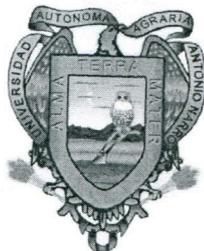


FECHA DE ADQUISICIÓN	
NUM. DE INVENTARIO	00072
PROCEDENCIA	
NUM. CALIFICACIÓN	SF 384.5 Z35
PRECIO	
DIST.	

	SF384.5
	.Z35
	2006
TL00072	CID UAAAN UL
	Ej.1

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**RESPUESTA ESTRAL, ACTIVIDAD OVÁRICA, FERTILIDAD
Y PROLIFICIDAD EN CABRAS NULÍPARAS Y MULTÍPARAS
SOMETIDAS AL EFECTO MACHO**

POR:

OMAR ZAMUDIO CRUZ

TESIS:

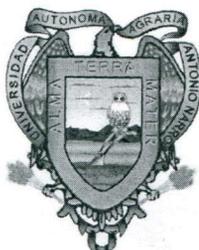
**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México

Agosto de 2006

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**



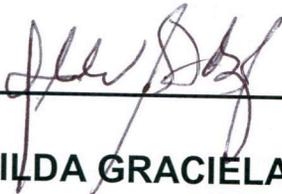
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**RESPUESTA ESTRAL, ACTIVIDAD OVÁRICA, FERTILIDAD
Y PROLIFICIDAD EN CABRAS NULÍPARAS Y MULTÍPARAS
SOMETIDAS AL EFECTO MACHO**

POR:

OMAR ZAMUDIO CRUZ

ASESORA PRINCIPAL



DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA

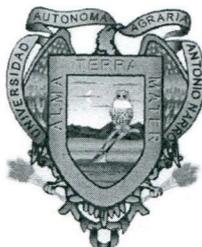
Torreón, Coahuila, México

Agosto de 2006

00072

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**RESPUESTA ESTRAL, ACTIVIDAD OVÁRICA, FERTILIDAD
Y PROLIFICIDAD EN CABRAS NULÍPARAS Y MULTÍPARAS
SOMETIDAS AL EFECTO MACHO**

POR:

OMAR ZAMUDIO CRUZ

ASESORA PRINCIPAL



DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



M.C. JOSÉ LUIS FCO. SANDOVAL ELÍAS



**Comisión de la División
Regional de Ciencia Animal**

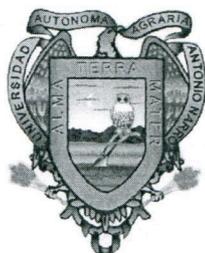
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Agosto de 2006

Torreón, Coahuila, México

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



PRESIDENTE DE JURADO

DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA

VOCAL

DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

VOCAL

DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

VOCAL SUPLENTE

DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES

Dedicatoria

A Dios

¡Gracias Dios Mío! por escuchar mis oraciones y todas las bendiciones que me has brindado señor. Gracias por acompañarme en todo este largo camino en mi vida de estudiante, para cumplir esta meta tan esperada para mí y toda mi familia, ser Médico Veterinario Zootecnista.

A la Virgen de Guadalupe

Virgencita de Guadalupe, Gracias Madrecita por guiarme en todo momento por el camino del bien, gracias Virgencita por darme tranquilidad y muchas fuerzas para salir adelante y dar un paso más en mi vida.

A mis padres

Margarito Zamudio García y Flavia Cruz Barrera

En primer lugar Gracias padres, por darme la oportunidad de ser su hijo, me siento muy orgulloso de tener a unos padres tan generosos y sobre todo que confiaron en mí en todo momento. Gracias por este apoyo tan grande y este logro es Gracias a ustedes, por el esfuerzo que realizaron para que yo cumpliera este sueño que por mucho tiempo quería que se me cumpliera. ¡Muchas Gracias mis viejitos lindos!

A mi hermana

Candy Zamudio Cruz

Por ser el gran ejemplo a seguir, Gracias linda por brindarme tu apoyo, tu cariño y tu Amor, eres el tesoro más grande que tengo en la vida, Te Quiero mucho mi Chilito.

A mi abuelita y a mi Tío

Rosa Barrera Antúnez Ricardo Zamudio García

Gracias por todos los consejos, por su apoyo y por creer en mí, Gracias por estar en todo momento bien unidos con mis papás, ya que nunca los abandonaron en mi ausencia. Los Quiero Mucho.

Agradecimientos

A la DRA. Ilda Graciela Fernández García, por la oportunidad de ser su tesista, por su gran apoyo y asesoramiento para la realización de esta tesis.

Al DR. José Alfredo Flores Cabrera, DR. Horacio Hernández Hernández y DR. Jesús Vielma Sifuentes por su gran asesoramiento brindado para la elaboración de esta tesis, gracias por sus grandes consejos.

Al MC. Juan Ramón Luna Orozco, por brindarme la oportunidad de trabajar juntos en este proyecto, gracias por brindarme su amistad y sus consejos.

A todos los integrantes del CIRCA, por su apoyo, consejos, amistad y por darme la oportunidad de conocerlos y trabajar con ellos.

A mis compañeros de la generación 2001-2006 en especial a la sección "C" de la carrera de Médico Veterinario Zootecnista.

A mi Alma Terra Mater (UAAAN- UL) por darme un espacio para lograr mi objetivo, Gracias por darme la oportunidad de crecer y ser alguien en la vida.

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Estado de Coahuila (COECYT) por la beca otorgada para la elaboración de esta tesis.

Al productor Sr. Jaime Mora de la Fuente del Ejido Santa Fe municipio de Torreón, Coahuila., por facilitar las hembras para el estudio.

Índice

	Pág.
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Estacionalidad reproductiva.....	4
2.2 Tratamientos fotoperiódicos.....	6
2.3 Uso de melatonina.....	7
2.4 Efecto macho.....	7
2.5 Respuesta de las hembras multíparas al efecto macho.....	8
2.6 Respuesta de las hembras nulíparas al efecto macho.....	10
OBJETIVO	12
HIPÓTESIS	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1 Lugar del estudio.....	13
3.2 Descripción de los animales experimentales.....	13
3.2.1 Machos.....	13
3.2.2 Alimentación.....	14
3.2.3 Hembras.....	14
3.2.4 Alimentación.....	15
3.3 Tratamiento fotoperiódico a los machos.....	15
3.4 Efecto macho.....	16
3.5 Variables evaluadas.....	16

3.5.1 Respuesta estral.....	16
3.5.2 Actividad ovárica.....	17
3.5.3 Fertilidad y prolificidad.....	17
3.6 Análisis estadísticos.....	17
IV. RESULTADOS.....	18
4.1 Respuesta estral.....	18
4.2 Actividad ovárica.....	19
4.3 Fertilidad y prolificidad.....	20
V. DISCUSIÓN.....	21
VI. CONCLUSIONES.....	25
VII. LITERATURA CITADA.....	26

RESUMEN

Este estudio se efectuó para determinar la respuesta sexual de las cabras Criollas nulíparas y múltiparas, sometidas al efecto macho utilizando machos sexualmente activos en la época de anestro. Se utilizaron 40 cabras Criollas locales, de las cuales un grupo se conformó por hembras múltiparas (n=21) que tenían un promedio de 3 partos, y un segundo grupo de hembras nulíparas (n=19) con una promedio de 16 meses de edad. Todas las hembras fueron diagnosticadas anovulatorias. El día 14 de abril de 2005 dos machos a las 19:00 h fueron puestos en contacto con las hembras de cada grupo, dos veces al día (de 08:00 a 10:00 y de 18:00 a 20:00 h), durante 15 días. Se registró el comportamiento estral de las hembras. Todas las hembras del grupo de múltiparas (21/21; 100%) presentaron al menos un comportamiento estral. La respuesta en las hembras nulíparas no fue diferente al de las múltiparas, en efecto, el 95% de ellas (18/19), también mostró conducta estral al ser expuestas a los machos sexualmente activos durante los 15 días ($P>0.05$). El intervalo entre la introducción de los machos y el inicio del primer estro fue similar ($P>0.05$) en ambos grupos (4.0 ± 0.6 días y 5.5 ± 0.9 días; para múltiparas y nulíparas, respectivamente). La proporción de hembras que presentaron ciclos de corta duración fue superior para el grupo de hembras múltiparas (100%) que para el de hembras nulíparas (63%; $P<0.05$). Sin embargo, la duración de los ciclos cortos fue similar para el grupo de múltiparas (5.2 ± 0.3 días) y nulíparas (4.5 ± 0.2 días; $P>0.05$). La actividad ovárica se determinó mediante un examen ecográfico, se valoraron los ovarios en cada una de las hembras y se determinó si las cabras habían ovulado. El diagnóstico de gestación se realizó a los 50 días después de la presentación del último estro mediante una ecografía abdominal, se encontró diferencia estadística ($P<0.05$), ya que el 100% (21/21) del grupo de las hembras múltiparas fueron diagnosticadas gestantes y sólo el 79% (15/19) ($P<0.05$) de las nulíparas se gestaron. La prolificidad fue determinada después de que ocurrieron los partos de las hembras en los dos grupos. El 100% de las hembras múltiparas (21/21) parieron con una prolificidad promedio de 2.2 ± 0.2 crías, similar al

93% (14/15) de las hembras del grupo de las nulíparas que parieron con una prolificidad de 1.9 ± 0.1 ($P > 0.05$). Se concluye que las hembras nulíparas y multíparas anovulatorias al ser estimuladas mediante el efecto macho, utilizando machos sexualmente activos, no son diferentes en su respuesta sexual.

Palabras clave: cabras, respuesta estral, actividad ovárica, fertilidad y prolificidad

I. INTRODUCCIÓN

La cabra (*Capra hircus*) es uno de los mamíferos ancestralmente domesticados por el hombre, ella provee alimentos importantes desde el punto de vista nutricional. Actualmente la explotación caprina es una alternativa atractiva para la producción animal debido a su eficiente capacidad de conversión alimenticia en relación a otros rumiantes (Amoah *et al.*, 1996).

A nivel nacional se cuenta con 8 991 752 cabezas de ganado caprino y la Comarca Lagunera cuenta con un inventario de 628 265 cabezas (INEGI, 2003, 2004).

En los caprinos Criollos de la Comarca Lagunera se observa una estacionalidad reproductiva. Dicha estacionalidad condiciona las variaciones que se presentan durante el año en la obtención y oferta de los productos derivados de los caprinos (leche, carne, cabrito, etc). Esta situación repercute en la economía del productor ya que en ciertas épocas del año hay sobreproducción de leche y cabritos (carne) afectando la demanda de estos productos (Sáenz-Escárcega *et al.*, 1991).

La estacionalidad reproductiva representa un mecanismo de adaptación para que el nacimiento de las crías se lleve a cabo en un periodo favorable del año para su sobrevivencia y su crecimiento. Entre las razas de ovinos y caprinos

domésticos existe una variación importante en cuanto a la duración y la intensidad de la estacionalidad (Walkden-Brown *et al.*, 1994).

El entendimiento de una parte de los mecanismos fisiológicos responsables del anestro y una solución a esta problemática ha permitido desarrollar técnicas simples para el control reproductivo, especialmente utilizando la asociación entre tratamientos fotoperiódicos y el efecto macho, esta última induce y sincroniza las ovulaciones, con la sencilla manipulación del contacto entre ambos sexos (Chemineau *et al.*, 2003).

El efecto macho se ha utilizado con gran éxito en cabras multíparas de la Comarca Lagunera, donde se ha demostrado que más del 80% del total de las hembras anovulatorias expuestas a machos sexualmente activos manifiestan comportamiento sexual y ovulación después de la introducción de los machos, a diferencia de las hembras que son expuestas a machos sexualmente inactivos donde menos del 20% responden al efecto macho (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002).

La literatura científica en torno a la actividad reproductiva de las hembras nulíparas es incipiente; sin embargo, Ramón-Ugalde y Saginés-García, (2002) aplicaron el efecto macho en hembras pelibuey de 12 meses de edad donde los resultados indicaron un 80% de fertilidad.

En las cabras de la Comarca Lagunera no existen estudios sobre la respuesta reproductiva de las hembras nulíparas al efecto macho. Con base en lo anteriormente expuesto, la finalidad del presente trabajo fue determinar la respuesta sexual de las cabras Criollas nulíparas y múltiparas, cuando son sometidas al efecto macho utilizando machos sexualmente activos en la época de anestro.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Estacionalidad reproductiva

En las zonas templadas, se presentan variaciones estacionales de sus condiciones climáticas a lo largo del año. Como resultado, un proceso común en la mayoría de las especies animales, es el cese de la actividad reproductiva durante cierto período del año para evitar que los nacimientos se presenten en una época desfavorable para la supervivencia de las crías. Esta estacionalidad en la reproducción permite que los nacimientos se produzcan al final del invierno o principios de la primavera cuando las condiciones climáticas son las más favorables para el desarrollo de las crías. En estas regiones, la duración del día o fotoperiodo, es el principal factor ambiental utilizado por la mayoría de las especies para predecir el momento favorable para que ocurran los nacimientos (Malpaux *et al.*, 1997). En los ovinos originarios de zonas templadas, la reproducción es estacional y se caracteriza por la alternancia de un período de reposo sexual en primavera y verano y un período de actividad sexual en otoño e invierno. En las hembras, el periodo de reposo sexual o anestro está asociado frecuentemente con la ausencia de ovulaciones. Por el contrario, la estación sexual se caracteriza por la sucesión de ciclos estrales cada 16-18 días (Thimonier y Mauléon, 1969). En los machos, la producción espermática varía igualmente a lo largo del año; así en moruecos de raza Ile-de-France, la

producción diaria de espermatozoides es cuatro veces más elevada en otoño que en primavera (Dacheux *et al.*, 1981).

En algunas razas caprinas y ovinas originarias o adaptadas a las regiones subtropicales ($>23^{\circ}$ N ó S), también se presenta una estacionalidad reproductiva (Pérez *et al.*, 1997; Greyling, 2000). Así, en razas, como la cashmere de Australia, esta estacionalidad es regulada principalmente por la disponibilidad de alimento (Walkden-Brown *et al.*, 1994). En cambio, en los caprinos de la Comarca Lagunera, el fotoperiodo es el principal factor que determina el ciclo anual de reproducción (Delgadillo *et al.*, 2000; Duarte-Moreno, 2000). En los caprinos locales del norte de México, en particular los de la Comarca Lagunera (26° N), existe una estacionalidad reproductiva. En los machos, el periodo de reposo sexual ocurre de enero a abril, mientras que en las hembras, el periodo de anestro sucede de marzo a agosto. En ambos sexos, esta estacionalidad es provocada por las variaciones de la duración del día (Delgadillo, 2002).

En las latitudes tropicales ($<23^{\circ}$ N ó S), la mayoría de las razas locales mantenidas en óptimas condiciones alimenticias no presentan variaciones estacionales de su actividad sexual (Chemineau, 1986 a,b). Sin embargo, aún en estas condiciones, en algunas razas se observa una disminución marcada de su actividad sexual o se muestran periodos cortos de anestro en las hembras, así como cortos periodos de reposo sexual en los machos (González *et al.*, 1992 a,b; Cerna *et al.*, 2000).

2.2. Tratamientos fotoperiódicos

Cuando se utilizan condiciones de luz artificial y los machos son sometidos a cambios rápidos de la duración del día, los días largos inhiben la actividad sexual, mientras que los días cortos la estimulan (Lincoln y Short, 1980; Delgadillo y Chemineau, 1992). Sin embargo, no existe un tratamiento fotoperiódico que asegure efectos permanentes. Por ejemplo, en los machos ovinos de las razas Merino y Suffolk, mantenidos durante 2 años bajo un fotoperiodo equinoccial (12 h de luz/día), la circunferencia testicular presentó variaciones similares a las observadas en los animales testigos sujetos a las variaciones del fotoperiodo natural (Martin *et al.*, 1999). Por ello, para manipular la actividad sexual de los animales a través de los tratamientos fotoperiódicos, es necesaria la alternancia de días largos y días cortos (Chemineau *et al.*, 1992). En los machos cabríos de las razas Alpina y Saanen, la exposición a 2 meses de días largos (16 h de luz/día) a partir de diciembre o enero seguidos de la aplicación de melatonina, hormona que da señal de días cortos, induce una intensa actividad sexual durante el periodo de reposo (Chemineau *et al.*, 1999). En los machos locales de la Comarca Lagunera, la utilización de 2.5 meses de días largos (16 h de luz/día) a partir del 1 de noviembre, seguidos de la aplicación subcutánea de 2 implantes de melatonina (18 mg c/u), permite inducir una intensa actividad sexual de febrero a abril. En los machos alojados en instalaciones abiertas o cámaras fotoperiódicas y tratados de esta manera, los niveles plasmáticos de testosterona, así como el comportamiento sexual determinado por las montas, intento de montas,

aproximaciones y olfateos anogenitales, fueron superiores a los registrados en los machos testigo (Delgadillo *et al.*, 2001; Flores *et al.*, 2000).

2.3. Uso de melatonina

Dado que la melatonina no se comercializa actualmente en nuestro país, y que su utilización implica un costo extra, recientemente se demostró que la sola aplicación de 2.5 meses de días largos (16 h de luz/día), seguido de días cortos naturales estimula la actividad sexual de los machos. No existió ninguna diferencia en la evolución de los niveles plasmáticos de testosterona entre el grupo que recibió melatonina y el expuesto al fotoperiodo natural después de la administración de 2.5 meses de días largos a partir de noviembre (Delgadillo *et al.*, 2002).

2.4. Efecto macho

El efecto macho constituye un estímulo socio-sexual que actúa para estimular la actividad reproductiva tanto en borregas como en cabras anéstricas (Álvarez-Ramírez y Zarco Quintero, 2001; Véliz *et al.*, 2001; Knights *et al.*, 2002). La introducción del macho induce un incremento rápido y dramático en la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH plasmática, que culmina con un pico preovulatorio de esta hormona, provocando la ovulación (Poindron *et al.*, 1980). Las cabras locales del norte de México en anestro estacional pueden ser

estimuladas por el efecto macho si se utilizan machos inducidos a una intensa actividad mediante un tratamiento fotoperiódico (Delgadillo *et al.*, 2001; Flores *et al.*, 2000).

2.5. Respuesta de las hembras múltiparas al efecto macho

En las cabras criollas de la Isla de Guadalupe en el Caribe, la primera ovulación inducida por el efecto macho está asociada con un 60% de estros, y es seguida en un 75% de las hembras de un ciclo ovulatorio de corta duración que, en promedio, dura de 5 a 7 días. Después de este ciclo corto se produce otra ovulación que se acompaña en un 90% de las hembras de conducta estral y de una fase lútea de duración normal (Chemineau, 1987). En las ovejas sometidas a efecto macho, a diferencia de las cabras, la primera ovulación no se acompaña generalmente de un estro. Después de la primera ovulación silenciosa, un reducido número de ovejas presenta a los 17 días (duración del ciclo ovulatorio) una segunda ovulación que es acompañada de estro. Sin embargo, la mayoría de las hembras presenta un ciclo ovulatorio de corta duración que en promedio dura 6 días, y que no es acompañado de un estro. En las ovejas anovulatorias sometidas al efecto macho existen entonces 2 picos de estros: 18-20 días y 24-26 días después de la introducción del macho (Thimonier *et al.*, 2000).

Los datos obtenidos recientemente en las cabras locales de la Comarca Lagunera indican que las hembras en anestro estacional pueden ser estimuladas

por el efecto macho si se utilizan machos sometidos previamente a un tratamiento fotoperiódico. Cuatro machos testigos, en reposo sexual, y 4 machos tratados con 2.5 meses de días largos seguidos de la aplicación subcutánea de 2 implantes de melatonina, sexualmente activos, fueron puestos en contacto con cabras anovulatorias el 15 de marzo y permanecieron con ellas durante 35 días. En estas condiciones, sólo 2 de las 34 cabras puestas en contacto con los machos testigo ovularon y ninguna de ellas presentó estro. En cambio, las 40 de 40 hembras puestas en contacto con los machos sexualmente activos ovularon y presentaron al menos un estro durante los primeros 11 días posteriores a la introducción de los machos; treinta y ocho hembras fueron detectadas gestantes. El 60% de las hembras parieron y la prolificidad fue de 2.0 (Flores *et al.*, 2000).

En otro estudio, 2 machos testigo, en reposo sexual, y 2 machos tratados solamente con días largos, sexualmente activos, fueron puestos en contacto con 20 y 19 cabras anovulatorias respectivamente. En las hembras en contacto con machos testigo, ninguna ovuló y sólo 2 de 20 fueron detectadas en estro. En cambio, todas las cabras (19/19) en contacto con machos tratados ovularon y manifestaron al menos un estro durante los 15 días posteriores a la introducción de los machos (Delgadillo *et al.*, 2002).

2.6. Respuesta de las hembras nulíparas al efecto macho

En relación al comportamiento reproductivo de las hembras nulíparas Ungerfeld (2004) indica que el efecto macho se ha utilizado exitosamente también para inducir la actividad cíclica en hembras prepúberes y durante el anestro postparto. Sin embargo, en la borrega, se ha mostrado que las corderas presentan un nivel de proceptividad muy inferior a de las hembras adultas (Fabre-Nys, 1999). En este mismo sentido, Gelez *et al.* (2003) demostraron que las borregas sexualmente inexpertas tienden a ser menos receptivas que las borregas con experiencia sexual. En general, la falta de experiencia sexual afecta la conducta sexual desplegada, y en consecuencia afecta el comportamiento reproductivo. En efecto, se ha reportado que para poder gestarse, las borregas vírgenes necesitan más eyaculaciones o montas que las borregas con experiencia sexual (Roszczewka, 1985).

En corderas jóvenes se ha demostrado que al introducir un macho se presenta un aumento en el porcentaje de la primera ovulación (Al-Maully *et al.*, 1991). Ello indica que la introducción de machos a hembras prepúberes incrementa la pulsabilidad en la LH, la que a su vez indujo la ovulación. En el caso de borregas de 6 a 10 meses de edad, el porcentaje de ovulaciones se incrementó de un 30 a un 60%, dependiendo de la raza y de la estación. En este mismo estudio, en borregas Corriedale de 14 meses de edad que no habían estado ciclando previamente a una estación reproductiva se encontró que más del

60% de las ovejas presentaron estro posterior a la introducción del macho (Ungerfeld, 2004).

En ovejas, Oldhman *et al.* (1985) no pudieron encontrar diferencias significativas en la proporción de hembras nulíparas y múltiparas ovulando en respuesta al efecto macho, sin embargo, ellos observaron que existieron más hembras nulíparas en estro que múltiparas.

OBJETIVO

Determinar la respuesta sexual de las cabras Criollas nulíparas y multíparas, cuando son sometidas al efecto macho utilizando machos sexualmente activos en la época de anestro.

HIPÓTESIS

Las hembras nulíparas y multíparas anovulatorias al ser estimuladas mediante el efecto macho, utilizando machos sexualmente activos, no son diferentes en su respuesta sexual.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar del estudio

Este estudio se realizó en las instalaciones experimentales del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna y en el Ejido Santa Fe, municipio de Torreón, Coahuila. El experimento se llevó a cabo de noviembre de 2004 a septiembre de 2005. Ambas localidades están ubicadas en la Comarca Lagunera, situada a una latitud de 26° Norte, longitud 102° y 104° Oeste, con una altitud que varía de 1100 a 1400 msnm. El fotoperiodo en esta latitud varía de 13 h 41 min de luz en el solsticio de verano a 10 h 19 min de luz en el solsticio de invierno. La precipitación pluvial anual promedio es de 200 a 250 mm. El clima se considera seco extremoso, con una temperatura media anual de 23.4 °C (CONAGUA, 2005).

3.2 Descripción de los animales experimentales

3.2.1 Machos

Se utilizaron 4 machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera de 5 años de edad. Estos animales se encontraban en un sistema de explotación estabulado y se alojaron en corrales abiertos de 5 x 7 m, bajo condiciones de iluminación artificial.

3.2.2 Alimentación

Durante el experimento los machos se alimentaron con heno de alfalfa de buena calidad (2k/día/animal), el agua y las sales minerales (en block) fueron proporcionadas a libre acceso.

3.2.3 Hembras

Para la presente investigación se utilizaron 40 cabras Criollas locales, de las cuales un grupo se conformó por hembras multíparas (n=21) que tenían un promedio de 3 partos, contaban con un peso corporal de 59.3 ± 1.8 kg y una condición corporal de 2.9 ± 0.1 de acuerdo con la escala propuesta por Walkden-Brown *et al.* (1993). Las hembras estaban en producción láctea con un promedio de 3293 ± 181.9 ml/día.

Se utilizó además, un grupo de hembras nulíparas (n=19) las cuales tenían una edad promedio de 16 meses, con un peso corporal de 29.1 ± 1.4 kg y una condición corporal de 3.1 ± 0.1 .

Todas las hembras fueron diagnosticadas anovulatorias por la ausencia de cuerpos lúteos en los ovarios y fueron determinadas mediante dos valoraciones ecográficas a los 20 y 10 días previos a la introducción de los machos. Se utilizó para ello, un equipo Aloka SSD-500 con un transductor lineal de 7.5 MHz. Los 2

hatos estaban en un sistema de explotación intensiva alojadas en corrales abiertos de 5 x 5 m.

3.2.4 Alimentación

Las hembras multíparas se alimentaron con 3 kg de heno de alfalfa de buena calidad y 1.2 kg de concentrado comercial con 14% de Proteína cruda (PC) por día. El agua y las sales minerales (en block) también fueron proporcionadas a libre acceso.

Las hembras nulíparas se alimentaron con heno de alfalfa de buena calidad y 600 g de concentrado comercial al día con 14% PC. El agua y las sales minerales (en block) fueron proporcionadas a libre acceso.

3.3 Tratamiento fotoperiódico a los machos

Los machos fueron sometidos a 2.5 meses de días largos del 1 de noviembre del 2004 al 14 de enero de 2005. Para ello, el corral de los machos fue equipado con lámparas fluorescentes. Se comprobó una intensidad luminosa promedio de 232 lux al nivel de los ojos de los animales. Las lámparas se encendían automáticamente a las 06:00 h y se apagaban a las 09:00 h. Después eran encendidas a las 17:00 h, para ser apagadas nuevamente a las 22:00 h. Esto permitió que los animales percibieran días largos de 16 horas luz por día. El 15 de

enero de 2005 se suspendió la luz artificial para que los machos percibieran las variaciones naturales del fotoperiodo a partir del 16 de enero y hasta el final del efecto macho. Este tratamiento provoca un incremento en el volumen testicular y en la secreción de testosterona, además de estimular las conductas reproductivas de los machos de manera que son capaces de inducir la actividad sexual en las hembras anovulatorias (Delgadillo *et al.* 2002).

3.4 Efecto macho

El día 14 de abril de 2005 a las 19:00 h fueron puestos en contacto dos machos tratados con las hembras de cada grupo.

3.5 Variables evaluadas

3.5.1 Respuesta estral

A partir del día 14 y hasta el 30 de abril de 2005, dos veces al día de 08:00 a 10:00 y de 18:00 a 20:00 h, se registró el comportamiento estral de las hembras. El criterio para indicar que una cabra estaba en celo fue el que la hembra permaneciera inmóvil al momento de la monta del macho (Chemineau *et al.*, 1992).

3.5.2 Actividad ovárica

La actividad ovárica se determinó mediante un examen ecográfico con un transductor de 7.5 MHz (Aloka SSD-500) se valoraron los ovarios en cada una de las hembras y se determinó si las cabras habían ovulado mediante la presencia de un cuerpo lúteo. Esta medición se llevó a cabo en el día 5 post-introducción de los machos. Se realizó una segunda valoración a los 10 d después de haber presentado el segundo estro.

3.5.3 Fertilidad y prolificidad

El diagnóstico de gestación se realizó a los 50 días después de la presentación del último estro mediante una ecografía abdominal con un transductor de 3.5 MHz (Aloka SSD-500). La prolificidad fue determinada después de que ocurrieron los partos de las hembras en los dos grupos.

3.6 Análisis estadísticos

La respuesta estral, la proporción de hembras que ovularon, así como la proporción de hembras gestantes, se compararon utilizando una prueba de Chi-cuadrada. La prolificidad fue comparada mediante una prueba de *t* de student, y/o U de Mann-Witney mediante el paquete estadístico SYSTAT 10 (versión, 2000).

IV. RESULTADOS

4.1 Respuesta estral

En el presente estudio se encontró que todas las hembras del grupo de multíparas (21/21; 100%; Figura 1) presentaron al menos un comportamiento estral. La respuesta en las hembras nulíparas no fue diferente al de las multíparas, en efecto, el 95% de ellas (18/19), también mostró conducta estral al ser expuestas a los machos sexualmente activos durante los 15 días ($P>0.05$). El intervalo entre la introducción de los machos y el inicio del primer estro fue semejante ($P>0.05$) en ambos grupos (4.0 ± 0.6 días y 5.5 ± 0.9 días; para multíparas y nulíparas, respectivamente). La proporción de hembras que presentaron ciclos de corta duración fue superior para el grupo de hembras multíparas (100%) que para el de hembras nulíparas (63%; $P<0.05$). Sin embargo, la duración de los ciclos cortos fue similar para el grupo de multíparas (5.2 ± 0.3 días) y nulíparas (4.5 ± 0.2 días; $P>0.05$).

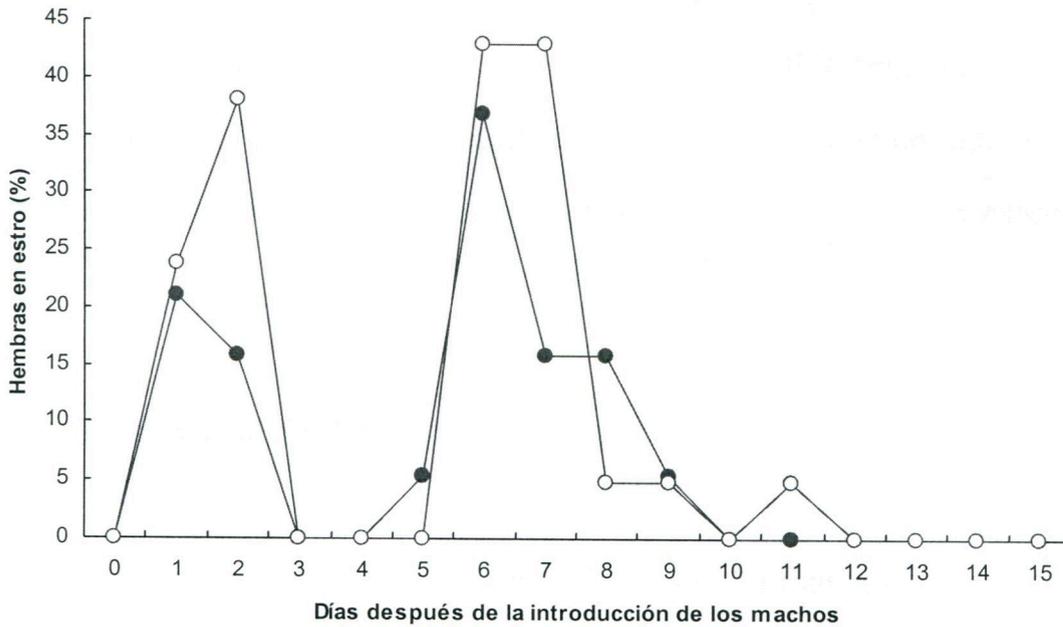


Figura 1. Proporción de hembras que presentaron actividad estral durante los primeros 15 días post-introducción de los machos sexualmente activos. (●) Grupo de hembras nulíparas (n=19), (○) Grupo de hembras múltiparas (n=21; P>0.05).

4.2 Actividad Ovárica

Durante los 15 días del estudio, el 100% de las hembras de ambos grupos ovularon al menos una vez. La proporción de hembras que ovularon en los primeros 5 días después de la introducción de los machos no fue diferente (P>0.05) en ambos grupos con 95% y 79% para múltiparas y nulíparas, respectivamente. El segundo pico de estros se presentó del día 6 al 15, donde el 100% del grupo de múltiparas ovularon mientras que sólo el 84% de las hembras nulíparas lo hicieron. En lo que se refiere a las hembras que presentaron estro y ovulación en los primeros 5 días post-introducción de machos no se encontró

diferencia, ya que el 57% del grupo de multíparas y el 36% de las hembras nulíparas presentaron estro acompañado de ovulación ($P>0.05$). Mientras que en los días 6 al 15 el 100% de las hembras multíparas presentaron actividad estral acompañada de ovulación y solamente el 79% de las nulíparas lo hicieron ($P<0.05$).

4.3 Fertilidad y prolificidad

Al realizar el diagnóstico de gestación a los 50 días en ambos grupos se encontró diferencia estadística ($P<0.05$), ya que el 100% (21/21) del grupo de las hembras multíparas fueron diagnosticadas gestantes y sólo el 79% (15/19) ($P<0.05$) de las nulíparas se gestaron. Se hace mención que del grupo de hembras nulíparas una cabra (6.6%) abortó en el segundo tercio de la gestación. El 100% de las hembras multíparas (21/21) parieron con una prolificidad promedio de 2.2 ± 0.2 crías, similar al 93% (14/15) de las hembras del grupo de las nulíparas que parieron con una prolificidad de 1.9 ± 0.1 ($P>0.05$).

V. DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación indican que el total de las hembras multíparas mostraron una respuesta estral, y el 95% de las hembras nulíparas lo hicieron al ser sometidas al efecto macho. Los resultados del presente estudio difieren con los hallazgos reportados por Pearce y Oldham (1984) quienes indican que el comportamiento estral de las hembras nulíparas regularmente es menor al ser estimuladas mediante efecto macho que el de las hembras multíparas. Por lo que nuestros resultados muy probablemente fueron debidos a la excelente respuesta de las hembras nulíparas al ser estimuladas mediante el efecto macho, utilizando machos sexualmente activos. Otro aspecto que probablemente haya influido fue el estado nutricional en que se encontraban los animales experimentales, ya que las hembras multíparas contaban con un peso corporal de 59.3 ± 1.8 kg y una condición corporal de 2.9 ± 0.1 y las nulíparas 29.1 ± 1.4 k y una condición corporal de 3.1 ± 0.1 . Fue evidente la buena condición corporal en que se encontraban ambos grupos de animales, lo que tal vez contribuyó a la respuesta reproductiva de ambos grupos de hembras fuera similar, como se mencionó anteriormente, no se observó diferencia significativa en la respuesta estral, así como entre el intervalo entre la introducción de los machos y el primer estro que fue de 4 ± 0.6 días y 5.5 ± 0.9 días, para multíparas y nulíparas, respectivamente. Donde únicamente se observó una diferencia significativa fue en la proporción de ciclos cortos, ya que más hembras multíparas los presentaron ($P < 0.05$), debido probablemente a que la condición de las

hembras multíparas hayan presentado una sensibilización previa al desencadenamiento endocrino y fisiológico cuando fueron sometidas al efecto macho, situación que no se presentó en las nulíparas dado que anteriormente no habían sido expuestas a machos. Sin embargo, en la duración de los ciclos cortos no se observó significancia estadística debido probablemente al incremento en la actividad endocrina de las hembras nulíparas cuando fueron sometidas al efecto macho. Urrutia *et al.* (2003), utilizando el efecto macho sometieron a las cabras a pastoreo restringido, las cabras que mostraron mejor condición corporal al inicio del empadre tendieron a presentar su primer estro en un período más corto después de la entrada del macho.

En cuanto a la asociación estro ovulación los resultados indicaron en los primeros 5 días postintroducción de los machos no se observó diferencia estadística ya que el 57% y 36% de hembras multíparas y nulíparas, respectivamente, lo manifestaron. Estos resultados concuerdan con Chemineau (1987) donde indica que la primera ovulación se asocia con conducta estral aproximadamente en el 60%.

Se observó diferencia estadística en la actividad estral acompañada de ovulación en los días 6 al 15, ya que el 100% de las hembras multíparas lo manifestaron mientras que sólo el 79% de las nulíparas fue expresado. En este sentido (Chemineau 1983, 1987; Martin *et al.*, 1986) reportan que después de un ciclo corto se presenta una segunda ovulación cuyo cuerpo lúteo es de duración normal y el 90% de las hembras manifiesta conducta estral. Sin embargo, a pesar que sólo el 79% de las hembras nulíparas presentaron asociación estro ovulación,

el porcentaje fue alto tomando en consideración el estado reproductivo de estas hembras, apoyando lo anteriormente descrito Rosa y Bryant (2002) indican que el contacto físico entre sexos es una manera potente de facilitar la liberación de ciertos estímulos que maximizan la efectividad del efecto macho. Así mismo, Delgadillo *et al.* (2003) quienes muestran resultados que indican que la respuesta de las cabras al efecto macho depende de la intensidad de la actividad sexual de los machos.

En relación a la fertilidad a los 50 días post-introducción de los machos los resultados indicaron diferencias entre multíparas y nulíparas, ya que la totalidad de las multíparas se gestaron en comparación con el 79% de las nulíparas. A pesar de que a las hembras nulíparas 23 días antes del efecto macho se les perforó artificialmente el himen, se encontraron diferencias estadísticas, por ejemplo, Ritar *et al.* (1990) reportan que en borregas vírgenes la fertilidad es menor que en hembras multíparas, estos investigadores atribuyen los resultados a la barrera cervical que en las hembras vírgenes es muy fuerte. Aún más Rosciszewka (1985) en un estudio realizado en borregas indica que la experiencia sexual afecta el comportamiento reproductivo, ya que las borregas vírgenes necesitan más eyaculaciones por montas para gestarse que las hembras con experiencia.

Por otro lado, Chemineau (1983) reportó una fertilidad de 80 y 85% para nulíparas y multíparas, respectivamente, estos resultados difieren de los reportados en este estudio ya que la totalidad de las multíparas se gestó, ya que probablemente influyó el sistema de alimentación que recibieron, la cual era de buena calidad.

Finalmente, en la prolificidad no se observó diferencia en las múltiparas y nulíparas, los resultados de este estudio difieren con Chemineau (1983) quién encontró 1.61 y 2.05 crías por hembras nulíparas y múltiparas, respectivamente. Nuestros resultados difieren, además de ser superiores, ya que encontró una prolificidad de 2.2 ± 0.2 y 1.9 ± 0.1 ($P > 0.05$) para múltiparas y nulíparas respectivamente, una posible explicación a este evento fue la condición general en que se encontraron las hembras múltiparas, lo que tal vez favoreció la respuesta la fertilidad y en consecuencia en la prolificidad.

VII. LITERATURA CITADA

- Maully, N.Z., Bryant, M.J., Cunningham, J. 1991. Effect of the introduction of rams on the pulsatile release of luteinizing hormone and the onset of reproductive activity in ewe lambs. *Anim. Prod.* 53:209-214.
- Varez-Ramírez, L., Zarco-Quintero, L.A. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet. Mex.* 32:117-129.
- Noah, E.A., Gelaye, S., Guthrie, P., Rexroad, C.E. 1996. Breeding season and aspects of reproduction of female goats. *J. Anim. Sci.* 74:723-728.
- Orna, C., Porras, A., Valencia, M.J., Perera, G., Zarco, L. 2000. Effect of an inverse subtropical (19°13'N) photoperiod on ovarian activity, melatonin and prolactin in pelibuey ewes. *Anim Reprod. Sci.* 60-61:511-525.
- Pemineau, P. 1983. Effect on Oestrus and ovulation of exposing creole goats to the male at three times of the year. *J. Reprod. Fertil.* 67:65-72.
- Pemineau, P. 1986a. Seasonal behaviour and gonadal activity during the year. I. Female oestrous behaviour and ovarian activity. *Reprod Nutr Develop.* 26:441-452.
- Pemineau, P. 1986b. Seasonal behaviour and gonadal activity during the year. II. Male mating behaviour, testis diameter, ejaculate characteristics and fertility. *Reprod Nutr Develop.* 26:453-460.
- Pemineau, P. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats: a review. *Livestock Prod. Sci.* 17:135-147.
- Pemineau, P., Baril, G., Leboeuf, B., Maurel, M.C., Roy, F., Pellicer-Rubio, M., Malpoux, B., Cognié, Y. 1999. Implications of recent advances in reproductive physiology for reproductive management of goats. *J Reprod Fertil Suppl.* 54:129-142.
- Pemineau, 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.
- Pemineau, P., Morello, H., Delgadillo, J.A., Malpoux, B. 2003. Estacionalidad reproductiva en pequeños rumiantes: mecanismos fisiológicos y técnicas para la inducción de una actividad sexual a contra-estación. 3er Congreso ALEPRYCS, Viña del Mar, Chile. Mayo 7-9. 1-13.
- DNAGUA. Disponible en: <http://sgp.cna.gob.mx/Publico/Mapoteca/Mapas.htm>. Fecha de acceso: 28 de agosto de 2005.

- Dacheux, J.L., Pisselet, C., Blanc, M., Hochereau-De-Reviers, M.T., Courot, M. 1981. Seasonal variations in rete testis fluid secretion and sperm production in different breeds of rams. *J Reprod. Fertil.* 61:363-371.
- Delgadillo, J.A. 2002. Utilización del fotoperiodo y el efecto macho para estimular la actividad sexual de los caprinos en el subtrópico mexicano. *Dir. Gral. Des. Agrop. For. y Pesca. Univ. Aut. De. Tamaulipas. Fundación Produce Tamaulipas, A.C. Consorcio Técnico del Noreste, A.C.* 23 al 28 de Septiembre de 2002. 1-13.
- Delgadillo, J.A., Carrillo, E., Morán, J., Duarte, G., Chemineau, P., Malpoux, B. 2001. Induction of sexual activity of male Creole gotas in subtropical northern Mexico using long days and melatonin. *J Anim Sci.* 179:2245-2252.
- Delgadillo, J.A., Chemineau, P. 1992. Abolition of seasonal release of luteinizing hormone and testosterone in Alpine male goats (*Capra hircus*) by short photoperiodic cycles. *J Reprod Fertil.* 94:45-55.
- Delgadillo, J.A., Cortez-López, M.E., Duarte, G., Malpoux, B. 2000. El fotoperiodo modifica la actividad sexual de los machos cabríos criollos del subtrópico mexicano. *Memorias del XLIII Congreso nacional de ciencias fisiológicas y XX Congreso latinoamericano de ciencias fisiológicas.* Septiembre 3 - 7, Cancún, Quintana Roo, México, C191.
- 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(1)69-79.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpoux, B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female gotas using male gotas treated only with artificially long days. *J. Anim. Sci.* 80:2780-2786.
- Duarte, G. 2000. Estacionalidad reproductiva y efecto del fotoperiodo sobre la actividad ovulatoria de las hembras caprinas de la Comarca Lagunera (tesis doctorado). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.
- Fabre-Nys, C. 1999. Curso Internacional "Fisiología de la Reproducción en Rumiantes". Memoria. Colegio de Posgraduados.
- Flores, J.A., Véliz, F.G., Perez-Villanueva, J.A., Martinez de la Escalera, G., Chemineau, P., Poindron, P. 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.

Gelez, H., Lindsay, D.R., Balnche, D., Martin, G.B., Fabre-Nys, C. 2003. Temperament and sexual experience affect female sexual behaviour in sheep. *Applied Animal Behaviour Science*. 84:81-87.

González, A., Foote, W.C., Murphy, B.D., Ortega, E. 1992a. Seasonal variations in circulating testosterone and luteinizing hormone in pelibuey lambs. *Small Rumin Res*. 8:233-242.

González, A., Murphy, B.D., Foote, W.C., Ortega, E. 1992b. Circannual estrous variations and ovulation rate in Pelibuey ewes. *Small Rumin Res*. 8:225-232.

Greyling, J.P.C. 2000. Reproduction traits in the boer goat. *Small Rumin Res*. 36:171-177.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2003, 2004. Disponible en: http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/sociodemografico/SAM/2005/SAM-2005.pdf. Fecha de acceso: 13 de julio de 2006.

Knights, M., Baptiste, Q.S., Lewis, P.E. 2002. Ability of ram introduction to induce LH secretion, estrus and ovulation in fall-born ewe lambs during anestrus. *Anim Reprod. Sci*. 69:199-209.

Lincoln, G.A., Short, R.V. 1980. Seasonal breeding: nature's contraceptive. *Recent Prog Horm. Res*. 36:1-52.

Malpaux, B., Delgadillo, J.A., Chemineau, P. 1997. Neuroendocrinología del fotoperiodo en el control de la actividad reproductiva. *Memorias del Seminario internacional "Tópicos avanzados en reproducción animal"*; 1997 septiembre 12; Montecillo, México: Colegio de posgraduados. 23 - 35.

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., Tjondronegoro, S., Boukhliq, R., Blackberry, M.A., Briegel, J.R., Blache, D., Fisher, A., Adams, R. 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.

Oldhman, C.M., Pearce, D.T., Gray, S.J. 1985. Progesterone priming and age of ewe affect the life-span of corpora lutea induced in the seasonally anovulatory Merino ewe by the "ram effect". *J Reprod Fertil*. 75:83-98.

- Pearce, D.T., Oldham, C.M. 1984. The "ram effect", its mechanism and application to the management of sheep. In: Lindsay, D.R., Pearce, D.T. editors. *Reproduction in sheep*. Canberra, Australia: Australian Academy of Science, 26-34.
- Pérez, C., López, A., Castillejo, A., Bielli, A., Laborde, D., Gastel, T., Tagle, R., Queirolo, D., Franco, J., Forsberg, M., Rodríguez-Martínez, H. 1997. Reproductive seasonality of corridale rams under extensive rearing conditions. *Acta Vet Scand.* 38:109-117.
- Poindron, P., Cognié, Y., Gayerie, F., Orgeur, P., Oldham, C.M., Ravault, J.P. 1980. Changes in gonadotrophins and prolactin levels in isolated (seasonally or lactationally) anovular ewes associated with ovulation caused by the introduction of rams. *Physiol. Behav.* 25:227-237.
- Ramón-Ugalde, J., Saginés-García, J. 2002. Respuesta al efecto macho de primas pelibuey en condiciones de pastoreo y suplementación en trópico. *Téc Pec. Méx.* 40(3): 309-317.
- Ritar, A.J., Ball, P.D., O'May, P.J. 1990. Artificial insemination of cashmere goats: effects on fertility and fecundity of intravaginal treatment, method and time of insemination, semen freezing process, number of motile spermatozoa and age of females. *Reproduction, Fertility and Development.* 2:377-384.
- Rosa, H.J.D., 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.
- Rosciszewka, Z.E. 1985. The influence of earlier mating experience of ewes on their subsequent mating behaviour and reproductive performance. *Anim. Reprod. Sci.* 9:223-229.
- Sáenz-Escárcega, P., Hoyos, G., Salinas, G., Martínez, M., Espinoza, J.J., Guerrero, A., Contreras, E. 1991. Establecimiento de módulos caprinos con productores cooperantes. En: *Evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera*. Flores Álvarez, S, editor. Torreón, Coahuila, 124-34.
- Thimonier, J., Cognié, Y., Lassoued, N., Khaldi, G. 2000. L'effet mâle chez les ovins : une technique actuelle de maîtrise de la reproduction. *INRA Prod Anim.* 13:223-231.
- Thimonier, J., Mauléon, P. 1969. Variations saisonnières du comportement d'oestrus et des activités ovarienne et hypophysaire chez les ovins. (Seasonal variations in behavioral estrus and in ovarian and pituitary activities in the sheep. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.*, 9:233-250.
- Ungerfeld, R., Forsberg, M., Rubianes, E. 2004. Overview of the response of anoestrous ewes to the ram effect. *Reproduction Fertility and Development.* 16:479-490.

- Urrutia, J., Gámez, H.G., Andrade, B.M. 2003. Influencia del pastoreo restringido en el efecto macho en cabras en baja condición corporal durante la estación de anestro. *Téc Pecu. Mex.* 41(3):251-260.
- Véliz, F.G., Moreno, S., Duarte, G., Vielma, J., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2001. Male effect in seasonally anovulatory lactating goats depends on the presence of sexually active bucks, but not estrous females. *Anim Reprod. Sci.* 72: 197-207.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Henniawati, R. 1993. The male effect in the Australian cashmere goat. 2. Role of olfactory cues from the male. *Anim. Reprod. Sci.* 32:55-67.
- 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.