

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**INDUCCIÓN DE LA ACTIVIDAD SEXUAL MEDIANTE EL EFECTO
MACHO EN LAS CABRAS CRIOLLAS DE LA REGIÓN SURESTE DE
COAHUILA**

POR:

RUBÉN HERRERA MARTÍNEZ

TESIS:

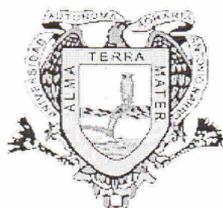
**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

AGOSTO 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TESIS

INDUCCIÓN DE LA ACTIVIDAD SEXUAL MEDIANTE EL EFECTO
MACHO EN LAS CABRAS CRIOLLAS DE LA REGIÓN SURESTE
DE COAHUILA

POR:

RUBÉN HERRERA MARTÍNEZ

ASESOR PRINCIPAL

DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

TORREÓN COAHUILA, MÉXICO

AGOSTO 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

TESIS

INDUCCIÓN DE LA ACTIVIDAD SEXUAL MEDIANTE EL EFECTO
MACHO EN LAS CABRAS CRIOLLAS DE LA REGIÓN SURESTE
DE COAHUILA

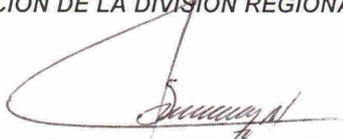
POR:

RUBÉN HERRERA MARTÍNEZ
ASESOR PRINCIPAL



DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



M.V.Z. RODRIGO I. SIMÓN ALONSO



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN COAHUILA, MÉXICO

AGOSTO 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

PRESIDENTE DE JURADO



DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

VOCAL



DR. GERARDO DUARTE MORENO

VOCAL



DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

VOCAL SUPLENTE



DR. GONZALO FITZ RODRÍGUEZ

TORREÓN COAHUILLA, MÉXICO

AGOSTO 2010

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**INDUCCIÓN DE LA ACTIVIDAD SEXUAL MEDIANTE EL EFECTO
MACHO EN LAS CABRAS CRIOLLAS DE LA REGIÓN SURESTE DE
COAHUILA**

**POR:
RUBÉN HERRERA MARTÍNEZ**

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

ASESOR PRINCIPAL

DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

ASESORES

DR. JOSE ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

DR. GERARDO DUARTE MORENO

DR. JESUS VIELMA SIFUENTES

DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

DR. GONZALO FITZ RODRÍGUEZ

TORREÓN COAHUILA, MÉXICO

AGOSTO 2010

Dedicatoria

A MI PADRE DIOS

Gracias Padre bueno te agradezco la vida y con ello cada regalo, los favores recibidos y, por esta gracia de parte tuya; el ser Medico Veterinario Zootecnista, te agradezco todo lo que soy. Éste es el día que tanto he esperado hoy participo de tu confianza pues todo conocimiento procede de Ti mi Padre Dios.

A mi Madre del cielo

Gracias María de Guadalupe eres la única que siempre estas conmigo has guiado mis pasos y con tu manto precioso has cobijado mi vida.

A mis padres

J. Pedro Herrera Briones y Flora Isabel Martínez Morales

Gracias por el apoyo incondicional que a lo largo de mi vida me han brindado gracias por no quitar el dedo del renglón ya que hoy he terminado mi carrera, gracias por estar allí en los momentos más difíciles de mi vida, gracias por ser mis padres. El amor de una madre no tiene comparación.

A mis hermanos

Eduardo, Georgina, Ángeles, Daniel, Guadalupe.

Les agradezco por el apoyo sin igual y cariño de hermanos desde siempre mas aun en mi carrera, todos los bellos recuerdos de momentos que vivimos juntos los guardo en mi corazón, como a cada uno de ustedes, los quiero mucho, jamás lo olviden.

A mi hija

Citlaly Itzayana

Cuando leas esto quiero que sepas que eres mi estrellita, regalo de Dios, gracias por tu compañía en mi carrera me enseñas cada día a ser padre y mejor persona, eres el impulso, la razón para iniciar cada día, la fuerza de mi ser, todo lo hago por Ti, te quiero muchísimo, eres mi niña buena.

A MI EPOSA

Alicia Hernández Gualito

Alicia, a ti te debo mi carrera profesional, estos cinco largos años, contigo la compartí, tu sufriste conmigo, tu gozaste conmigo. Éste también es tu triunfo, gracias mi amor por estar a mi lado, por compartir tu vida conmigo, por todo tu esfuerzo, con mi vida te lo pagaré. Gracias por esa maravillosa niña que es nuestra hija me hiciste ser padre y esposo a ti te dedico mi tesis. Te amo mi vida, te amo.

Agradecimientos

A Dios, por darme la gracia de tener un logro más, una profesión para la vida, realizarme como persona y como individuo. Por darme la sabiduría suficiente para tal fin y sobre todo la paciencia para estar en mi carrera y con mi esposa e hija, gracias Señor.

Al Dr. José Alfredo Flores Cabrera. Por ser profesor, amigo y mi asesor, por brindarme su tiempo y la oportunidad de trabajar para realizar esta tesis y así obtener mi título.

Al Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez. Por su valioso apoyo y colaboración para la realización de esta tesis.

Al Dr. Gerardo Duarte Moreno. Por su amistad, enseñanza y la corrección de esta tesis.

Al Dr. Horacio Hernández Hernández. Por su enseñanza, colaboración y corrección de esta tesis.

Al Dr. Jesús Vielma Sifuentes. Por su valiosa cooperación en el desarrollo de este proyecto.

Al Dr. Gonzalo Fitz Rodríguez. Por su amistad, por compartir sus conocimientos conmigo y sobre todo por su apoyo y aportaciones para la realización de esta tesis.

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

A Fondos Mixtos del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Coahuila por el apoyo económico para la realización del proyecto (CLAVE: COAH-2009-C11-120715).

A los productores caprinos del Ejido Camiseta, Municipio de Parras de la Fuente, Coahuila por facilitar las hembras para la realización del proyecto.

A todos mis amigos, por su valiosa amistad y consejo en estos cinco años de carrera; Julio Cesar, José Luis, Marco Antonio, Javier de los Ángeles, Misael, Gaby, Elvia, Oliver, Moy, Oscar, Arturo, Jessica, Sergio, Brenda y José Ángel Rodríguez Quintero.

CONTENIDO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
INTRODUCCIÓN	1
1. ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA DE LOS CAPRINOS	2
2. RESPUESTA DE LAS HEMBRAS AL EFECTO MACHO	3
2.1. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RESPUESTA DE LAS HEMBRAS SOMETIDAS AL EFECTO MACHO	4
2.1.1. <i>Comportamiento sexual del macho</i>	4
2.1.2. <i>Influencia de la alimentación en la actividad sexual de los caprinos</i>	5
3. SISTEMA DE EXPLOTACIÓN.....	6
3.1. EL SISTEMA TRADICIONAL	6
3.2. EL SISTEMA EXTENSIVO	7
3.3. SISTEMAS EN VÍAS DE INTENSIFICACIÓN O SEMI-EXTENSIVOS.	7
OBJETIVO	9
HIPÓTESIS	9
MATERIAL Y METODOS	10
1. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	10
2. ANIMALES EXPERIMENTALES.....	10
2.1. MACHOS	10
2.1.1. <i>Tratamiento fotoperiódico de los machos</i>	10
2.2. HEMBRAS	11
3. EFECTO MACHO	11
4. VARIABLES DETERMINADAS.....	12
4.1. ACTIVIDAD OVULATORIA	12

4.2. TASA OVULATORIA	12
4.3. FERTILIDAD A LOS 50 DÍAS.....	12
5. ANÁLISIS DE DATOS	12
RESULTADOS.....	13
1. ACTIVIDAD OVULATORIA	13
2. TASA OVULATORIA	13
3. FERTILIDAD A LOS 50 DÍAS.....	13
DISCUSIÓN	14
CONCLUSIÓN	17
LITERATURA CITADA.....	18

RESUMEN

El objetivo de la presente tesis fue determinar la respuesta ovulatoria y la fertilidad de las cabras anovulatorias de la Región Sureste de Coahuila sometidas al efecto macho. El presente estudio se realizó del 1 Noviembre al 30 de Mayo en los Ejidos Camiseta, Municipio de Parras de la Fuente, Coahuila ubicado en la Región Sureste del estado de Coahuila y en el Ejido Morelos II, Municipio de Matamoros Coahuila, en la Región Lagunera. Se utilizaron 4 machos cabríos Criollos adultos los cuales se sometieron a días largos artificiales (16 hrs de luz/día) del 1 de noviembre al 15 de enero. De la Región Sureste de Coahuila (Ejido Camiseta) se seleccionaron 23 cabras adultas multíparas y anovulatorias, las cuales eran explotadas en un sistema de pastoreo extensivo y se estabularon al iniciar el experimento. De la Región Lagunera (Ejido Morelos II), se seleccionaron 48 cabras Criollas adultas y multíparas explotadas en un sistema de pastoreo extensivo y también se estabularon al iniciar el experimento. En el mes de abril las hembras seleccionadas en las dos regiones de Coahuila fueron puestas en contacto con los machos. Las hembras del Ejido Camiseta (n=23) fueron puestas en contacto con 2 machos. De igual manera las hembras seleccionadas en el Ejido Morelos II (n=48) fueron puestas en contacto con 2 machos. En ambos grupos las hembras permanecieron con los machos 18 días. La actividad ovulatoria se determinó mediante ultrasonografía transrectal 18 días después de la introducción de los machos. La tasa ovulatoria fue determinada mediante el número de cuerpos lúteos registrados en ambos ovarios al momento de realizar las ecografías al día 18 después de la introducción de los machos. La fertilidad se determinó a los 50 días postintroducción de los machos mediante una ecografía abdominal. En el Ejido Camiseta, el porcentaje de hembras que ovularon durante los 15 días de contacto con los machos fue el 100% (23/23), mientras en el Ejido Morelos II, el porcentaje de hembras que ovularon fue del 90% (43/48; $P>0.05$). La tasa ovulatoria fue mayor ($P>0.05$) en el rebaño del Ejido Camiseta (1.9 ± 0.02) que las hembras del Ejido Morelos II (1.5 ± 0.3). El porcentaje de cabras que fueron diagnosticadas gestantes al día 50 después de la introducción de los machos fue mayor ($P>0.05$), en las hembras del Ejido Camiseta (20/22; 90%) que en las hembras

del Ejido Morelos II (23/48; 47.9%). Se concluye que la respuesta ovulatoria de las cabras anovulatorias de la Región Sureste de Coahuila es similar a la respuesta de las cabras de la Región Lagunera al ser sometidas al efecto macho utilizando machos tratados. Sin embargo, la fertilidad difiere entre las dos regiones debido probablemente, al manejo del hato posterior al efecto macho.

Palabras clave: caprinos, efecto macho, sureste de Coahuila, actividad ovulatoria, fertilidad.

INTRODUCCIÓN

La Región Sureste de Coahuila es una de las principales regiones productoras de cabrito en el país y constituye una fuente importante de ingresos de un alto número de familias rurales. Una limitante de la caprinocultura en la Región es la estacionalidad reproductiva de los machos y hembras caprinos que repercute en la producción de cabrito y leche. La estacionalidad de la producción reduce considerablemente el bienestar de las familias dedicadas a la caprinocultura en algunas épocas del año. La estacionalidad en la producción de cabrito y leche puede modificarse si los partos de las hembras ocurren fuera de la estación natural. La época natural de partos, y en consecuencia, la producción de cabrito y leche, pueden modificarse utilizando las interacciones socio-sexuales. La actividad sexual de los machos puede estimularse durante el periodo natural de reposo utilizando la luz natural y artificial. Los machos estimulados al ser puestos en contacto con hembras anovulatorias estimulan su actividad reproductiva durante el periodo de reposo sexual (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002). Esta técnica es conocida como "efecto macho". El uso del efecto macho utilizando machos inducidos a una intensa actividad sexual es una tecnología cuya eficiencia se ha demostrado en un gran número de estudios realizadas con productores de bajos recursos en la Comarca Lagunera desde hace más de una década (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007; De Santiago-Miramontes *et al.*, 2008). El efecto macho es una tecnología que permite incrementar la productividad, la rentabilidad de los hatos caprinos y puede ser adaptada fácilmente al sistema de explotación extensivo de la Región Sureste de Coahuila.

REVISIÓN DE LITERATURA

1. Estacionalidad reproductiva de los caprinos

En las zonas subtropicales se ha reportado la existencia de una estacionalidad en la actividad reproductiva tanto de machos como de hembras caprinas que se explotan en esas regiones (Restall, 1992; Delgadillo *et al.*, 1999; Rivera *et al.*, 2003; Duarte *et al.*, 2008). Similar a otras especies, la estacionalidad reproductiva de los caprinos es un fenómeno adaptivo desarrollado por estas especies para que los partos ocurran en el momento más óptimo, para favorecer la sobrevivencia de las crías (Ortavant *et al.*, 1985). La estacionalidad reproductiva se caracteriza por la alternancia de un periodo de reposo sexual o anestro seguido por un periodo de actividad sexual (Duarte *et al.*, 2008). En las hembras locales de la Región Lagunera, la estación sexual se registra durante el otoño y el invierno (septiembre-marzo; Duarte *et al.*, 2008) y se caracteriza por la presentación de ciclos estrales y ováricos de 21 días de duración en promedio. En los machos la estación sexual se desarrolla de finales de la primavera hasta el invierno (mayo-diciembre; Delgadillo *et al.*, 1999) y se caracteriza porque los machos manifiestan un intenso comportamiento sexual, olor y elevadas concentraciones de testosterona plasmática.

Se ha demostrado que la estacionalidad reproductiva de los caprinos es controlada principalmente por las variaciones del fotoperiodo a través del año (Delgadillo *et al.*, 2004; Malpoux, 2006). En condiciones artificiales, es decir, cuando se manipula el fotoperiodo, los días cortos estimulan la actividad sexual y los días largos, la inhiben (Lincoln y Short, 1980; Delgadillo *et al.*, 1991; 1992; 2004). Sin embargo, otros factores como las relaciones socio-sexuales y la nutrición pueden modificar el patrón estacional de reproducción estacional tanto en machos como en hembras (Martin *et al.*, 2004; Delgadillo *et al.*, 2009).

2. Respuesta de las hembras al efecto macho

La actividad sexual (estro y ovulación) de las hembras anéstricas puede inducirse al ponerlas en contacto con un macho. Este fenómeno de bioestimulación es capaz de estimular y sincronizar el estro, además de producir la ovulación de las hembras en anestro, es conocido como efecto macho (Chemineau, 1987). La respuesta hormonal (secreción de LH) es inmediata al contacto con el macho, mientras que las respuestas conductuales estro y ovárica (ovulación) se producen en los primeros 5 días de contacto entre hembras y machos (Chemineau, 1987; Delgadillo *et al.*, 2009; Vielma *et al.*, 2009).

En cabras y ovejas anéstricas, la exposición a un macho provoca inmediatamente un incremento en la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH (Poindron *et al.*, 1980; Chemineau *et al.*, 1986; Vielma *et al.*, 2009). Si el estímulo de los machos permanece, el incremento en la secreción de hormonas hipofisarias (LH y FSH) provoca el desarrollo de los folículos ováricos, que secretan elevadas cantidades de estradiol, lo que permite la aparición del pico preovulatorio de LH y la ovulación (Chemineau, 1987; Ungerfeld *et al.*, 2004). En un número variable de cabras, la primera ovulación va acompañada de comportamiento estral entre los días 2 y 5 después de la exposición al macho. El cuerpo lúteo que se forma de esta primera ovulación es de mala calidad y secreta progesterona en bajas cantidades, lo cual no impide un incremento en la secreción de LH (Chemineau *et al.*, 2006). Por ello, la mayoría de las cabras manifiestan un segundo estro entre los días 6 y 12 después del primer contacto con el macho, el cual es acompañado generalmente por la ovulación, el cuerpo lúteo que se forma es de calidad y duración normal (21 días; Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Chemineau *et al.*, 2006).

2.1. Factores que influyen en la respuesta de las hembras sometidas al efecto macho

La respuesta de las hembras expuestas al estímulo del macho pueden variar debido, a la intensidad del comportamiento sexual de los machos, la nutrición y el sistema de explotación, entre otros (Mellado *et al.*, 1994; Walkden-Brown *et al.*, 1999; Delgadillo *et al.*, 2006).

2.1.1. Comportamiento sexual del macho

El “efecto macho” es un fenómeno multisensorial, la respuesta endocrina y sexual de las hembras depende de la calidad de las señales exteroceptivas emitidas por el macho. Durante el periodo de reposo sexual, la calidad de las señales del macho (olor, vocalizaciones y conductas sexuales) disminuye considerablemente, y es probable que esta disminución sea la responsable de la baja o nula proporción de hembras estimuladas en algunos meses del anestro estacional al ser expuestas al macho (Restall, 1992; Flores *et al.*, 2000). En el periodo de reposo sexual de los machos, la actividad endocrina, el olor y el comportamiento sexual de éstos pueden ser estimulados a través de tratamientos fotoperiódicos (Delgadillo *et al.*, 2002). En los machos cabríos locales de la Comarca Lagunera, por ejemplo, una intensa actividad sexual se induce en el periodo de reposo (febrero-abril) al someterlos a 2.5 meses de días largos (16 horas luz) a partir del 1 de noviembre. En los machos sometidos a este tratamiento fotoperiódico se incrementa la secreción de testosterona, el olor y el comportamiento sexual en el periodo de reposo (Delgadillo *et al.*, 2002; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007). Los machos sometidos al tratamiento fotoperiódico son más eficientes que los no tratados para estimular la actividad estral y ovárica en las cabras anéstricas (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002).

2.1.2. Influencia de la alimentación en la actividad sexual de los caprinos

La alimentación juega un papel muy importante en la respuesta sexual de las hembras expuestas al efecto macho. La proporción de hembras que despliegan una conducta estral y ovulatoria en respuesta a los machos 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). El intervalo entre la introducción de los machos y el inicio de la actividad estral es más prolongado en las hembras subalimentadas (5 días), que tienen una baja condición corporal, que en las hembras bien alimentadas, que tienen una alta condición corporal (2 días; Mellado *et al.*, 1994). De igual manera, 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 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 en los animales sometidos a una dieta de baja calidad (Walkden-Brown *et al.*, 1994). De igual manera, en los machos cabríos cashmere de Australia (28° N), la subalimentación provoca un retraso en el inicio de la actividad sexual, indicado por un tardío incremento del peso testicular, de la secreción de testosterona y del olor sexual en comparación con los machos bien alimentados (Walkden-Brown *et al.*, 1994).

En los caprinos Criollos del Norte de México (26° N), la alimentación también influye en la actividad sexual anual aun cuando no es el factor medioambiental más importante para su estacionalidad reproductiva (Duarte *et al.*, 2008). Por ejemplo, en las cabras Criollas que se explotan en condiciones extensivas, la actividad

reproductiva termina un mes antes que en las hembras mantenidas en estabulación (Duarte *et al.*, 2008).

3. Sistema de explotación

En la Región Sureste de Coahuila que comprende los municipios de General Cepeda, Parras de la Fuente, Saltillo y Ramos Arizpe, normalmente los caprinos se explotan primordialmente para carne. Los criadores de ganado caprino envían el cabrito al abasto entre las primeras 6-8 semanas de edad con un peso aproximado que va de 7-11 kg por animal. Esto es debido a la preferencia del consumidor hacia el cabrito de esta edad y en raras ocasiones se desteta para producir leche. El rendimiento de carne en canal se ve de 45 a 60% dependiendo de edad, raza, sexo y alimentación del animal. El tipo de raza que se maneja es Criollo. Este tipo de ganado es el resultado de la mezcla de razas traídas a México desde la época de la Conquista, sus principales características son la rusticidad y resistencia a condiciones adversas (Flores-Barrueto, 2004).

En la Región Sureste se pueden distinguir dos tipos de sistemas de producción: El sistema tradicional y el sistema extensivo (Flores-Barrueto, 2004).

3.1. El sistema tradicional

Este sistema, que también se podría definir como el «ancestral», se caracteriza fundamentalmente por la presencia de rebaños pequeños e incluso muy pequeños, empleo de mano de obra exclusivamente familiar, ordeño a mano (1 ó 2 veces al día) y la venta diaria de la leche cruda a particulares. El pastoreo es diario sin recibir complemento alimenticio alguno. Habitualmente, los machos permanecían siempre en el rebaño con las hembras y con el fin de evitar cubriciones en épocas no deseadas se utiliza en ocasiones, un mandil (Flores-Barrueto, 2004).

Las consecuencias directas de la falta de aplicación de técnicas de manejo y sanitarias son; un número de partos por cabra reproductora muy variable y descontrol casi absoluto de las cubriciones, excepto en el caso de la reposición, los cabritos no salen a pastar con el rebaño de reproductores. A nivel sanitario, no existe control de enfermedades ni vacunaciones lo cual da lugar, entre otras cosas, a mortalidades elevadas y baja productividad general del hato (Flores-Barrueto, 2004).

3.2. El sistema extensivo

Los sistemas de producción extensivos son sistemas tradicionales orientados a la producción de cabritos para el sacrificio, con un tamaño de rebaño por lo general menor al de la media de la zona, alimentación basada en pastoreo sin suplemento alimenticio y con muy baja planificación del manejo reproductivo. En el sistema de producción extensivo, la leche, al no poderse vender directamente a particulares, se recoge en el rebaño y se destina (excepto la correspondiente al autoconsumo) a la producción de queso y dulces, (pudiéndose tratar de producción artesanal o industrial). A nivel sanitario el rebaño es controlado a través de las campañas sanitarias establecidas en la delegación y que son de obligado cumplimiento. No obstante, el sistema extensivo, al igual como ocurría con el tradicional, sigue adoleciendo de una manifiesta falta de tecnificación y en consecuencia, sus índices productivos son bajos (Flores-Barrueto, 2004).

3.3. Sistemas en vías de intensificación o semi-extensivos.

En este tipo de sistema, existente principalmente en la Región Lagunera se realiza un ordeño diario lo que obliga a un mayor control del rebaño que suele ser de un tamaño superior al de la media. El pastoreo constituye la base de la alimentación pero además existe un aporte en pesebre de forraje seco y se observa una cierta planificación en el manejo reproductivo. La producción de cabritos sigue teniendo un

relativo peso en los ingresos de la explotación. El pastoreo diario se realiza con el aprovechamiento de rastrojos y pastizales marginales. Sin base territorial aprovechan los pastizales que se originan por la actividad agrícola (barbechos, rastrojos, podas) y además utilizan como alimentos complementarios aquellos subproductos derivados de la misma: pajas, bagazos, salvados, etc. La producción es mixta (leche-carne), las hembras se ordeñan siempre, con una duración total mínima del ciclo de lactación de cinco o seis meses, incluyendo la época de cría de los cabritos, aunque se puede prolongar dicha lactación unos meses más. Se obtienen producciones medias que no suelen superar el litro diario (Flores- Barrueto, 2004).

OBJETIVO

Determinar la respuesta ovulatoria y fertilidad de las cabras anovulatorias sometidas al efecto macho en la Región Sureste de Coahuila.

HIPÓTESIS

La respuesta ovulatoria y la fertilidad de las cabras anovulatorias de la Región Sureste de Coahuila son similares a la registrada en la Región Lagunera al utilizarse machos sexualmente activos.

MATERIAL Y METODOS

1. Localización del experimento

El presente estudio se realizó del 1 Noviembre de 2009 al 30 de Mayo de 2010 en el Ejidos Camiseta, Municipio de Parras de la Fuente, Coahuila ubicado en la Región Sureste del estado de Coahuila. El cual se ubica a una latitud de 25° Norte y una altitud de 1500 metros sobre el nivel del mar. Las variaciones naturales del fotoperiodo en la Región Sureste son de 13:40 horas durante el verano y de 10:15 horas luz durante el invierno. Otra parte del estudio se realizó en el Ejido Morelos II, Municipio de Matamoros, Coahuila en la Región Lagunera. El cual está ubicado a una latitud 26° Norte y una altitud que varía entre los 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 verano y de 10:19 horas luz durante el invierno.

2. Animales experimentales

2.1. Machos

Para el presente estudio se utilizaron 4 machos cabríos Criollos adultos. Estos machos se alojaron en un corral al aire libre de 5 x 6 m y se alimentaron durante todo el estudio con heno de alfalfa a libre acceso y 300g de concentrado comercial (14% PC. 2.5 Mcal/kg) por día por animal. El agua y sales minerales se proporcionaron al libre acceso.

2.1.1. Tratamiento fotoperiódico de los machos

Los machos se sometieron a días largos artificiales (16hr de luz/día) del 1 de Noviembre al 15 de enero. Para ello, en el corral se instalaron 6 lámparas fluorescentes que proporcionaron una intensidad luminosa entre 250 y 350 lux a nivel de los ojos de los machos. Los días largos fueron proporcionados cambiando luz

artificial y luz natural. El mecanismo de encendido y apagado de las lámparas se realizó mediante un reloj automático y programable (Interamic, Timerold, USA). El encendido de las lámparas fue fijo y ocurrió diariamente a las 06:00 h y el apagado fue a las 09:00 h y por la tarde, el encendido de las lámparas se realizó a las 17:00 h y el apagado fue a las 22:00 h.

2.2. Hembras

De la Región Sureste de Coahuila (Ejido Camiseta) se seleccionaron 23 cabras adultas multíparas, las cuales eran explotadas en un sistema de pastoreo extensivo y se estabularon al iniciar el experimento. De la Región Lagunera (Ejido Morelos II), se seleccionaron 48 cabras Criollas adultas y multíparas. En ambas regiones, la ciclicidad fue determinada mediante una ecografía transrectal realizada 10 días antes de la introducción de los machos en los grupos de hembras. Para ello, se efectuó un ultrasonido transrectal con un Scanner modo-B (Aloka SSD 550. Tokio Japón) equipado con un transductor lineal de 7.5 MHz. El criterio para determinar si una hembra estaba cíclica, fue la presencia de al menos un cuerpo lúteo (de Castro et al. 1999). Las hembras cíclicas fueron eliminadas del estudio y solamente se seleccionaron hembras anovulatorias.

3. Efecto macho

En el mes de abril las hembras seleccionadas en las dos regiones de Coahuila fueron puestas en contacto con los machos. Las hembras del Ejido Camiseta (n=23) fueron puestas en contacto con 2 machos. De igual manera las hembras seleccionadas en el Ejido Morelos (n=48) fueron puestas en contacto con 2 machos. En ambos grupos las hembras permanecieron con los machos 18 días.

4. Variables determinadas

4.1. Actividad ovulatoria

La actividad ovulatoria se determinó mediante una ultrasonografía transrectal utilizando para ello un Scanner modo –B (Aloka SSD Tokio, Japón) equipado con transductor lineal de 7.5 MHz. El criterio para evaluar si una hembra había ovulado fue la presencia de al menos un cuerpo lúteo en los ovarios. Para ello, se realizó una ecografía 18 días después de la introducción de los machos.

4.2. Tasa ovulatoria

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

4.3. Fertilidad a los 50 días

En ambos grupos se determinó el número de hembras gestantes a los 50 días postintroducción de los machos. Para ello, se realizó una ecografía al día 50 después de la introducción de los machos. Para ello, se utilizó un transductor abdominal de 3.5 MHz.

5. Análisis de datos

Las proporciones de hembras que ovularon y de hembras gestantes se compararon mediante una prueba de X^2 . La tasa ovulatoria se comparó mediante una prueba no paramétrica U de Mann-Whitney.

RESULTADOS

1. Actividad ovulatoria

En el Ejido Camiseta, el porcentaje total de hembras que ovularon durante los 15 días de contacto con los machos fue de 100% (23/23), mientras en el Ejido Morelos II, el porcentaje de hembras que ovularon durante el mismo periodo de contacto con los machos fue del 90% (43/48; $P>0.05$).

2. Tasa ovulatoria

La tasa ovulatoria fue mayor ($P>0.05$) en las hembras del Ejido Camiseta perteneciente a la Región Sureste de Coahuila y fue mayor (1.9 ± 0.02) a la registrada en las hembras del Ejido Morelos II (1.5 ± 0.3), perteneciente a la Región Lagunera.

3. Fertilidad a los 50 días

El porcentaje de cabras que fueron diagnosticadas gestantes al día 50 después de la introducción de los machos fue mayor ($P<0.05$) en las hembras del Ejido Camiseta (20/22; 90%) perteneciente a la región sureste de Coahuila que en las hembras del Ejido Morelos II (23/48; 47.9%) de la Región Lagunera.

DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación demuestran que la actividad sexual de las cabras anovulatorias de la Región Sureste de Coahuila puede ser estimulada mediante la introducción de machos sexualmente activos tratados previamente con días largos artificiales, al igual que en la Región Laguna.

Estos resultados coinciden con estudios realizados anteriormente en la Región 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). Bajo este esquema, 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). En efecto, en este estudio se seleccionaron hembras de dos regiones de Coahuila con sistemas de explotación diferentes. En la Región Lagunera, el pastoreo de las hembras se realiza principalmente a orillas de canales de riego o bien en esquilmos de cultivos. En cambio, en la Región Sureste de Coahuila, la mayoría de los caprinos se explotan en agostadero y la alimentación de las cabras consiste principalmente de la flora nativa en esa región. A pesar de la diferencia en los hábitos alimenticios y los sistemas de explotación, en ambas regiones fue posible inducir la actividad sexual de las cabras mediante el efecto macho y no existió diferencia en el

porcentaje de hembras que son estimuladas con el efecto macho (superior al 90% en ambas regiones). Esta técnica permitirá la obtención de leche y cabrito en una época en la cual normalmente no se obtienen esos productos.

Sin embargo, la fertilidad fue diferente entre las dos regiones. Lo anterior podría deberse a dos factores. Primero, la proporción de hembras por macho utilizada en las dos regiones fue diferente. En la región Sureste se utilizó la proporción macho hembra 1:10, la cual se utiliza normalmente en el efecto macho. En cambio, en la Región Lagunera se utilizó una proporción macho hembra de 1:25, lo cual probablemente influyó en la fertilidad. Segundo, al explotarse en dos regiones diferentes, las hembras pudieron haber estado expuestas a factores medioambientales adversos, (granizadas, falta de alimento, etc.) lo cual pudo haber influido en la fertilidad en la Región Lagunera. En efecto, es la primera ocasión que se registra esta baja fertilidad en más de 10 estudios realizados en nuestro laboratorio.

El uso del efecto macho utilizando machos inducidos a una intensa actividad sexual es una tecnología desarrollada en nuestro laboratorio y ha demostrado su eficiencia en un gran número de estudios realizadas con productores de bajos recursos en la Comarca Lagunera desde hace una década. Con estos resultados, esta técnica podría implementarse fácilmente al sistema de explotación extensivo de la Región Sureste de Coahuila. Con ello, se permitirá incrementar la competitividad, la productividad, la rentabilidad de los hatos caprinos y en consecuencia, el bienestar de las familias rurales dedicadas a la caprinocultura en esta Región de Coahuila.

Es importante determinar si la inducción de la actividad sexual fuera de la época natural en la región Sureste de Coahuila permitirá la obtención de cabrito fuera de época natural, así como los beneficios a los productores dedicados a esta actividad.

CONCLUSIÓN

Se concluye que la respuesta ovulatoria de las cabras anovulatorias de la Región Sureste de Coahuila es similar a la respuesta de las cabras de la Región Lagunera al ser sometidas al efecto macho y utilizando machos tratados. Sin embargo, la fertilidad difiere entre las dos regiones debido probablemente, al manejo del hato posterior al efecto macho.

LITERATURA CITADA

Chemineau P. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats. A review. *Livest Prod Sci.* 17:135-47.

Chemineau, P., Normant, E., Ravault, J.P., Thimonier, J., 1986. Induction and persistence of pituitary and ovarian activity in the out-of-season lactating dairy goat after a treatment combining a skeleton photoperiod, melatonin and the male effect. *J Reprod Fertil.* 78, 497-504.

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.

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

De Santiago-Miramontes, M.A., Rivas-Muños, R., Muños-Gutiérrez, M., Malpoux, 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., Leboeuf, B., Chemineau, P. 1991. Decrease in the seasonality of sexual behavior and sperm production in bucks by exposure to short photoperiodic cycles. *Theriogenology* 36, 5, 755-770.

Delgadillo, J. A., Leboeuf, B., Chemineau, P. 1992. Abolition of seasonal variations in semen quality and maintenance of sperm fertilizing ability by photoperiodic cycles in goat bucks. *Small Rumin Res* 9, 47-59.

Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpoux, B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology*. 52:727-737.

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

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Hernández, H., Fernández, I.G. 2006. Importance of the signals provided by the buck for the success of the male affect in goats. *Reprod Nutr Dev*. 46:1-10.

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 of lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J Anim Sci*.80: 2780-2786.

Delgadillo, JA., 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., Martinez de la Escalera, G., Chemineau, P., Pindron, 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-Barrueta J.A. 2004. Plan Rector del Sistema Producto Caprino. Subdelegación Agropecuaria de SAGARPA. Coahuila, México.

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

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 mâle. Thèse de Doctorat. Université des Sciences et Techniques du Languedoc. France, pp. 168.

Kusina, N.T., Chinwo, 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.

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

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., Milton, J. T. B., Davidson, R. H., Banchemo Hunzicker, G. E., Lindsay, D. R., Blache, D. 2004. Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. *Anim Reprod Sci* 82-83, 231-246.

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.

Ortavant, R., Pelletier, J., Ravault, J.P., Thimonier, J., Volland-Nail, P. 1985. Photoperiod: main proximal and distal factor of the circannual cycle of reproduction in farm mammals. *Oxf Rev Reprod Biol.* 7,305-45.

Poindron, P., Cognie, 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(2), 227-36.

Restall, B.J. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim Reprod Sci.* 27: 305-18.

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.

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

Vielma, J., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A., 2009. Male sexual behavior contributes to the maintenance of high LH pulsatility in anestrous female goats. *Horm Behav.* 56, 444-449.

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(2), 351-60.

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

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.