un tratamiento de 2.5 meses de días largos (16 horas luz/día) partir del 1 de noviembre. Un grupo machos (n=3) fue puesto en contacto con las hembras (n=25) de las 8:00 h a las 12:00 h (grupo control). Otro grupo de machos (n=3) estuvieron en contacto con tres grupos diferentes de hembras: con el primer grupo (n=27) de 8:00 h a 12:00 h (G8-12); con el segundo grupo (n=26) de 12:00 h a 16:00 h (G 12-16) y con el tercer grupo (n=27) de 16:00 h a 20:00 h (G 16-20). La tasa de gestación se determinó por ultrasonografía abdominal 60 días post-introducción de los machos sexualmente activos. La fertilidad y la prolificidad se determinaron al parto. Las tasas de gestación no difirieron entre el grupo control y los grupos experimentales ($P \geq 0,17$); tampoco hubo diferencia entre los grupos experimentales ($P \geq 0,18$). Más del 58% de las hembras parieron y la fertilidad no fue diferente entre el grupo control y los experimentales ($P = 1$); tampoco hubo diferencias entre los tres grupos experimentales ($P \geq 0,77$). La prolificidad no fue diferente entre el grupo control y los experimentales ($P = 0,27$); tampoco hubo diferencias entre los tres grupos experimentales ($p = 0,15$). En conclusión, los machos sexualmente activos son capaces de inducir la actividad sexual en tres grupos diferentes de cabras anovulatorias, incluso cuando el período de contacto entre los dos sexos se reduce a 4 horas por día durante 15 días.

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

INTRODUCCIÓN

En el territorio nacional se explotan aproximadamente 9 millones de caprinos, de los cuales el 5% se encuentra en la Comarca Lagunera (SIAP, 2010). Al ganado caprino local de esta Comarca se le denomina “criollo”, y el 90% de ellos es mantenidos en condiciones extensivas de producción (Cruz-Castrejón *et al.*, 2007). En la Comarca Lagunera, los caprinos se caracterizan por manifestar una estacionalidad reproductiva, es decir, muestran un periodo de reposo sexual seguido por un periodo de intensa actividad sexual (Delgadillo *et al.*, 1999; Duarte *et al.*, 2008). En los machos, el periodo de reposo sexual es de enero a abril mientras que en las hembras se registra en los meses de marzo a agosto (Delgadillo *et al.*, 1999; Duarte *et al.*, 2008). La inducción de la actividad sexual de las hembras durante el anestro estacional puede hacerse mediante el efecto macho (Flores *et al.*, 2000; Ungerfeld *et al.*, 2004; Pellicer-Rubio *et al.*, 2008). En las hembras anéstricas ovinas y caprinas, la presencia repentina del macho en grupos de hembras en reposo sexual puede inducir y sincronizar la actividad estral y ovulatoria. A este fenómeno se le conoce como efecto macho (Ovejas: Underwood *et al.*, 1944, Signoret, 1980; Martin *et al.*, 1986; Cabras: Shelton, 1960; Ott *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 modifican la respuesta de las hembras (Signoret *et al.*, 1982/83; 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 al menos 14 días para estimular la actividad ovulatoria en la mayoría de las hembras sometidas al efecto macho (Oldham y Pearce, 1983). En ovejas por ejemplo, solamente el 18% 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). En cabras, 4 horas de contacto diario entre machos y hembras durante 15 días consecutivos son suficientes para inducir la ovulación (Bedos *et al.*, 2010). El objetivo del presente estudio fue determinar si los machos sexualmente activos son capaces de estimular la actividad reproductiva de 3 grupos diferentes de hembras anovulatorias al estar en contacto con ellas 4 horas diarias por un periodo de 15 días consecutivos.

REVISIÓN DE LITERATURA

1. Estacionalidad reproductiva en caprinos de zonas subtropicales

La estacionalidad reproductiva es una característica de varias razas caprinas originarias o adaptadas a las latitudes subtropicales (Restall, 1992; Delgadillo *et al.*, 2003; Rivera *et al.*, 2003). Por ejemplo, la actividad reproductiva en las hembras caprinas de la Comarca Lagunera mantenidas separadas de los machos, se desarrolla durante el otoño y el invierno (septiembre-marzo; Duarte *et al.*, 2008) y se caracteriza por la presentación regular de estros y ovulaciones cada 21 días. El periodo de reposo sexual en cabras ocurre de marzo a agosto. Durante estos meses la mayoría de las hembras no manifiestan actividad estral ni ovulaciones (Duarte *et al.*, 2008). En los machos locales de la Comarca Lagunera, la estación sexual ocurre de mayo a diciembre, y durante estos meses se registran altas concentraciones plasmáticas de testosterona, un intenso comportamiento y olor sexual, un elevado peso testicular y una elevada producción espermática (Delgadillo *et al.*, 1999; Cruz-Castrejón *et al.*, 2007). Estas variables disminuyen considerablemente en el periodo de reposo sexual del macho, el cual ocurre de enero a abril (Delgadillo *et al.*, 1999).

La estacionalidad reproductiva de los caprinos de la Comarca Lagunera se debe a las variaciones naturales de la duración del día o fotoperiodo, por lo que la modificación de este factor puede modificar el ciclo anual de reproducción de machos y hembras (Duarte *et al.*, 2010; Delgadillo, 2011). Sin embargo, las relaciones socio-sexuales como el efecto macho pueden modificar el patrón reproductivo de las hembras que manifiestan estacionalidad reproductiva (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2009; Bedoset *et al.*, 2010).

2. Efecto macho

La estacionalidad reproductiva de las hembras puede modificarse a través de las relaciones socio-sexuales. La presencia repentina de un macho en un grupo de hembras ovinas o caprinas en anestro estacional puede estimular la presentación del estro y la ovulación, lo que se conoce como efecto macho (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2011). Esta técnica de inducción de la actividad sexual en cabras durante el anestro estacional es muy barata y fácil de integrar en los sistemas de producción de las latitudes subtropicales. Además, esta técnica es sustentable por no requerir el uso de hormonas exógenas (Delgadillo, 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 que es acompañado de estro en un 60-70% de los casos. El ciclo estral y ovulatorio siguiente es de corta duración (5-6 días), por lo que la mayoría de las hembras presentan 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, 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

El efecto macho es un fenómeno multisensorial, que involucra señales olfatorias, visuales, táctiles y auditivas (Shelton, 1980; Vielma *et al.*, 2009; Delgadillo *et al.*, 2010). Sin embargo, las vocalizaciones del macho emitidas durante el cortejo sexual o el olor del macho sexualmente activo pueden estimular la secreción de LH y la ovulación (Vielma *et al.*, 2009). Esto sugiere que la

respuesta de las hembras al macho es mayor cuando los dos sexos están en contacto físico directo.

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 modificar 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 una alta actividad 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.*, 1993c). Los machos sexualmente activos sometidos a un tratamiento fotoperiódico (16h de luz/8h de oscuridad) por un periodo de 2.5 meses, inducen un mayor porcentaje de hembras al estro (100%) que los machos no tratados que se encuentran en reposo sexual (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, solo el 20% ovula cuando las son expuestas a los machos durante 24 horas, y el 61% lo hace cuando las hembras 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 24 horas o 16 horas por día (Rivas-Muñoz *et al.*, 2007), Recientemente se demostró que 4 horas de contacto entre los machos cabríos sexualmente activos y las cabras anéstricas son suficientes para estimular la actividad estral y ovulatoria de éstas (>60% de las hembras parieron; Bedoset *et al.*, 2010). Sin embargo, no se ha determinado si los mismos machos pueden estimular a varios grupos de hembras cuando son puestos en contacto con ellas solamente 4 horas por día durante 15 días consecutivos.

OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue determinar si los machos sexualmente activos son capaces de estimular la actividad reproductiva de 3 grupos diferentes de hembras anovulatorias al estar en contacto con ellas 4 horas diarias por un periodo de 15 días consecutivos.

HIPÓTESIS

Los machos sexualmente activos son capaces de estimular la actividad reproductiva de 3 grupos diferentes de hembras anovulatorias al estar en contacto con ellas 4 horas diarias por un periodo de 15 días consecutivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Localización del experimento

El presente estudio se realizó en las instalaciones del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA), ubicadas dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, en el Municipio de Torreón, Coahuila, y en el Ejido El Cambio, Municipio de Matamoros, Coahuila. Ambas localidades se encuentran ubicadas en la región de la Comarca Lagunera del estado de Coahuila, México, a una latitud de 26° 23' N, y a una longitud de 104° 47' O; y a una altitud de 1,100 msnm.

2. Animales experimentales

Se utilizaron caprinos locales de la Comarca Lagunera. Las hembras y los machos fueron mantenidos en corrales abiertos con sombra (6 x 4 m), alimentados con 2 kg de heno de alfalfa (18% PC) y 200 g de concentrado comercial (14% PC, 1,7 Mcal / kg) y se les proporcionó agua a libre acceso durante el estudio.

2.1 Machos

Se utilizaron 6 machos cabríos adultos, los cuales se mantuvieron juntos en un corral abierto (6 x 6 m). Los machos fueron sometidos a un tratamiento de días largos (16 h de luz / 8 h de oscuridad) el cual tuvo una duración de 2.5 meses, iniciando el 1 de noviembre. A partir del 16 de enero, los machos fueron expuestos a las variaciones naturales del fotoperiodo hasta el final del estudio. En los machos sometidos a este tratamiento luminoso, la secreción de testosterona es estimulada 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 normalmente a la temporada no reproductiva (Delgadillo *et al.*, 2002; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007). El 17 de marzo se evaluó la calidad del semen mediante la determinación de la motilidad espermática progresiva y el porcentaje de espermatozoides vivos, observados inmediatamente después de la recolección del eyaculado (Delgadillo *et al.*, 1992). El eyaculado fue recolectado con una vagina artificial, cuando los machos se expusieron a una hembra intacta inducida al estro. Todos los machos produjeron semen de buena calidad, con más del 70% de espermatozoides vivos. La motilidad de los espermatozoides fue superior a 3 (0: no hay movimientos; 5: movimientos rápidos y rectilíneos; Delgadillo *et al.*, 1992). El comportamiento sexual y la calidad del semen fueron similares entre todos los machos. A partir de los 6 machos sexualmente activos se formaron 2 grupos (n=3 cada uno) de forma equilibrada tomando en cuenta la calidad del

semen y el comportamiento sexual de cada macho. Se formaron: un grupo de machos control y un grupo de machos experimentales.

2.2 Hembras

Se utilizaron 105 hembras caprinas multíparas. Previo al experimento se determinó las cabras anovulatorias que se utilizaron en el estudio. Los días 15 y 23 de marzo, cada hembra fue sometida a una ecografía transrectal utilizando un aparato Aloka SSD-500 conectado a una sonda transrectal lineal de 7,5 MHz a fin de determinar su ciclicidad ovárica. La ausencia de cuerpos lúteos se consideró como criterio para confirmar el estado anovulatorio de las hembras. El 24 de marzo, las cabras anovulatorias fueron divididas en cuatro grupos equilibrados de acuerdo a su peso vivo y condición corporal.

3. Efecto macho

El 27 de marzo (día 0), las hembras se expusieron a los machos durante 15 días. Un grupo de machos se puso en contacto con un grupo de hembras de 8:00 h a 12:00 h (grupo control). El otro grupo de machos se puso en contacto con tres grupos diferentes de hembras: con el primer grupo de 8:00 h a 12:00 h (G 8-12); con el segundo grupo de 12:00 h a 16:00 h (G 12-16) y con el tercer grupo de 16:00 h a 20:00 h (G 16-20). Estos fueron los grupos experimentales. El contacto entre machos y hembras fue por 15 días consecutivos. Cada grupo se dividió en tres sub-grupos para que cada macho estuviera en contacto por separado con 8 a 9 hembras. Después del período diario de contacto, los machos se colocaban juntos hasta el siguiente día en otro corral ubicado a más de 200 metros de los corrales de las hembras. Además, la distancia entre los cuatro grupos de hembras fue de más de 100 metros, evitando así cualquier riesgo de interferencia de los tratamientos entre los grupos o subgrupos.

4. Variables determinadas

La tasa de gestación (No. de hembras gestantes / No. de hembras expuestas al macho) se determinó por ultrasonografía abdominal 60 días después de la exposición a los machos sexualmente activos.

La fertilidad (No. de hembras que parieron / No. de hembras expuestas al macho) y la prolificidad (No. de cabritos nacidos / No. de hembras que parieron) se determinaron al parto.

5. Análisis de datos

Para la comparación general entre grupos en las proporciones de las tasas de gestación y la fertilidad se utilizó la prueba de Chi-cuadrada. La prueba exacta de Fisher se utilizó para la comparación entre dos grupos independientes.

La prolificidad se analizó con el test de Kruskal - Wallis seguido por 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 reproductiva de las hembras al efecto macho

1.1. Tasa de gestación

Las tasas de gestación no difirieron entre el grupo control y los tres grupos experimentales ($P \geq 0,17$). Las tasas de gestación tampoco difirieron entre los tres grupos experimentales ($P \geq 0,18$ Tabla 1).

1.2. Fertilidad al parto

Más del 58% de las hembras parieron y la fertilidad no fue diferente entre el grupo control y los tres grupos experimentales ($P = 1$, Tabla 1). La fertilidad al parto tampoco difirió entre los tres grupos experimentales ($P \geq 0,77$, Tabla 1).

1.3. Prolificidad

La prolificidad no fue diferente entre el grupo de hembras control y los experimentales ($P = 0,27$). Tampoco la prolificidad difirió entre los tres grupos experimentales ($P = 0,15$, Tabla 1).

Tabla 1. Respuesta reproductiva de las cabras anéstricas expuestas al efecto macho. Tres machos sexualmente activos se pusieron en contacto con un grupo de cabras de las 08:00 a las 12:00 (grupo control). Otros tres machos se pusieron en contacto con tres grupos diferentes de cabras: de las 08:00 a las 12:00 (G 8-12), de las 12:00 a las 16:00 (G 12-16) y de las 16:00 a las 20:00 (G 16-20). El contacto entre machos y hembras fue de 15 días consecutivos.

Grupos	n	Tasas de gestación	Fertilidad	Prolificidad
		(%)	(%)	(Media ± EEM)
Control	25	72 ^a	64 ^a	1.7 ± 0.15 ^a
G 8-12	27	81 ^a	63 ^a	1.6 ± 0.15 ^a
G 12-16	26	76 ^a	58 ^a	1.9 ± 0.12 ^a
G 16-20	27	89 ^a	63 ^a	1.8 ± 0.11 ^a

Los valores con letras similares en cada columna no son diferentes (P \geq 0.05).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que los machos sexualmente activos son capaces de estimular la actividad reproductiva de tres grupos de cabras anovulatorias durante una interacción diaria de 4 horas. Los machos fueron capaces de fecundar más del 72% de las cabras y la tasa de gestación no difirió entre los grupos experimentales y el grupo control. Además, otras variables reproductivas como la fertilidad o la prolificidad no fueron diferentes entre los grupos experimentales y el grupo control. Estos resultados son similares a los observados en estudios anteriores en los que la duración del contacto se redujo de 24 a 16 o 4 horas por día (Rivas-Muñoz *et al.*, 2007; Bedoset *al.*, 2010). Estos hallazgos validan la hipótesis del presente estudio, y demuestran que los machos cabríos sexualmente activos son capaces de inducir la ovulación en varios grupos de hembras anéstricas cuando están en contacto con ellas 4 horas por día durante 15 días consecutivos.

Estos resultados pueden explicarse de la siguiente manera. En primer lugar, en este estudio los machos fueron sometidos a un tratamiento fotoperiódico que ha demostrado ser eficiente para estimular la actividad sexual de los machos cabríos durante la época no reproductiva. El intenso comportamiento sexual del macho es un elemento clave para la respuesta de las hembras expuestas al efecto macho, tal y como lo demostraron varios estudios. Por ejemplo, Flores *et al.* (2000) demostraron que el 100% de las cabras muestran estro cuando fueron expuestas a machos sexualmente activos tratados mediante la exposición a días

largos artificiales seguidos por un tratamiento de melatonina. Resultados similares fueron obtenidos por Rivas-Muñoz *et al.* (2007) y Delgadillo *et al.* (2002) cuando se utilizan machos expuestos a días largos artificiales seguidos de fotoperiodo natural. En cambio, cuando los machos no son tratados con luz, por lo tanto están sexualmente inactivos, la proporción de hembras que ovulan es baja (Delgadillo *et al.*, 2002; Flores *et al.*, 2000; Delgadillo, 2011). Lo antes expuesto sugiere que el uso de machos sexualmente activos posibilita estimular 3 grupos de hembras al estar en contacto con ellas solamente 4 horas por día.

En segundo lugar, en este estudio la proporción macho-hembras fue de 1:9 en cada sub-grupo. Esta relación es similar a la utilizada en estudios anteriores que emplearon machos tratados con días largos y que estuvieron en contacto 24 o 4 horas por día con hembras que respondieron bien al efecto macho (Flores *et al.*, 2000; Bedoset *et al.*, 2010). El incremento de la relación macho-hembras no reduce la respuesta estral de las hembras expuestas a machos tratados con días largos (Carrillo *et al.*, 2007). En el presente estudio, la proporción macho-hembras fue de 1:9 en cada subgrupo pero el número total de cabras estimuladas por un macho experimental fue de 27 por día. Este número de hembras por macho concuerda con los programas de manejo reproductivo de los caprinos con monta natural que recomiendan una proporción de un macho por 25 a 30 hembras.

CONCLUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran que los machos sexualmente activos son capaces de estimular eficientemente la actividad reproductiva en tres grupos diferentes de cabras anovulatorias, incluso cuando el periodo de contacto entre los dos sexos se reduce a 4 horas por día durante 15 días.

LITERATURA CITADA

Bedos, M., Flores, J.A., Fitz-Rodriguez, G., Keller, M., Malpoux, 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.

Carrillo, E., Véliz, F.G., Flores, J.A., Delgadillo, J.A. 2007. El decremento en la proporción macho-hembras no disminuye la capacidad para inducir la actividad estral de cabras anovulatorias. *Téc.Pecu.Méx.* 43, 319-328.

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.

Cruz-Castrejón, U., Véliz, F.G., Rivas-Muñoz, R., Flores, J.A., Hernández, H., Duarte, G. 2007. Respuesta de la actividad sexual a la suplementación alimenticia de machos cabríos tratados con días largos, con un manejo extensivo a libre pastoreo. *Téc.Pecu.Méx.* 45, 93-100.

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., Flores, J.A., Veliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Malpoux, B. 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., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpoux, B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male goats in subtropical Northern Mexico. *Theriogenology.* 52, 727-737.

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

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., Ungerfeld, R., Flores, J.A., Hernández, H., Fitz-Rodriguez, 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.

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., 2011. Environmental and social cues can be used in combination to develop sustainable breeding techniques for goat reproduction in the subtropics. *Animal.* 5, 74-81.

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.

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.

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 females goats. *Biol. Reprod.* 62, 1409-1414.

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.

Martin, G.B., Rodger, J.T., Blache D. 2004. Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. *Reproduction, Fertility and Development.* 16, 491-498.

Pellicer-Rubio, M.A., Leboeuf, B., Bernelas, D., Forgerit, Y., Pougard, J.L., Bonné, J.L., Senty, E., Breton, S., Brun, F., Chemineau, P. 2008. High fertility using artificial insemination during deep anoestrus after induction and synchronisation of ovulatory activity by the "male effect" in lactating goats subjected to treatment with artificial long days and progestagens. *Anim. Reprod. Sci.* 109, 172-188.

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, JE. 1980. Effect of presence of the male on initiation of oestrus cycle activity of goats. Theriogenology. 13, 183-190.

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. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australiangoaats. Anim.Reprod. Sci. 27, 305-318.

Rivas-Muñoz, R., Fitz-Rodriguez, G., Pointron, 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. 19, 1257-1263.

Rivera, G.M., Alanis, G.A., Chavez, M.A., Ferrero S.B., Morello, H.H. 2003. Seasonality of estrus and ovulation in creole goats of Argentina. Small Ruminant Research. 48, 109-117.

SIAP 2010 (www.siap.gob.mx).

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. 1982/83. 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.

Ungerfeld, R., Forsberg, M., Rubianes, E. 2004. Overview of the response of anoestrus ewes to the ram effect. *Reprod. Fertil. Dev.* 16, 1-12.

Vielma, J., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, 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. 1993c. The male effect in the Australian Cashmere goat. 3. Enhancement with buck nutrition and use of oestrous females. *Anim. Reprod.Sci.* 32, 69-84.