

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

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**UN COMPLEMENTO ALIMENTICIO AL FINAL DEL  
TRATAMIENTO FOTOPERIÓDICO NO MEJORA LA  
HABILIDAD DE LOS MACHOS SUBALIMENTADOS  
PARA ESTIMULAR LA ACTIVIDAD OVULATORIA EN  
LAS CABRAS**

**POR:**

**LAURA MARIBEL CEDILLO RAMÍREZ**

**TESIS:**

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

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**OCTUBRE DEL 2010**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”

*UNIDAD LAGUNA*

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



UN COMPLEMENTO ALIMENTICIO AL FINAL DEL  
TRATAMIENTO FOTOPERIÓDICO NO MEJORA LA  
HABILIDAD DE LOS MACHOS SUBALIMENTADOS PARA  
ESTIMULAR LA ACTIVIDAD OVULATORIA EN LAS  
CABRAS

TESIS

POR

LAURA MARIBEL CEDILLO RAMÍREZ

ASESOR PRINCIPAL

  
DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

OCTUBRE DEL 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

UN COMPLEMENTO ALIMENTICIO AL FINAL DEL  
TRATAMIENTO FOTOPERIÓDICO NO MEJORA LA  
HABILIDAD DE LOS MACHOS SUBALIMENTADOS PARA  
ESTIMULAR LA ACTIVIDAD OVULATORIA EN LAS  
CABRAS

TESIS

POR:

LAURA MARIBEL CEDILLO RAMÍREZ

ASESOR PRINCIPAL



---

DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

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

OCTUBRE DEL 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"

*UNIDAD LAGUNA*

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

PRESIDENTE DE JURADO

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

VOCAL

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

VOCAL

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

VOCAL SUPLENTE

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

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**UN COMPLEMENTO ALIMENTICIO AL FINAL DEL  
TRATAMIENTO FOTOPERIÓDICO NO MEJORA LA  
HABILIDAD DE LOS MACHOS SUBALIMENTADOS  
PARA ESTIMULAR LA ACTIVIDAD OVULATORIA EN  
LAS CABRAS**

**POR:**

**LAURA MARIBEL CEDILLO RAMÍREZ**

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

**ASESOR PRINCIPAL:**

**DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA**

**ASESORES**

**DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ**

**DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**

**DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES**

**DR. GERARDO DUARTE MORENO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**OCTUBRE DEL 2010**

## DEDICATORIA

### A DIOS

*Gracias por darme la dicha de haber terminado mi carrera, de disfrutar todo lo que tengo, por darme la fortaleza para salir adelante día con día y ayudarme a levantarme en cada caída. Gracias por existir en mí.*

### A mis padres:

*Gilberto Cedillo Barraza y Virginia Ramírez Arreguín*

*Gracias por darme su apoyo incondicional desde el inicio de mi vida a pesar de mis tropiezos, por el gran esfuerzo por sacarnos adelante y nunca esperar nada a cambio, por enseñarme a nunca rendirme a pesar de los obstáculos por más grandes que sean y lograr mis metas, por el gran amor que me han dado y demostrado siempre, por compartir los momentos más felices, tristes y dolorosos a lo largo de mi vida, por nunca dejarme sola a pesar de la distancia y por las palabras de aliento que día a día me hicieron seguir, por eso y muchas cosas más mil gracias y que DIOS me los bendiga hoy y siempre. LOS AMO.*

### A mis hermanos:

*Mario Alberto (†), Susana y Luis Alberto*

*Gracias por cada uno de los momentos que pasamos juntos, por el apoyo y cariño brindado de cada uno de ustedes, por nunca dejarme sola a pesar de la distancia y recibirme con una sonrisa y un enorme abrazo, por todas las cosas que aprendí a su lado. A ti Mario (†) gracias por tu apoyo incondicional otorgado durante tantos años, por el gran cariño que nos diste durante tu estancia aquí, por impulsarme a seguir adelante con tu recuerdo y hoy te puedo decir lo logramos. A mis sobrinos Gilberto Alonso y David Alfonso por el gran cariño que me dan. Recuerden siempre ocuparan un lugar especial en mi corazón. Los amo.*

### A mi hija:

*Alondra Secundino Cedillo*

*Gracias por darme los momentos más felices de mi vida, porque a tu lado he crecido como persona, porque contigo realice el sueño de toda mujer: el ser madre, por regalarme cada uno de tus logros, por regalarme esa sonrisa que día a día me motiva a seguir adelante. Siempre estaré a tu lado, aun cuando más lo necesites. TE AMO.*

### A mi pareja:

*Sergio Secundino Méndez*

*Gracias por estar en esos momentos tan lindos y difíciles de mi vida, por compartir tu vida con la mía y por regalarme la dicha de ser madre. TE QUIERO.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS por darme la dicha y la fortaleza para salir adelante y lograr una meta más en mi vida.

Al Dr. José Alfredo Flores Cabrera, por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo de tesis, por el apoyo, dedicación y los consejos que me ha dado a lo largo de este trabajo.

A los colaboradores del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA), al Dr. Horacio Hernández Hernández, José Alberto Delgadillo Sánchez, Dr. Gerardo Duarte Moreno, Dr. Jesús Vielma Sifuentes por su colaboración, dedicación, enseñanza y la corrección de esta tesis.

A todos mis amigos por su valiosa amistad que me brindaron durante estos 5 años que compartimos en la carrera, pero sobre todo a mis grandes amigas Leonela, Rosalinda y Mary Carmen por su apoyo, cariño, comprensión y sus palabras de aliento para salir adelante.

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"- UL, por haberme cobijado durante estos 5 años; a los maestros que contribuyeron a la formación de mi carrera de Médico Veterinario Zootecnista para lograr una meta más en mi vida.

Al C. Juan Manuel de Arco del Ejido Morelos II, Municipio de Matamoros, Coahuila; por facilitarnos las cabras y las instalaciones para la realización de este estudio y por su apoyo brindado.

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	v
<b>RESUMEN</b> .....	vii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
1. Estacionalidad reproductiva de hembras y machos caprinos.....	3
2. Inducción de la actividad sexual de las hembras en el anestro mediante el efecto macho .....	5
3. Importancia del comportamiento sexual de los machos en la respuesta de las hembras estimuladas mediante el efecto macho .....	5
4. Efecto de la nutrición sobre la respuesta de las hembras al efecto macho .....	7
5. Efecto del nivel de alimentación de los machos sobre la respuesta de las hembras al efecto macho .....	8
<b>OBJETIVO</b> .....	10
<b>HIPÓTESIS</b> .....	10
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	11
1. Localización del experimento .....	11
2. Animales experimentales .....	11
2.1 Machos .....	11
2.2 Hembras .....	12
3. Efecto macho .....	13
4. Variables determinadas.....	13
4.1 Comportamiento sexual de los machos .....	13
4.2 Actividad ovulatoria.....	13



4.3 Tasa ovulatoria .....	14
4.4 Fertilidad a los 50 días .....	14
5. Análisis de datos .....	14
<b>RESULTADOS</b> .....	15
1. Comportamiento sexual de los machos .....	15
2. Actividad ovulatoria .....	16
3. Tasa ovulatoria .....	17
4. Tasa de gestación .....	18
<b>DISCUSIÓN</b> .....	19
<b>CONCLUSIONES</b> .....	22
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Comportamiento sexual de los machos bien alimentados, de los machos subalimentados y machos complementados. Los tres grupos fueron sometidos al tratamiento fotoperiódico de días largos artificiales y puestos en contacto con hembras anovulatorias. Las observaciones se realizaron durante 2 horas diarias los primeros 12 días después de ser puestos en contacto con las hembras.....	15
<b>Figura 2.</b> Respuesta de la actividad ovulatoria al día 6 y 18 de las hembras sometidas al efecto macho utilizando machos bien alimentados, machos complementados y machos subalimentados. Los tres grupos de machos fueron sometidos a un tratamiento de 2.5 meses días largos artificiales a partir del 1 de noviembre.....	16
<b>Figura 3.</b> Tasa ovulatoria al día 6 y 18 de las hembras sometida al efecto macho utilizando machos bien alimentados, machos complementados y machos subalimentados. Los tres grupos de machos fueron sometidos a un tratamiento de 2.5 meses días largos artificiales a partir del 1 de noviembre...	17
<b>Figura 4.</b> Porcentaje de hembras que fueron diagnosticadas gestantes a los 50 días postintroducción de los machos. Los tres grupos de machos fueron sometidos a un tratamiento de 2.5 meses días largos artificiales a partir del 1 de noviembre.....	18

## RESUMEN

El presente estudio se realizó para determinar si un complemento alimenticio al final del tratamiento fotoperiódico de los machos cabríos mejora su habilidad para estimular la actividad ovulatoria de las cabras anéstricas mediante el efecto macho. Para ello, tres grupos de machos fueron sometidos a días largos artificiales (16 horas de luz/día) del 1 de noviembre al 15 de enero para estimular su actividad sexual durante el periodo de reposo sexual. Un grupo de machos (Bien alimentado; n=6); condición corporal de  $3.0 \pm 0.1$ ) se mantuvo durante todo el estudio con una dieta que cubría el 1.5 de sus necesidades de mantenimiento. Otro grupo de machos (Subalimentado; n=4; condición corporal de  $1.5 \pm 0.1$ ), fue mantenido con una dieta que cubría solo el 0.5 de sus necesidades de mantenimiento. Un tercer grupo de machos (Complementado; condición corporal de  $1.5 \pm 0$ ) se mantuvo con una dieta que cubría 0.5 sus necesidades de mantenimiento del 1 de noviembre al 15 de enero. A los machos de este último grupo (n=4) a partir del 15 de enero, se les proporcionó un complemento alimenticio que consistió de 2 kg de heno de alfalfa y 0.5 Kg de avena/día/animal para aumentarles y mantenerlos en una condición corporal de  $2.5 \pm 0$  durante el resto del estudio. Se utilizaron además, cabras adultas multíparas divididas en tres grupos homogéneos de acuerdo a su peso y condición corporal. El 31 de marzo, un grupo de hembras (n=48) fue expuesto a 2 machos bien alimentados. Otro grupo de hembras (n=51) fue expuesto a 2 machos subalimentados y un tercer grupo de hembras (n=49) fue expuesto a 2 machos complementados. Los machos correspondientes permanecieron con las hembras durante 18 días. La actividad ovulatoria se

determinó mediante ultrasonografía transrectal al día 6 y 18 después de la introducción de los machos. El porcentaje de hembras que ovularon en los primeros 5 días fue mayor ( $P < 0.05$ ) en las hembras expuestas a machos bien alimentados (40/48; 83%), que en aquellas en contacto con machos subalimentados (28/51; 55%), y con machos complementados (29/49; 59%). De igual manera, en la segunda ovulación el número de hembras que ovularon fue mayor ( $P < 0.05$ ) en las hembras con machos bien alimentados (43/48; 90%), que en aquellas en contacto con machos subalimentados (34/51; 67%), y con machos complementados (37/49; 77%). En los dos últimos grupos no se registró diferencia ( $P > 0.05$ ) en la primera ni segunda ovulación. Por otro lado, la tasa ovulatoria en la primera ovulación fue mayor ( $P < 0.05$ ) en hembras expuestas a machos bien alimentados ( $1.5 \pm 0.1$ ) que en aquellas en contacto con machos subalimentados ( $1.2 \pm 0.02$ ) y con machos complementados ( $1.2 \pm 0.1$ ). Finalmente, no se registró diferencia en la tasa ovulatoria durante la segunda ovulación entre las hembras estimuladas con machos bien alimentados ( $1.5 \pm 0.1$ ) y aquellas en contacto con machos subalimentados ( $1.4 \pm 0.1$ ) ó machos complementados ( $1.4 \pm 0.1$ ;  $P < 0.05$ ). El porcentaje de cabras que fueron diagnosticadas gestantes al día 50 después de la introducción de los machos fue similar ( $P > 0.05$ ; Figura 4) entre las cabras en contacto con los machos bien alimentados que en aquellas en contacto con machos complementados y machos subalimentados. Se concluye que un suplemento alimenticio en los machos subalimentados al final del tratamiento fotoperiódico no mejora su habilidad para estimular la actividad ovulatoria de las cabras anovulatorias mediante el efecto macho.

**Palabras clave: Caprinos, efecto macho, actividad ovulatoria, tasa ovulatoria, complementación alimenticia.**

## INTRODUCCIÓN

Los pequeños rumiantes presentan, al igual que sus ancestros salvajes, un período de reposo sexual estacional el cual varía entre las diferentes razas y regiones. Este período de reposo reproductivo representa un mecanismo de adaptación para que las crías nazcan en la época más favorable del año y éstas tengan más posibilidades de sobrevivir (Bronson, 1989). Entre las razas de ovinos y caprinos domésticos existe una variabilidad importante en cuanto a la duración y la intensidad de este periodo de reposo estacional. De manera general, ambos sexos manifiestan un periodo de actividad sexual mínima (espermatogénesis en el macho y actividad ovulatoria y estral en la hembra) en primavera y verano y máxima en otoño e invierno (Delgadillo *et al.*, 1999; Duarte *et al.*, 2008). La existencia de este periodo de baja actividad reproductiva en ambos sexos tiene consecuencias importantes sobre el desempeño reproductivo de los rebaños y repercute en la economía de las explotaciones. El conocimiento de los mecanismos fisiológicos responsables de este anestro, ha permitido desarrollar técnicas simples para el control de la reproducción y minimizar los efectos adversos de la estacionalidad reproductiva. Algunos de estos tratamientos 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 (efecto macho). Por ejemplo, se ha demostrado que la actividad sexual de los machos puede ser estimulada durante el periodo de reposo sexual al someterlos a un tratamiento fotoperiódico de 2.5 meses de días largos artificiales a partir del 1 de noviembre. A su vez, estos machos sexualmente activos son muy eficientes para estimular la actividad sexual de

las cabras durante el periodo de anestro (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002). Sin embargo, existen factores como la nutrición que pueden modificar la respuesta de los machos al tratamiento fotoperiódico y afectar la respuesta de las hembras al efecto macho. Existen estudios que indican que la respuesta sexual de los machos cabríos al tratamiento fotoperiódico es menor en los machos subalimentados, que en los machos bien alimentados (Martin *et al.*, 1999). De igual manera, estudios recientes en nuestro laboratorio demostraron que los machos subalimentados responden al tratamiento fotoperiódico pero de una manera retardada y con menor intensidad que los machos bien alimentados (Flores *et al.*, 2010). Además, al ser puestos en contacto con hembras anéstricas, inducen una respuesta estral retardada y una tasa de ovulación menor que en las hembras estimuladas con machos bien alimentados (Flores *et al.*, 2009). Por ello, es necesario determinar si al suministrar un complemento alimenticio en éstos machos se mejora su respuesta al tratamiento fotoperiódico y su habilidad para inducir la actividad sexual de las cabras anovulatorias.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### 1. Estacionalidad reproductiva de hembras y machos caprinos

En la mayoría de las razas ovinas y caprinas originarias en zonas templadas cuando los machos permanecen en contacto con las hembras, los partos ocurren únicamente durante algunos meses en el año. Lo anterior es debido a una marcada estacionalidad reproductiva que se registra tanto en las hembras como en los machos (Restall, 1992; Rivera *et al.*, 2003; Delgadillo *et al.*, 2003). Los machos de estas dos especies presentan variaciones importantes de su actividad sexual a lo largo del año. Por ejemplo, la actividad espermatogénica de los borregos Ile-de-France, medida en términos de producción espermática o por la estimación del peso o volumen del testículo por palpación, es máxima en el verano e inicio del otoño y mínima al final del invierno y durante la primavera. De igual manera, los machos ovinos producen más espermatozoides anormales y en los machos cabríos 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 en las dos especies (Corteel 1977; Colas 1980, 1981). En el norte subtropical de México, 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 se caracteriza por un intenso comportamiento sexual, un intenso olor y elevadas concentraciones de testosterona plasmática. En cambio, en el periodo de reposo el cual ocurre de enero a abril, estas mismas variables disminuyen considerablemente (Delgadillo *et al.*, 1999).

En las hembras, la estacionalidad en la actividad reproductiva se caracteriza por la alternancia de un periodo de reposo sexual o anestro seguido por un periodo de actividad sexual caracterizado por la manifestación de ciclos estrales y ováricos de 21 en cabras y 17 días en ovejas (Cerna *et al.*, 2004; Duarte *et al.*, 2008). 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 el norte de México, la estación sexual de las cabras locales se desarrolla de septiembre y marzo, mientras que el periodo de anestro ocurre en marzo y agosto (Duarte *et al.*, 2008).

En estas razas estacionales la variación anual de la duración del día (fotoperíodo) es el factor principal del medio ambiente que estos pequeños rumiantes utilizan para sincronizar su actividad sexual en el transcurso de un año (Thiery *et al.*, 2002; Delgadillo *et al.*, 2004; Malpoux, 2006). Sin embargo, hay otros factores como las relaciones socio-sexuales y la disponibilidad de alimentos que pueden modificar el patrón de reproducción estacional en los machos y las hembras (Martin y Walkden-Brown, 1995; Martin *et al.*, 2004; Forcada y Abecia, 2006; Delgadillo *et al.*, 2009).



## **2. Inducción de la actividad sexual de las hembras en el anestro mediante el efecto macho**

El efecto macho es una técnica de bioestimulación en la que el macho puede estimular y sincronizar el estro y la ovulación de las hembras anéstricas. Este fenómeno se describió por primera vez en los ovinos localizados en Francia (Prudhomme, 1732). A la fecha existen numerosos estudios que detallan la respuesta de las hembras al efecto macho. La mayoría de los estudios sobre efecto macho coinciden que inmediatamente después de exponer las hembras a los machos, se registra, en las hembras, un incremento en la pulsatilidad de la hormona luteinizante (LH), secreción que culmina con el pico preovulatorio de LH y la ovulación en los primeros 3 a 5 días (Martin *et al.*, 1986; Vielma, 2006; Ichimaru *et al.*, 2008). La mayoría de las hembras caprinas que son estimuladas mediante el efecto macho presentan un ciclo ovárico de corta duración que dura de 5 a 7 días (Chemineau *et al.*, 2006). Después de este ciclo corto, se presenta otra ovulación seguida de una fase lútea de duración normal (Chemineau, 1987; Flores *et al.*, 2000).

## **3. Importancia del comportamiento sexual de los machos en la respuesta de las hembras estimuladas mediante el efecto macho**

En el efecto macho, la respuesta sexual de las hembras depende en gran medida de las características de las señales exteroceptivas emitidas por el macho durante el cortejo. Por ejemplo, el 95 % de las ovejas que se exponen a machos que muestran una intensa actividad sexual ovulan, mientras que cuando son expuestas a machos que tienen una actividad sexual débil o baja, únicamente el 78 % de ellas ovula (Perkins y Fitzgerald, 1994). De igual forma,

cuando se induce la actividad sexual de los machos mediante la aplicación de melatonina, el porcentaje de hembras que ovula es mayor (56 %) que cuando se utilizan machos no tratados, los cuales tienen una libido baja (solo el 24 % de las hembras ovulan). En caprinos, la intensidad de la libido mostrada por los machos cabríos también afecta la respuesta de las hembras sometidas al efecto machos. Por ejemplo, Walkden-Brown *et al.* (1993) demostraron que los machos bien alimentados y que mostraron una intensa libido, inducen la ovulación en un mayor porcentaje de hembras que los machos mal alimentados y que mostraron una libido baja (38 %).

En los machos locales de la Región Lagunera, dos meses y medio de días largos artificiales (16 horas luz), iniciando el primero de noviembre, estimulan la actividad sexual de los machos durante la época natural de reposo. Los machos inducidos a una intensa actividad sexual al someterlos a tratamientos fotoperiódicos, mejoran la calidad de sus señales como consecuencia del incremento de la secreción de testosterona potenciando la respuesta de las hembras. En los machos estimulados, aumenta el peso testicular, y se hace evidente un fuerte olor sexual eventos que son acompañados de un intenso comportamiento sexual que incluye aproximaciones laterales, vocalizaciones, montas o intentos de montas. Los machos locales inducidos a una intensa actividad sexual inducen la actividad sexual en la mayoría de las hembras anéstricas (> 80 %). Al contrario, los machos no tratados que sólo perciben las variaciones naturales del fotoperiodo de la región, sólo inducen la ovulación en menos del 10 % de las cabras (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007).

Lo anterior indica que el comportamiento sexual de los machos es un factor muy importante para inducir la actividad sexual de las hembras en anestro, y que durante el periodo de reposo sexual es necesario estimular la actividad sexual de dichos machos para obtener una buena respuesta sexual en las hembras.

#### **4. Efecto de la nutrición sobre la respuesta de las hembras al efecto macho**

Los efectos de la nutrición sobre la reproducción son bien conocidos y ampliamente difundidos en numerosos estudios. Estos efectos se registran tanto en rumiantes como también en los monogástricos e influyen sobre todos los aspectos reproductivos desde la gametogénesis hasta la pubertad, tanto en machos como en hembras. En el caso de las cabras, el nivel alimenticio puede influir en la respuesta sexual (estral y ovulatoria), la tasa ovulatoria y la fertilidad de éstas cuando son sometidas al efecto macho (Wright *et al.*, 1990; Thimonier *et al.*, 2000; Walkden-Brown y Bocquier, 2000; Martin *et al.*, 2004). En varios estudios se ha reportado que el porcentaje de hembras que presentan estro y ovulan en respuesta al efecto macho es más alta en hembras bien alimentadas que en las hembras subalimentadas (Khaldi, 1984; Henniawati y Fletcher, 1986; Wright *et al.*, 1990; Kusina *et al.*, 2001). De igual manera, el intervalo entre la introducción de los machos y el inicio de la actividad estral es más prolongado en las hembras subalimentadas, que tienen una baja condición corporal, que en las hembras bien alimentadas, que tienen una alta condición corporal (Mellado *et al.*, 1994). Además, la subalimentación también afecta la tasa ovulatoria de las hembras expuestas al efecto macho

(De Santiago- Miramontes *et al.*, 2008; Fitz-Rodríguez *et al.*, 2009). En las cabras bien alimentadas y explotadas en condiciones de confinamiento, la respuesta estral y ovulatoria después de someterlas al efecto macho es superior al 90% (Delgadillo *et al.*, 2002), mientras que en aquellas explotadas en condiciones de pastoreo la respuesta es menor al 52% ( Mellado y Hernández, 1996).

#### **5. Efecto del nivel de alimentación de los machos sobre la respuesta de las hembras al efecto macho**

En los machos cabríos, la alimentación también tiene gran importancia en el control del ciclo anual de la reproducción (Walkden-Brown *et al.*, 1994). Existen estudios que demuestran que los machos sometidos a una dieta de alta calidad muestran periodos reproductivos más largos y además muestran un incremento más marcado en las concentraciones de LH, FSH, testosterona y en el tamaño de las glándulas sebáceas e intensidad de olor que los machos subalimentados (Walkden-Brown *et al.*, 1994). En efecto en los machos cabríos, la subalimentación reduce el comportamiento sexual, la intensidad del olor, el volumen del eyaculado, el número de espermatozoides por eyaculado, el porcentaje de espermatozoides vivos y la motilidad espermática (Walkden-Brown y Restall, 1996). Por ejemplo, en los machos cashmere Australianos, una sobrealimentación de 6 semanas antes de la monta permite un adelanto del inicio de la estación sexual (Walkden-Brown *et al.*, 1994; Martin y Walkden-Brown, 1995). Asimismo, existen estudios que indican que el nivel de alimentación de los machos influye en la eficiencia de éstos para estimular la actividad sexual de las hembras a través del efecto macho. Por ejemplo, los

machos alimentados con una dieta de alta calidad durante 16 meses inducen, a través del efecto macho, la ovulación en un mayor número de hembras, que los machos expuestos a dietas de baja calidad (Walkden-Brown *et al.*, 1993). De igual manera, estudios recientes en la Comarca Lagunera demostraron que los machos subalimentados responden sexualmente al tratamiento fotoperiódico de 2.5 meses de días largos pero de una manera retardada y en menor intensidad que los machos bien alimentados (Flores *et al.*, 2010). Además, al ser puestos en contacto con hembras anéstricas, inducen una respuesta estral retardada y una tasa de ovulación menor que en las hembras estimuladas con machos bien alimentados (Flores *et al.*, 2009).

## **OBJETIVO**

Determinar si en los machos subalimentados una suplementación al final del tratamiento fotoperiódico mejora su habilidad para inducir la respuesta ovulatoria en cabras anéstricas.

## **HIPÓTESIS**

Los machos cabríos subalimentados que reciben un suplemento alimenticio al final del tratamiento fotoperiódico son tan eficientes para inducir la actividad ovulatoria de las cabras como los machos bien alimentados.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

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

El estudio se realizó del 1 de noviembre del 2009 al 30 de mayo del 2010, en las instalaciones del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna y en el Ejido Morelos II, Municipio de Matamoros, Coahuila. Ambas localidades se encuentran ubicadas en la Comarca Lagunera de Coahuila a una latitud 26° Norte y a una altitud que varía de 1100 a 1400 metros sobre el nivel del mar. Las variaciones naturales del fotoperiodo en la Comarca Lagunera 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 14 machos cabríos criollos adultos divididos en tres grupos. Los machos se mantuvieron estabulados en instalaciones abiertas de 10 × 6 m. Un grupo de machos (Subalimentado; n = 6), fue alimentado con una dieta a base de alfalfa y avena y mantuvieron una condición corporal de  $1.5 \pm 0$  durante todo el estudio. Un segundo grupo de machos (Bien alimentado; n = 4) fueron alimentados con heno de alfalfa a libre acceso y 300 g de concentrado comercial (14 % de P.C.) y mantuvieron una condición corporal de  $3.5 \pm 0$  durante todo el estudio. Un tercer grupo de machos (Complementados; n = 4) se alimentó a base de alfalfa y avena del 1 de noviembre al 15 de enero

manteniéndolos con una condición de  $1.5 \pm 0$ . A partir del 15 de enero, al terminar el tratamiento fotoperiódico de 2.5 meses de días largos, se les proporcionó un complemento alimenticio el cual consistió en 2 kg de heno de alfalfa y 500 g de avena/día/animal de tal manera que alcanzaran y mantuvieran por el resto del estudio una condición corporal de  $2.5 \pm 0$ . En los 3 grupos, se proporcionó agua y sales minerales a libre acceso.

## **2.2 Hembras**

Se utilizaron 148 cabras criollas adultas multíparas y anovulatorias. Las cabras estuvieron estabuladas en un corral de 15 x 20 m y fueron alimentadas con heno de alfalfa a libre acceso y 200 g de concentrado comercial (14% de P.C.) por día y por animal. El agua y los minerales se proporcionaron a libre acceso. La ciclicidad o no ciclicidad de las hembras se determinó mediante la presencia o ausencia de al menos un cuerpo lúteo al realizar una ecografía 10 días antes de la introducción de los machos (de Castro *et al.*, 1999). Todas las hembras cíclicas, es decir aquellas en las que se encontró un cuerpo lúteo fueron eliminadas del estudio. Las hembras anovulatorias fueron divididas en tres grupos homogéneos, considerando la condición corporal.



### **3. Efecto macho**

El 26 de marzo de 2010 (día 0) un grupo de hembras (n = 51) fue puesto en contacto con 2 machos subalimentados. Un segundo grupo de hembras (n = 48) fue puesto en contacto con 2 machos bien alimentados. El tercer grupo de hembras (n = 49) fue puesto en contacto con machos complementados. En todos los grupos los machos permanecieron con las hembras 18 días.

### **4. Variables determinadas**

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

El comportamiento sexual de los machos se evaluó durante 1 hora diaria (08:00–09:00 h), los primeros 12 días después de ser puestos en contacto con las hembras. Las conductas evaluadas fueron: número de flehmen, olfateos ano-genitales, aproximaciones, intentos de monta, monta sin penetración, monta con penetración y automarcaje con orina.

#### **4.2 Actividad ovulatoria**

La actividad ovulatoria se determinó mediante una ultrasonografía transrectal al día 6 y otra al día 18 después de introducir los machos. El criterio para determinar si una hembra había ovulado fue la presencia de al menos un cuerpo lúteo en los ovarios al momento de realizar las ecografías (de Castro et al., 1999).

### **4.3 Tasa ovulatoria**

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

### **4.4 Fertilidad a los 50 días**

Se determinó el porcentaje de hembras gestantes a los 50 días mediante ultrasonografía abdominal. Para ello, se utilizó un equipo de ultrasonido equipado con un transductor abdominal de 3.0 Mhz.

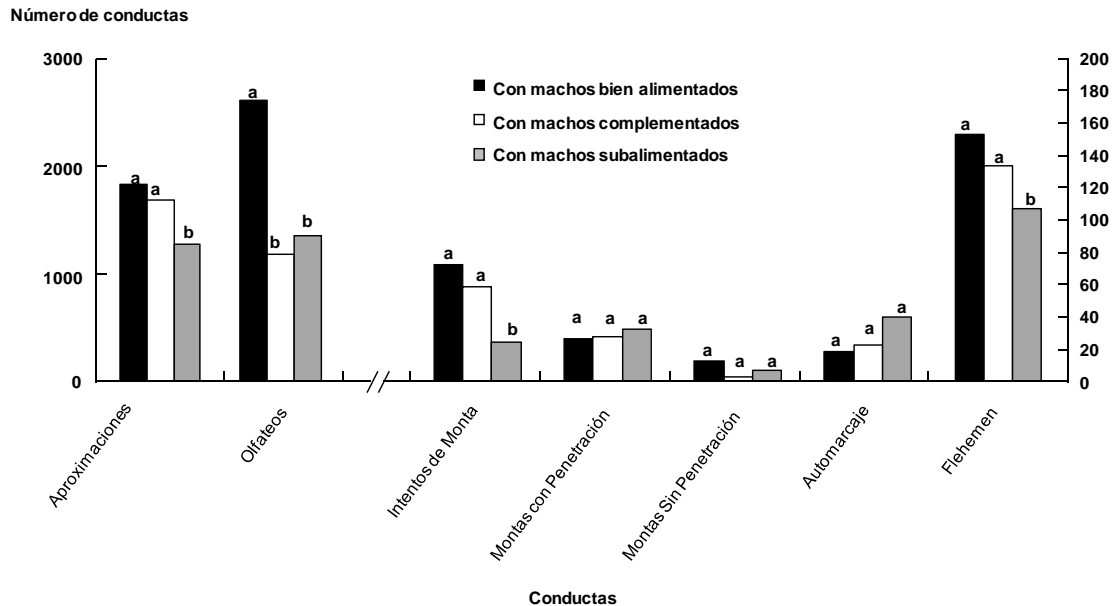
## **5. Análisis de datos**

Las proporciones (% de hembras que ovularon, % de hembras gestantes) fueron comparadas mediante una prueba  $\chi^2$ . La tasa ovulatoria fue comparada mediante una prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney. El comportamiento sexual de los machos se comparó mediante una prueba exacta de probabilidades de Fisher.

## RESULTADOS

### 1. Comportamiento sexual de los machos

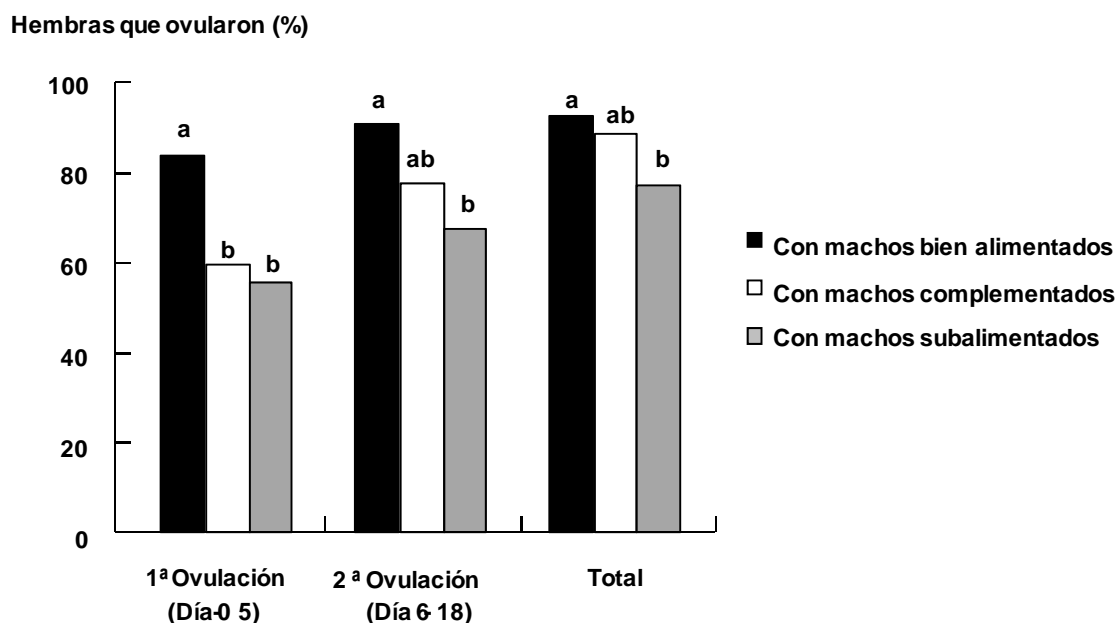
Durante los 12 días de observación del comportamiento sexual de los machos de olfateos fue mayor ( $P < 0.05$ ; Figura 1) en los machos bien alimentados que en los machos subalimentados y complementados. El número de aproximaciones, intentos de montas y flehemen fue mayor en los machos bien alimentados y complementados que en las conductas registradas en los machos subalimentados. En las demás conductas no existió diferencia ( $P > 0.05$ ) entre los tres grupos.



**Figura 1.** Comportamiento sexual de los machos bien alimentados, de los machos subalimentados y machos complementados. Los tres grupos fueron sometidos al tratamiento fotoperiódico de días largos artificiales y puestos en contacto con hembras anovulatorias. Las observaciones se realizaron durante 2 horas diarias los primeros 12 días después de ser puestos en contacto con las hembras. Literales diferentes indican diferencia estadística entre grupos.

## 2. Actividad ovulatoria

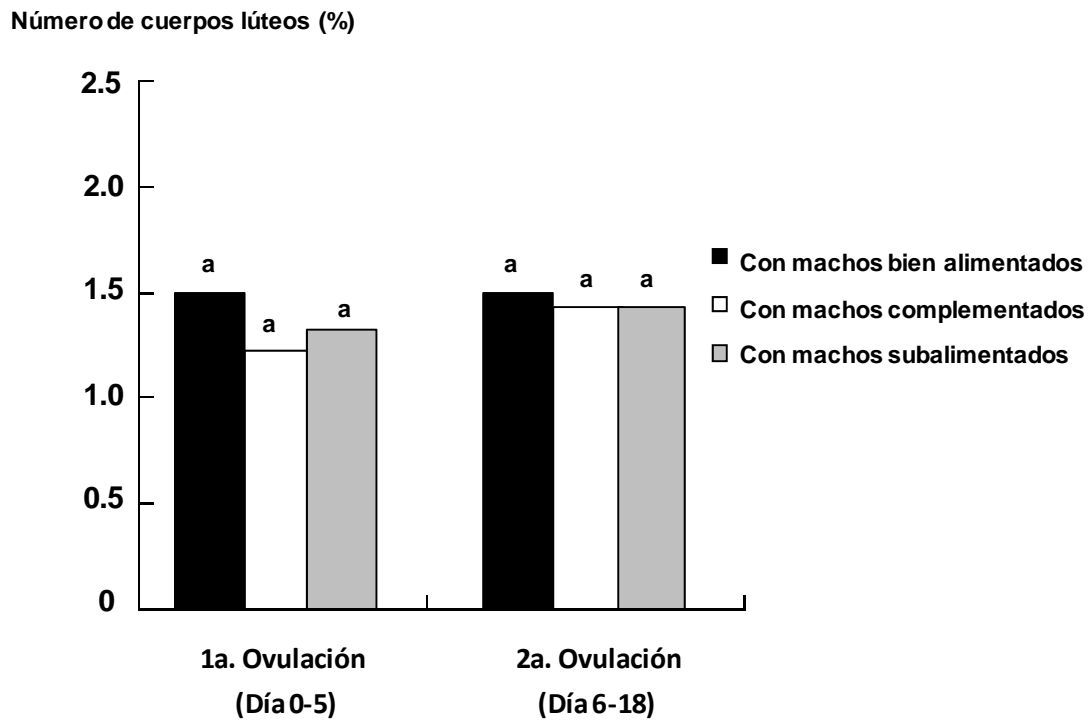
El porcentaje de hembras que ovularon en los primeros 5 días fue mayor ( $P < 0.05$ ; Figura 2) en las hembras expuestas a machos bien alimentados que en aquellas en contacto con machos subalimentados y con machos complementados. De igual manera, en la segunda ovulación (día 6-18) el número de hembras que ovularon fue mayor ( $P < 0.05$ ) en las hembras con machos bien alimentados y machos complementados que en aquellas en contacto con machos subalimentados.



**Figura 2.** Respuesta de la actividad ovulatoria al día 6 y 18 de las hembras sometidas al efecto macho utilizando machos bien alimentados, machos complementados y machos subalimentados. Los tres grupos de machos fueron sometidos a un tratamiento de 2.5 meses días largos artificiales a partir del 1 de noviembre. Literales diferentes indican diferencia estadística entre grupos.

### 3. Tasa ovulatoria

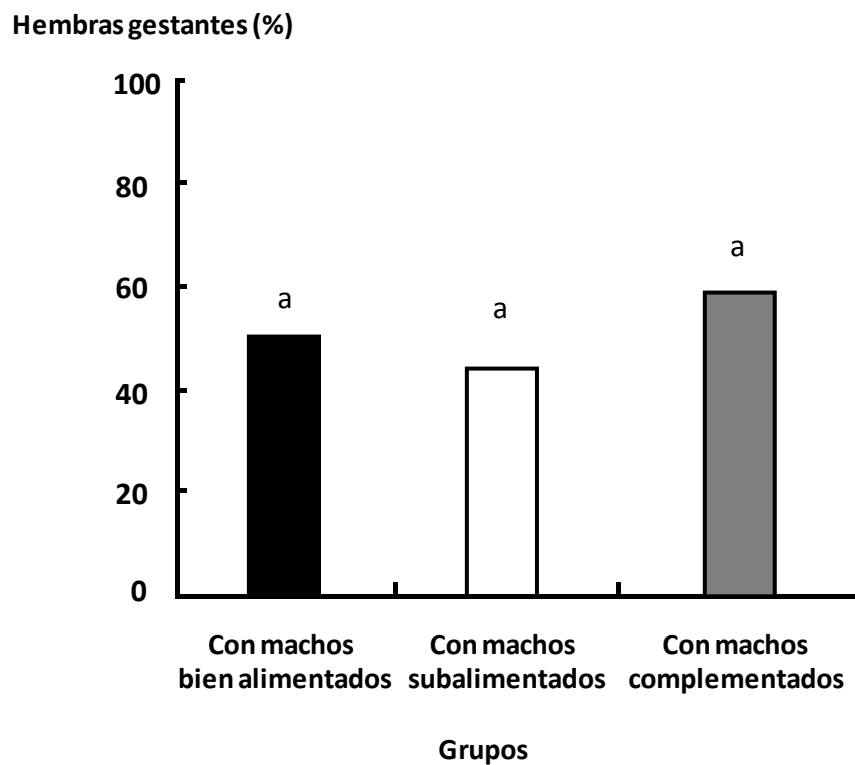
La tasa ovulatoria en la primera ovulación fue mayor ( $P < 0.05$ ; Figura 3) en hembras expuestas a machos bien alimentados que en aquellas en contacto con machos subalimentados y con machos complementados. Finalmente, no se registró diferencia en la tasa ovulatoria durante la segunda ovulación entre las hembras estimuladas con machos bien alimentados y aquellas en contacto con machos subalimentados o machos complementados ( $P < 0.05$ ).



**Figura 3.** Tasa ovulatoria al día 6 y 18 de las hembras sometida al efecto macho utilizando machos bien alimentados, machos complementados y machos subalimentados. Los tres grupos de machos fueron sometidos a un tratamiento de 2.5 meses días largos artificiales a partir del 1 de noviembre. Literales diferentes indican diferencia estadística entre grupos.

#### 4. Tasa de gestación

El porcentaje de cabras que fueron diagnosticadas gestantes al día 50 después de la introducción de los machos fue similar ( $P>0.05$ ; Figura 4) entre las cabras en contacto con los machos bien alimentados que en aquellas en contacto con machos complementados y machos subalimentados.



**Figura 4.** Porcentaje de hembras que fueron diagnosticadas gestantes a los 50 días postintroducción de los machos. Los tres grupos de machos fueron sometidos a un tratamiento de 2.5 meses días largos artificiales a partir del 1 de noviembre. Literales diferentes indican diferencia estadística entre grupos.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten demostrar que un suplemento alimenticio en los machos subalimentados al final del tratamiento fotoperiódico no mejora 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 complementados fue similar al grupo de hembras estimuladas con machos subalimentados (< 80%) y menor a la respuesta registrada en las hembras con machos bien alimentados. De igual manera, la tasa ovulatoria registrada al día 6 y al día 18 fue menor en las hembras con machos complementados y subalimentados que en las hembras estimuladas con machos bien alimentados.

La respuesta encontrada en las hembras estimuladas con machos bien alimentados coinciden y son consistentes con la mayoría de los estudios realizados anteriormente en la Comarca Lagunera donde se utiliza el modelo de machos tratados para inducir la actividad sexual de las cabras anovulatorias (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007; Luna-Orozco *et al.*, 2008). En todos los estudios, más del 85 % de las cabras son inducidas a la actividad sexual en los primeros 15 días después de la introducción de los machos. Lo anterior demuestra una vez más que el tratamiento de días largos artificiales es un método muy efectivo para estimular la actividad sexual de los machos y estos a su vez proporcionan un estímulo

muy fuerte para la inducción de las hembras durante el anestro estacional (Delgadillo *et al.*, 2006; 2009).

La baja respuesta en el porcentaje de hembras que ovularon, así como la tasa ovulatoria registrados en el grupo de hembras expuestas a los machos subalimentados y complementados es diferente a la respuesta encontrada en un estudio previo en nuestro laboratorio en el cual se encontró que los machos subalimentados responden al tratamiento fotoperiódico pero de una manera retardada y en menor intensidad que los machos bien alimentados (Flores *et al.*, 2010). Así, ser puestos en contacto con hembras anéstricas, estos machos estimularon en 18 días, una respuesta estral y ovárica similar a las hembras en contacto con machos bien alimentados (Flores *et al.*, 2009). Sin embargo, la manifestación de estros y ovulación se registró retardada y desincronizada. La baja respuesta encontrada en el presente estudio pudo ser debido, al menos en parte, a la proporción de hembras por macho utilizada. En efecto, en la mayoría de los estudios realizados sobre efecto macho, se utiliza una proporción machos-hembra de 1:10. Sin embargo en este estudio, se utilizó una proporción de 1 macho por 25 hembras. Esto representó probablemente un mayor esfuerzo para los machos subalimentados y complementados, pero no así para los bien alimentados. Lo anterior es consistente con el estudio realizado anteriormente (Flores *et al.*, 2009), en el cual se utilizaron machos subalimentados y la respuesta final en términos de porcentaje de hembras que ovularon no fue diferente a las hembras en contacto con machos bien alimentados. Sin embargo, en ese estudio la proporción utilizada fue de 1: 12 hembras. Mientras que en esta ocasión fue 1: 25. En conjunto estos resultados



indican que al proporcionar un suplemento alimenticio al final del tratamiento fotoperiódico en los machos subalimentados no mejora su habilidad para estimular la actividad ovulatoria de las cabras anovulatorias mediante el efecto macho cuando se incrementa el número de hembras expuestas al macho.

## **CONCLUSIONES**

Los resultados del presente trabajo permiten concluir que un suplemento alimenticio proporcionado a los machos subalimentados al final del tratamiento fotoperiódico no mejora su habilidad para estimular la actividad ovulatoria de las cabras anovulatorias mediante el efecto macho cuando se incrementa el número de hembras expuestas al macho.

## LITERATURA CITADA

Bronson, F., 1989. Seasonal strategies: Ultimate factors. In: FH Bronson (Ed.), *Mammalian Reproductive Biology*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 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* 35:179–85.

Chemineau, P., 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats. A review. *Livest. Prod. Sci.* 17, 135-147.

Chemineau, P., Daveau, A., Maurice, F., 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.

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

Colas, G., 1980. Variations saisonnières de la qualité du sperme chez le bélier Ile-de- France. I. Etude de la morphologie cellulaire et de la motilité massale. *Reprod. Nutr. Develop.* 20, 1789-1799.

Colas, G., 1981. Variations saisonnières de la qualité du sperme chez le bélier Ile-de- France. II. Fécondance: relation avec les critères qualitatifs observés in vitro. *Reprod. Nutr. Develop.* 21, 339-407.

Corteel, JM., 1977. Production, storage and insemination of goat semen. In: *Management of Reproduction in Sheep and Goats Symposium*, University of Wisconsin, Madison July 24-25 p 41-57.

De Castro, T., Rubianes, E., Menchaca, A., Rivero, A., 1999. Ovarian dynamics, serum estradiol and progesteron concentrations during the interovulatory interval in goats. *Theriogenology* 52, 399-411.

De Santiago-Miramontes, M.A., Rivas-Muñoz, R., Muñoz-Gutiérrez, M., Malpaux, B., Scaramuzzi, R.J., Delgadillo, J.A., 2008. The ovulation rate in anoestrous female goats managed under grazing conditions and exposed to the male effect is increased by nutritional supplementation. *Anim. Reprod. Sci.* 105, 409-416.

Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpaux, B., 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food

availability in male Creole goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology* 52, 727-737.

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernandez, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpoux, 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., Malpoux, 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., Fitz-Rodríguez, G., Duarte, G., Véliz, F.G., Carrillo, E., Flores, J.A., Vielma, J., Hernández, H., Malpoux, B., 2004. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reprod. Fertil. Dev.* 16, 471-478.

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., 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.

Fitz-Rodríguez, G., De Santiago-Miramontes, M.A., Scaramuzzi, R.J., Malpoux, 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., Malpoux, 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.

Flores, J.A., Lemiree, A., Secundino, S., Hernández, H., Duarte, G., Vielma, J., Delgadillo, J.A. 2009. Los machos cabríos subalimentados son capaces de estimular la actividad estral de las hembras anovulatorias mediante el efecto macho. *Memorias de la XLV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria.* 19 al 24 de octubre. Saltillo, Coahuila. P27.

Flores, J.A., Lemiree, A., Secundino, S., Hernández, H., Duarte, G., Vielma, J., Delgadillo, J.A. 2010. Effect of body condition on response of male goats to artificial long-treatment. *Proc. Of 61st. Annual Meeting of the European Association for Animal Production.* 23-27 August. Heraklion, Greece. P112.

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

Henniawati, Fletcher, I.C., 1986. Reproduction in Indonesian sheep and goats at two levels of nutrition. *Anim. Reprod. Sci.* 12, 77-84.

Ichimaru, T., Mogi, K., Ohkura, S., Mori, Y., Okamura, H., 2008. Exposure to ram wool stimulates gonadotropin-releasing hormone pulse generator activity in the female goat. *Anim. Reprod. Sci.* 106, 361-368.

Khaldi, G., 1984. Variation saisonnières de l'activité ovarienne, du comportement d'oestrus et la durée de l'anoestrus post-partum des femelles ovines de race Barbarine: influences du niveau alimentaire et la présence du male. These de Doctorat. Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Montpellier, France.

Kusina, N.T., Chinuwo, T., Hamudikuwanda, H., Ndlovu, L.R., Muzanenhamo, S., 2001. Effect of different dietary energy level intakes on efficiency of estrus synchronization and fertility in Mashona goat does. *Small Rumin. Res.* 39, 283-288.

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

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

Martin, G.B., Oldham, C.M., Cognié, Y., Pearce, D.T., 1986. The physiological response of anovulatory ewes to the introduction of rams. A review. *Livest. 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.

Martin, G.B., Tjondronegoro, S., Boukhliq, R., Blackberry, M.A., Briegel, J.R., Blach, D., 1999. Determinants of the annual pattern of reproduction in mature male Merino and Suffolk sheep: modification of endogenous rhythms by photoperiod. *Reprod. Fertil. Dev.* 11, 355-366.

Martin, G.B., Rodger, J., Blache, D., 2004. Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. *Reprod. Fertil. Dev.* 16, 491-501.

Mellado, M., Vera, A., Loera, H., 1994. Reproductive performance of crossbred goats in good or poor body condition exposed to bucks before breeding. *Small Rumin. Res.* 14, 45-48.

Mellado, M., Hernandez, J.R., 1996. Ability of androgenized goat wethers and does to induce estrus in goats under extensive conditions during anestrus and breeding seasons. *Small Rumin. Res.* 23, 37-42.

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.

Prudhomme, C., 1732. De la propagation de l'espèce des Bêtes à laine: La nouvelle maison rustique ou économie générale de tous les biens de champagne: La manière de les entretenir & de les multiplier; Donnée ci-devant au public par le sieur Liger, Quatrième édition, augmentée considérablement, & mise en meilleur ordre; avec la vertu des simples, l'apothicairerie & les décisions du Droit-François sur les Matières Rurales. Tome premier. A Paris. 341-345.

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

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.

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

Thimonier, J., Cognié, Y., Lassoued, N., Khaldi, G., 2000. L'effet male chez les ovins: une technique actuelle de maîtrise de la reproduction. *INRA Prod. Anim.* 13, 223-231.

Vielma, J., 2006. El comportamiento sexual, las vocalizaciones y el olor del macho cabrío estimulan la secreción de LH, el estro y la ovulación de las cabras sometidas al efecto macho. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila, México.

Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Henniawati., 1993. The male effect in Australian cashmere goats. 3. Enhancement with buck nutrition and use of oestrous females. *Anim. Reprod. Sci.* 93, 32:69-84.

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.

Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J. 1996. Environmental and social factors affecting reproduction. In: 6th Int. Conf. on Goats, Beijing, Vol. II International Academic Publisher, Beijing 762-775.

Walkden-Brown, S.W., Bocquier, F., 2000. Nutritional regulation of reproduction in goats. Proceedings: 7<sup>th</sup> International Conference on Goats: Tours, France. 1, 389-395.

Wright, P.J., Geytenbeek, P.E., Clarke, I.J., 1990. The influence of nutrient status of post-partum ewes on ovarian cyclicity and on the oestrous and ovulatory responses to ram introduction. Anim. Reprod. Sci. 23, 293-303.