

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**RESPUESTA DE LAS CABRAS SAANEN MULTÍPARAS Y
NULÍPARAS AL EFECTO MACHO UTILIZANDO MACHOS
SEXUALMENTE ACTIVOS**

POR:

JESÚS HERIBERTO SÁENZ ROMERO

TESIS:

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MARZO, 2008

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**RESPUESTA DE LAS CABRAS SAANEN MULTÍPARAS Y
NULÍPARAS AL EFECTO MACHO UTILIZANDO MACHOS
SEXUALMENTE ACTIVOS**

POR:

JESÚS HERIBERTO SÁENZ ROMERO

ASESOR PRINCIPAL

DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MARZO, 2008

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**RESPUESTA DE LAS CABRAS SAANEN MULTÍPARAS Y
NULÍPARAS AL EFECTO MACHO UTILIZANDO MACHOS
SEXUALMENTE ACTIVOS**

POR:

JESÚS HERIBERTO SÁENZ ROMERO

ASESOR PRINCIPAL

DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

M.C. JOSÉ LUIS FCO. SANDOVAL ELÍAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MARZO, 2008

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



PRESIDENTE DE JURADO

DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS

VOCAL

DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

VOCAL

DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

VOCAL SUPLENTE

M.V.Z. MA. GUADALUPE DE LA FUENTE SALCIDO

Torreón, Coahuila, México

Marzo, 2008

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



DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**RESPUESTA DE LAS CABRAS SAANEN MULTÍPARAS Y
NULÍPARAS AL EFECTO MACHO UTILIZANDO MACHOS
SEXUALMENTE ACTIVOS**

**TESIS
POR:**

JESÚS HERIBERTO SÁENZ ROMERO

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría

**ASESOR PRINCIPAL:
DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS**

**ASESORES:
DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ
DR. RAYMUNDO RIVAS MUÑOZ
DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA
M.V.Z. MA. GUADALUPE DE LA FUENTE SALCIDO**

Torreón, Coahuila, México

Marzo, 2008

Dedicatorias

El presente trabajo se lo dedico en especial a mis padres Heriberto y Maria Soledad como un reconocimiento a su confianza y apoyo.

A mi hermana Mariana Sáenz que es mi compañera de proyectos y logros.

También dedico este trabajo a las familias: Meléndez Valdez y Román Reynoso por su amistad y por abrirme las puertas de su casa incondicionalmente.

A mis compañeros: Mario, Pedro, Carlos, Guillermo, Nancy, Vladimir.

*Dedico este trabajo a dos equipos que me han llenado de satisfacciones, alegría y orgullo pero sobre todo la enseñanza que dejan en mi.
"Soles" y "charras".*

Por último no podría olvidarme en dedicar a mis abuelos: José Maria y Jesús Maria por su ejemplo a seguir dejando claro que "Basta querer para poder".

Agradecimientos

Doy gracias a mis padres: Jesús Heriberto Sáenz y María Soledad Romero por la educación que me dan, por la disciplina inculcada, por su apoyo en todo momento.

A mi brother Mario Gonzáles por brindarme su amistad y apoyo a lo largo de la carrera.

Sumamente agradecido con el DR. Francisco Gerardo Veliz Deras por su apoyo y confianza en este proyecto.

Agradeciendo a la familia Bretado por facilitar sus instalaciones para realizar el presente estudio.

Al CIRCA por el apoyo en el proyecto.

Agradezco a todos mis profesores de carrera a mis compañeros y amigos por sus enseñanzas, consejos y por brindarme su amistad.

A Dios por todas sus bendiciones y por ser mi mejor aliado.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	x
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Interacciones socio – sexuales.....	4
2.2. Estímulo del macho a la hembra: efecto macho.....	5
2.3. Cambios endocrinos y de comportamiento inducidos por la introducción de los machos.....	5
2.4. Influencia de la profundidad de anestro sobre la respuesta de las hembras al efecto macho.....	6
2.5. Influencia del comportamiento sexual de los machos sobre la repuesta sexual de las hembras al efecto macho.....	7
2.6. Influencia de la paridad de las hembras sobre la repuesta sexual al efecto macho	8
OBJETIVO.....	11
HIPÓTESIS.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1. Lugar de estudio.....	12
3.2. Animales experimentales y manejo.....	12
3.2.1. Hembras.....	13
3.2.2 Inducción de la actividad sexual de los machos.....	13

3.3. Efecto macho.....	14
3.4. Variables determinadas.....	14
3.4.1. Hembras.....	14
3.4.1.1. Determinación de la actividad estral.....	14
3.4.1.2. Determinación de la actividad ovárica y gestación a los 50 días después del estro.....	15
3.4.1.2. Determinación de la actividad ovárica y gestación a los 50 días después del estro.....	15
3.4.2. Comportamiento sexual de los machos.....	15
3.4. Análisis de datos.....	15
IV. RESULTADOS	17
4.1. Respuesta de las hembras al efecto macho.....	17
4.2. Comportamiento sexual de los machos.....	19
V. DISCUSIÓN.....	22
VI. CONCLUSIÓN.....	24
VII. REFERENCIAS.....	25

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar si el número de partos es un factor que influye en la respuesta estral y ovulatoria de las cabras Saanen del subtrópico Mexicano cuando son expuestas a machos sexualmente activos. Se utilizó un grupo de hembras Multíparas (n=20) de 3 a 4 años de edad y un grupo de hembras Nulíparas (n=15) de un año cuatro meses de edad de la raza Saanen. Además, se utilizaron 4 machos cabríos de las razas Saanen y Alpino. Los machos y las hembras fueron alojados en corrales por separado. Las hembras Nulíparas y Multíparas fueron alimentadas con heno de alfalfa a libre acceso. Además, las hembras Multiparas también fueron alimentadas con 150 g de concentrado comercial (14% PC, 2.5 Mcal/kg) en cada ordeña (06:00 y 17:00 h) por animal, durante todo el periodo experimental. El agua y los minerales fueron proporcionados a libre acceso. Los machos cabríos fueron alojados en instalaciones abiertas y sometidos a un tratamiento fotoperiódico de días largos continuos (16 h de luz/día) del 1 de noviembre al día del efecto macho (20 de abril). El 20 de abril a las 08:00 h, el grupo de hembras Multíparas fue puesto en contacto con 2 machos, igualmente el grupo de hembras Nulíparas se expuso también a otros 2 machos. La actividad estral se registró dos veces por día (08:00 h y 17:00 h) desde el primer día de contacto con los machos hasta el final del estudio (23 días). El comportamiento sexual de los machos se determinó durante los primeros 5 días después de la introducción de estos con los grupos de hembras. De las hembras Multiparas el 100% (20/20) fue detectada en estro en los primeros 10 días, mientras que en el grupo de las Nulíparas solo el 53% (8/15)

presentó actividad estral ($P < 0.05$). Igualmente el 100% (20/20), de las hembras Multíparas ovularon y fueron diagnosticadas gestantes a los 45 días después de la introducción de los machos, mientras que las hembras Nulíparas solamente el 53% (8/15) ovuló y solo el 33% (5/15) quedó gestante. De las conductas sexuales registradas en los machos al ponerlos en contacto con las hembras, solamente los olfateos y los intentos de monta fueron superiores ($>75\%$) cuando estuvieron con las hembras Multíparas ($P > 0.05$). Sin embargo la mayoría de las conductas (las aproximaciones, los flehmen, automarcajes y las montas) fueron similares ($P < 0.05$) entre grupos de machos. Los resultados del presente estudio sugieren que las cabras Nulíparas de la raza Saanen responden en menor proporción que las hembras Multíparas, sin embargo los machos sexualmente activos se comportan de manera similar con ambas hembras.

Palabras clave: Caprinos, Nulíparas, Multíparas, Efecto macho, Saanen, Reproducción.

I. INTRODUCCIÓN

En el territorio nacional se explotan aproximadamente 9.86 millones de caprinos (SAGARPA, 2003), teniendo el primer lugar a nivel de Latinoamérica (SAGARPA, 2005). Una de las zonas del país más importantes en la producción caprina es la Comarca Lagunera, con aproximadamente el 5% de la población nacional (SAGARPA, 2003), la cual está situada en la parte sureste del estado de Coahuila y al noreste del estado de Durango (24°05' y 26°54' de Latitud Norte y 103° Longitud Oeste) a una altitud que varía de 1100 a 1400 msnm, donde la precipitación pluvial es de 250 a 300 mm anuales. En la Comarca Lagunera, la finalidad de los sistemas de explotaciones (extensivo e intensivo) es producir leche y carne (cabrito). En esta región las explotaciones intensivas tienen principalmente ganado de raza pura especializada en la producción láctea. Las razas puras más importantes en la Comarca Lagunera son la Saanen, la Alpino y la Toggenburg (Cantú, 2004). Sin embargo, una de las limitantes productivas en estas cabras es la estacionalidad reproductiva (Véliz y Carrillo, 2007). Esta estacionalidad reproductiva provoca que tanto la producción de leche como la de carne se concentren en cierta época del año. Esto resulta en problemas de comercialización, ya que el exceso de producción estacional reduce los ingresos por la venta de leche en una época del año, en la cual hay una sobre oferta lo que causa que en algunas veces no les compren la leche. En otras ocasiones, el precio de la leche se reduce y la infraestructura es desaprovechada en la época de poca o nula producción láctea (sala de ordeña, tanques fríos, etc.) (Hoyos *et al.*, 1991; Hoyos y Sáenz, 1993). Por esta razón es necesario investigar métodos

de controles reproductivos económicos y fáciles de aplicar, con el fin de que los caprinocultores puedan emplear dichas herramientas para programar los partos, y por ende, la producción de leche. En la actualidad existen técnicas que permiten manejar adecuadamente y con resultados aceptables la estacionalidad reproductiva. Una de las técnicas que permite inducir la actividad sexual de las hembras durante el periodo de anestro es el efecto macho, el cual consiste en la introducción del macho en un grupo de hembras anovulatorias, lo que provoca una estimulación de su actividad sexual en los días siguientes (Chemineau, 1987; Flores *et al.*, 2000a, Véliz *et al.*, 2006a,b). Sin embargo, con esta técnica el porcentaje de hembras que responden a la estimulación, la sincronización de la actividad estral y la rapidez de respuesta, son afectados por varios factores, como lo son la actividad sexual del macho, y el número de partos de hembras (nulíparas y multíparas), entre otros (Walkden-Brown *et al.*, 1999; Rosa y Bryant, 2002). Por ejemplo, más del 80% de las cabras Criollas de la Comarca Lagunera muestran comportamiento estral después de la introducción de machos a los que previamente se les ha inducido una intensa actividad sexual mediante el tratamiento de 2.5 meses de días largos, seguidos de días cortos naturales (Delgadillo *et al.*, 2002). En cambio, menos del 10% de estas hembras expuestas a machos, en reposo sexual, muestran estro en ese mismo periodo (Flores *et al.*, 2000a). En cabras, la proporción de hembras que muestran actividad estral o que tienen ovulaciones después de la exposición a machos es mayor en las multíparas (>90%) que en las hembras nulíparas (<40%; Walkden-Brown *et al.*, 1993; Mellado *et al.*, 2000). Sin embargo, recientemente Luna-Orozco *et al.* (2007) expusieron a hembras Nulíparas y Multíparas Criollas de la Comarca Lagunera a machos

sexualmente activos donde más del 95% de ambos grupos presentó actividad sexual. Sin embargo, es importante determinar también en las cabras de razas puras como la Saanen si la respuesta al efecto macho no es modificada por la paridad de las hembras cuando se usan machos sexualmente activos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Interacciones socio - sexuales

En muchas especies de mamíferos, las relaciones sociales pueden influir en la actividad sexual (Rekwot *et al.*, 2001). Por ejemplo, en las gacelas la presencia de los machos tiende a sincronizar la actividad folicular (Skinner *et al.*, 2002). Además, la presencia de los machos cabrios antes del periodo de reproducción de las hembras puede adelantar el inicio de la estación sexual de éstas (Cameron y Batt, 1989). Igualmente, la introducción de un macho o su presencia constante en un grupo de hembras prepúberes puede adelantar la pubertad en varias especies (roedores: efecto Vanderbergh: Vandenberg, 1967; cerdos: Kirkwood *et al.*, 1981; bovinos: Rekwot *et al.*, 2001). En algunas razas de bovinos de carne, en el venado rojo y en los cerdos, la presencia continua del macho reduce la duración del anestro posparto (cerdos: Kirkwood *et al.*, 1981; venado: McComb, 1987; bovinos: Cupp *et al.*, 1993). En las ovejas y cabras que tienen la presencia del macho durante todo el año, se reduce el periodo de anestro, al iniciar su actividad reproductiva antes y terminar después que las hembras que no tienen contacto con machos (Restall, 1992; O'Callaghan *et al.*, 1994). Sin embargo, la presencia continua del macho no elimina de manera completa el periodo de anestro (Cameron y Batt, 1989, Restall, 1992). Además, en las ovejas y cabras que se encuentran en el periodo de anestro, la introducción de un macho induce y sincroniza la actividad sexual de éstas en los días siguientes (Rosa y Bryant, 2002; Delgadillo *et al.*, 2002; Véliz *et al.*, 2002).

2.2. Estímulo del macho a la hembra: efecto macho

La introducción del macho cabrío de un carnero en un grupo de hembras prepúberes (Amoah *et al.*, 1984), en anestro lactacional o estacional, induce y sincroniza la actividad sexual de estas, en los días subsiguientes (cabra: Véliz *et al.*, 2006a,b; ovejas: Martin *et al.*, 1990). El número de hembras que responden al estímulo dependerá de la intensidad de la estimulación, la raza, los días posparto, la profundidad del anestro y el porcentaje de machos por hembras (ovejas: Martin *et al.*, 1986; Signoret, 1990; cabras: Chemineau, 1987). Asimismo, la paridad de las hembras (Nulíparas y Multiparas), podría ser uno de estos factores que modifican la respuesta del efecto macho (Pearce y Oldham, 1984; Rosa y Bryant, 2002).

2.3. Cambios endocrinos y de comportamiento inducidos por la introducción de los machos

La introducción del macho en un grupo de hembras en anestro, estimula inmediatamente la secreción pulsátil de la LH (Martin *et al.*, 1986; Chemineau, 1987). Por ejemplo, Chemineau *et al.* (1986) mencionan que en las cabras Saanen la secreción pulsátil de LH pasó de 0.3 pulsos por cada 3 h, con una amplitud de 0.5 ng/ml antes de la introducción del macho, a 2.2 pulsos por cada 3 h, con una amplitud de 1.2 ng/ml después de la introducción del macho. Esto a su vez, indica un incremento en la secreción pulsátil del GnRH (ovejas: Amada *et al.*, 1996; caprinos: Iwata *et al.*, 2001) y la ovulación ocurre 24 h más tarde (Chemineau,

1985). Esta ovulación fue acompañada en un 68% de un comportamiento estral entre el día dos y tres. Sin embargo, la mayoría (76%) de las ovulaciones fueron seguidas por una fase lútea de corta duración (5.3 días). Este ciclo ovárico corto fue seguido de una segunda ovulación, la cual se asoció en un 89% con la manifestación de comportamiento estral, que se presentó entre los días 7 y 12 después de la introducción de los machos (Chemineau, 1983).

2.4. Influencia de la profundidad de anestro sobre la respuesta de las hembras al efecto macho

La profundidad del anestro (número de hembras cíclicas al momento de la introducción de los machos) se ha mencionado como la causa por la cual las hembras no responden al efecto macho en algunas épocas del año, específicamente a la mitad del anestro estacional. Este concepto, introducido hace mucho tiempo, aunque teórica y difícil de definir, se ha utilizado para describir un estado fisiológico por el que las cabras y/o ovejas son más o menos sensibles a ser estimuladas para ovular. Esta profundidad no puede ser medida de manera objetiva en cada una de las hembras, y el mejor indicador de su nivel es la proporción de las hembras que están ovulando espontáneamente en el hato. De esta manera, ellos fueron los primeros en describir dos tipos de anestro: un ligero anestro, detectado a principios o finales de la estación de anestro, mientras que el anestro profundo es a la mitad de la estación de anestro. La raza de las hembras, además de la etapa de anestro estacional, son los principales factores determinantes de la profundidad del anestro. Allí, que en un rebaño, la raza y la época del año

interactúan para influir sustancialmente en la proporción de las hembras que ovulan espontáneamente en un momento determinado. En razas como la Merino, que tienen un corto anestro de 1-2 meses (Martin *et al.*, 1986), la mayoría de las ovejas anovularias responden a la introducción de los carneros durante todo el anestro. Por el contrario, en las razas con un anestro estacional largo como la Romney y la Suffolk, durante el cual no ovulan espontáneamente, muy pocas o ninguna ovejas responden a la introducción de los carneros antes de 2-4 semanas del inicio de la estación de reproducción.

2.5. Influencia del comportamiento sexual de los machos sobre la respuesta sexual de las hembras al efecto macho

Recientemente se demostró que la ausencia de la respuesta de las hembras no se debe a una insensibilidad de estas al efecto macho, sino a una débil estimulación por parte de los machos que se encuentran también en reposo sexual (Delgadillo *et al.*, 1999; Flores *et al.*, 2000a). En efecto, los machos inducidos a una intensa actividad sexual durante el periodo del reposo a través de un tratamiento de días largos y melatonina, fueron utilizados para realizar el efecto macho durante el anestro estacional. Así, en las cabras Criollas del norte de México (Flores *et al.*, 2000a) un primer pico de actividad sexual fue registrado en los primeros 6 días después de la introducción de los machos sexualmente activos. En este el 59% presentó un comportamiento estral el cual fue acompañado de una ovulación, mientras que un 14% de las hembras ovuló sin manifestar actividad estral. De éstas, un 50% ovularon y presentaron

comportamiento de estro nuevamente entre el día 7 y 11 (segundo pico de actividad sexual), y el intervalo entre un estro y otro estro fue de 5.0 ± 0.2 días. En dos años consecutivos, la respuesta de las hembras multíparas puestas en contacto con machos sexualmente activos fue superior (60% de fertilidad al parto) a la obtenida con machos testigos que se encontraban en reposo sexual (0% $P < 0.001$; Flores *et al.*, 2000a).

El tratamiento fotoperiodico que se ha utilizado para estimular la actividad sexual de los machos durante su periodo de reposo sexual es de 2.5 meses de días largos seguidos de la aplicación de dos implantes subcutáneos de melatonina. Sin embargo, otro tratamiento que se ha empleado para estimular la actividad sexual de los machos durante este periodo es la aplicación de 2.5 meses de días largos seguidos de días cortos naturales en sustitución de la melatonina, lo que simplifica y hace mas accesible este tratamiento fotoperiódico (Véliz *et al.*, 2006a,b). Además, sea utilizado otro tratamiento fotoperiodico de días largos continuos (más de cinco meses) con lo que se puede tener machos con una intensa actividad sexual desde el mes de marzo hasta junio (Véliz *et al.*, 2006a,b).

2.6. Influencia de la paridad de las hembras sobre la repuesta sexual al efecto macho

Hay reportes que mencionan que las hembras nulíparas tienen una menor respuesta estral y ovárica que las hembras multíparas cuando son expuestas a los machos. En efecto, Murtagh *et al.* (1984), informaron que un número mayor de los

ovejas Merino adultas (multíparas) ovularon que las ovejas jóvenes (nulíparas) de 14-15 meses de edad en respuesta a los carneros (75% vs. 25%, respectivamente). Además, Oldham *et al.* (1985) encontraron que la proporción de ovejas Merino adultas y nulíparas que presentó actividad estral después de la introducción de machos tratados con testosterona fue menos en ovejas nulíparas que en multíparas. También Pearce y Oldman (1984) señalan que el desempeño reproductivo de las ovejas jóvenes después de la introducción de los carneros en primavera, fue pobre en comparación con las ovejas adultas. En cabras, la proporción de hembras que muestran actividad estral o que tienen ovulaciones después de la exposición a los machos, también fue mayor en las multíparas (>90%) que en las hembras nulíparas (<40%; Walkden-Brown *et al.*, 1993; Mellado *et al.*, 2000). La menor sensibilidad de las ovejas nulíparas en relación con el efecto macho, no parecen tener relación con la regulación hormonal o con una deficiente secreción de estas, ya que la proporción de ovejas con un incremento en la secreción de la LH en respuesta a los machos no difirió entre multíparas y jóvenes (Gelez *et al.*, 2004a). En cambio, otros factores fisiológicos pueden influir en la diferente respuesta entre hembras multíparas y nulíparas. La experiencia sexual de las hembras puede influir no solo en la respuesta al macho, especialmente cuando la hembra es expuesta al olor del macho (Gelez *et al.*, 2004a), sino también en cuanto a la calidad del comportamiento sexual. Las hembras jóvenes sin experiencia sexual son menos proceptivas y receptivas que las hembras adultas multíparas durante su primer contacto con el macho (Gelez *et al.*, 2004b). En consecuencia, las ovejas jóvenes requieren mayor cantidad de montas para ser eyaculadas debido al comportamiento renuente de las hembras

(Roszczewska, 1985; Gelez *et al.*, 2003). Sin embargo, recientemente Luna-Orozco *et al.* (2007) reportaron que más del 90% de las hembras múltiparas y nulíparas Criollas del subtropico mexicano respondieron de manera similar a la introducción de machos inducidos a una intensa actividad sexual. Lo anterior sugiere que la intensidad del comportamiento sexual desplegada por los machos es otro factor que puede afecta la respuesta de las hembras nulíparas al efecto macho. Sin embargo, sería importante determinar si esto mismo se puede obtener en una raza más estacional como es la Saanen, igualmente utilizando machos de esta misma raza.

OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue determinar si el número de partos es un factor que influye en la respuesta estral y ovulatoria de las cabras Saanen del subtrópico Mexicano cuando son expuestas a machos sexualmente activos.

HIPÓTESIS

Las hembras nulíparas tienen respuesta sexual similar que las hembras múltiparas Saanen cuando son expuestas a machos sexualmente activos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio

El presente estudio se realizó del mes de diciembre de 2006 al mes de junio de 2007, en las instalaciones del rancho “Los Bretados” ubicado en el ejido los Ángeles municipio de Lerdo del estado de Durango, localidad que pertenece a la Comarca Lagunera (Latitud 26° 23' N y Longitud 104° 47' O). Esta región presenta un clima semidesértico, con una precipitación anual de 230 mm, y una temperatura máxima anual promedio de 27° C.

3.2. Animales experimentales y manejo

Se utilizaron 20 hembras adultas (Multiparas) de 3 a 4 años de edad con un peso corporal de 49.8 ± 1.3 Kg, con una condición corporal 2.1 ± 0.1 (escala 1-4). Estas cabras tenían una producción láctea de 2.3 ± 0.1 lts/día. Además, se utilizaron 15 hembras jóvenes (Nulíparas) de aproximadamente de un año cuatro meses de edad con un peso de 31 ± 0.8 kg y una condición corporal de 2.1 ± 0.1 . Todas las hembras fueron de la raza Saanen. También, se utilizaron 4 machos cabríos adultos (2-3 años de edad) de las razas Saanen y Alpino (dos de cada raza) todos los animales fueron nacidos y criados en las condiciones de la Comarca Lagunera. Los machos y hembras fueron alojados en corrales por separado y los animales siempre estuvieron estabulados durante el periodo experimental.

3.2.1. Hembras

Las hembras percibieron las variaciones naturales del fotoperiodo y de la temperatura de la región. Tanto las hembras Multiparas como las Nulíparas fueron alimentadas con heno de alfalfa a libre acceso. Las hembras Multiparas además fueron alimentadas con 150 g de concentrado comercial (14% PC, 2.5 Mcal/kg) en cada ordeña (06:00 y 17:00 h) y por animal durante todo el periodo experimental. El agua y los minerales fueron proporcionados a libre acceso. Antes de iniciar el estudio, todas las cabras fueron vitaminadas, desparasitadas y despezuñadas.

3.2.2. Inducción de la actividad sexual de los machos

Los machos cabríos fueron alojados en instalaciones abiertas y sometidos a un tratamiento fotoperiódico de días largos continuos (16 h de luz/día) del 1 de noviembre al día de la introducción de estos con las hembras (20 de abril). Estos fueron puestos en un corral que media 3 X 3 m, el cual fue equipado con lámparas fluorescentes que proporcionaron una intensidad luminosa en promedio de 300 lux al nivel de los ojos de los machos. 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 posteriormente se apagaban a las 08:00 h cuando había suficiente luz natural. Por la tarde, el encendido de las lámparas se realizó a las 18:00 h, para apagarse a las 22:00 h. Este tratamiento fotoperiódico induce la actividad sexual en los machos cabríos de marzo a junio (Flores *et al.*, 2000b). Todos los machos

fueron alimentados con heno de alfalfa a libre acceso. El agua y los minerales se proporcionaron también a libre acceso.

3.3. Efecto macho

El 20 de abril a las 08:00 h, el grupo de hembras Multíparas fue puesto en contacto con 2 machos, igualmente el grupo de hembras Nulíparas se expuso también a 2 machos. Los machos fueron cambiados entre los corrales cada 12 h. En los dos grupos, los machos permanecieron con las hembras durante 23 días.

3.4. Variables determinadas

3.4.1. Hembras

3.4.1.1. Determinación de la actividad estral

Esta actividad se registró dos veces por día (08:00 h y 17:00 h) desde el primer día de contacto con los machos hasta el final del estudio. Las hembras que permanecían inmóviles a la monta del macho se consideraron en estro (Chemineau *et al.*, 1992). Las hembras en estro fueron retiradas del corral durante el periodo de observación, con la finalidad de que el macho continuara detectando otras hembras en celo. Al final de la observación las hembras fueron reincorporadas a su respectivo corral.

3.4.1.2. Determinación de la actividad ovárica y gestación a los 50 días después del estro

La actividad ovárica fue determinada por la presencia de por lo menos un cuerpo lúteo a los 20 días después de la introducción de los machos para lo cual se utilizó un Classic Ultrasound Equipment con un 5.0 MHz traductor (Supply, Inc.) (Evans *et al.*, 2000). La determinación de la gestación se realizó con el mismo equipo de ultrasonido por vía rectal a los 45 días después de la introducción de los machos.

3.4.2. Comportamiento sexual de los machos

El comportamiento sexual de los machos se determinó durante los primeros 5 días después de la introducción con los grupos de hembras. Las observaciones se realizaron por la mañana (de 08:00 h a 09:00 h) antes del suministro del alimento. Las conductas sexuales que se registraron fueron las siguientes: automarcajes con orina, flehmen, olfateos anogenitales, aproximaciones, intentos de monta y montas completas (Véliz *et al.*, 2006a,b).

3.4. Análisis de datos

Para comparar el comportamiento sexual de los machos, se calculó la frecuencia total de cada conducta sexual en cada grupo, y se comparó mediante la prueba exacta de probabilidades de Fisher. Las proporciones de hembras que

manifestaron actividad estral, actividad ovulatoria, gestaciones y la proporción de los ciclos cortos se analizaron mediante una prueba de X^2 . El intervalo entre la introducción de los machos y el inicio de la actividad estral, así como la duración del estro se compararon mediante la prueba de t de Student. Todos los análisis estadísticos se efectuaron mediante el paquete estadístico SYSTAT 10 (Evanston, ILL, USA, 2000).

IV. RESULTADOS

4.1. Respuesta de las hembras al efecto macho.

La respuesta sexual diaria y acumulada de las hembras Multíparas y Nulíparas a la introducción de los machos se muestra en las Figuras 1 y 2. De las hembras Multíparas puestas en contacto con los machos, el 100% (20/20) fue detectada en estro en los primeros 10 días mientras que en el grupo de las Nulíparas solo el 53% (8/15) presentó actividad estral. El 100% (20/20) de las hembras Multíparas presentó ovulación y el mismo porcentaje se diagnosticó gestante a los 45 días después de la introducción de los machos. En cambio, en hembras las Nulíparas solamente el 53% (8/15) óvulo y solo el 33% (5/15) quedó gestante. De las hembras Multíparas solo 4 de 20 hembras presentaron ciclo corto de una duración de 5.1 ± 0.1 días. En el grupo de las hembras Nulíparas 1 de 15 presentó ciclo corto con una duración de 5.5 días, mientras que 3 presentaron ciclo normal con una duración de 19.3 ± 0.4 días.

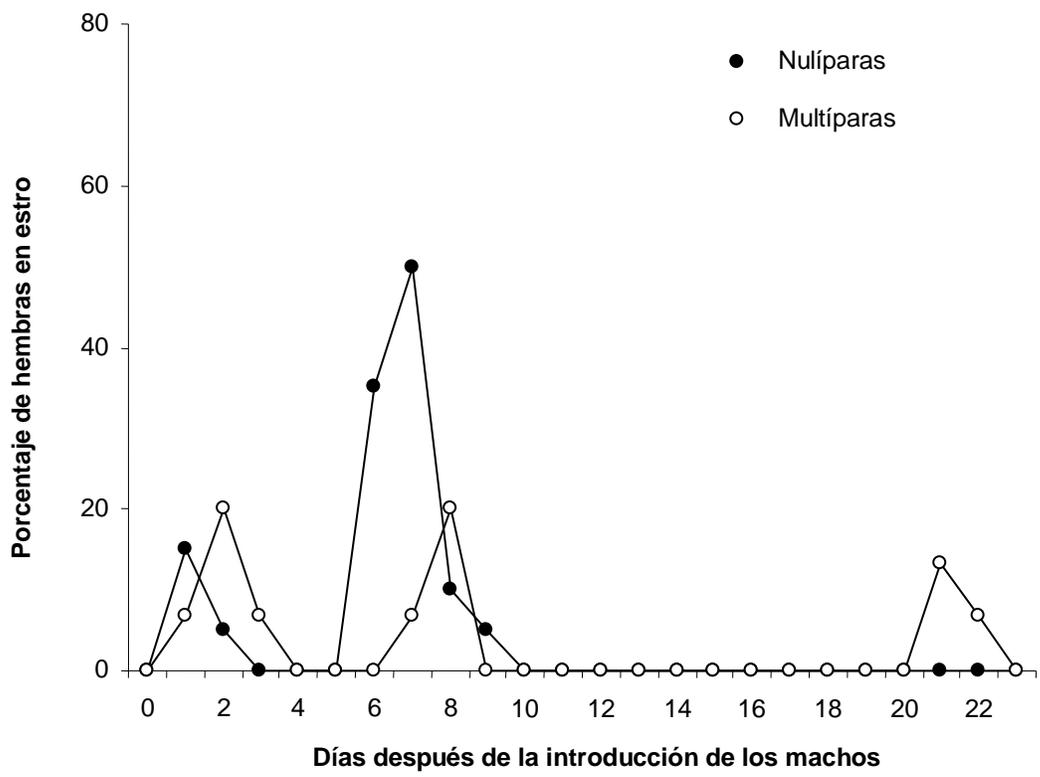


Figura 1. Porcentaje diario de hembras Saanen que presentaron actividad estral después de la introducción de machos sexualmente activos en el grupo de hembras Nulíparas (círculos blancos) y Multíparas (círculos negros). El día 0: es el día de la introducción de los machos.

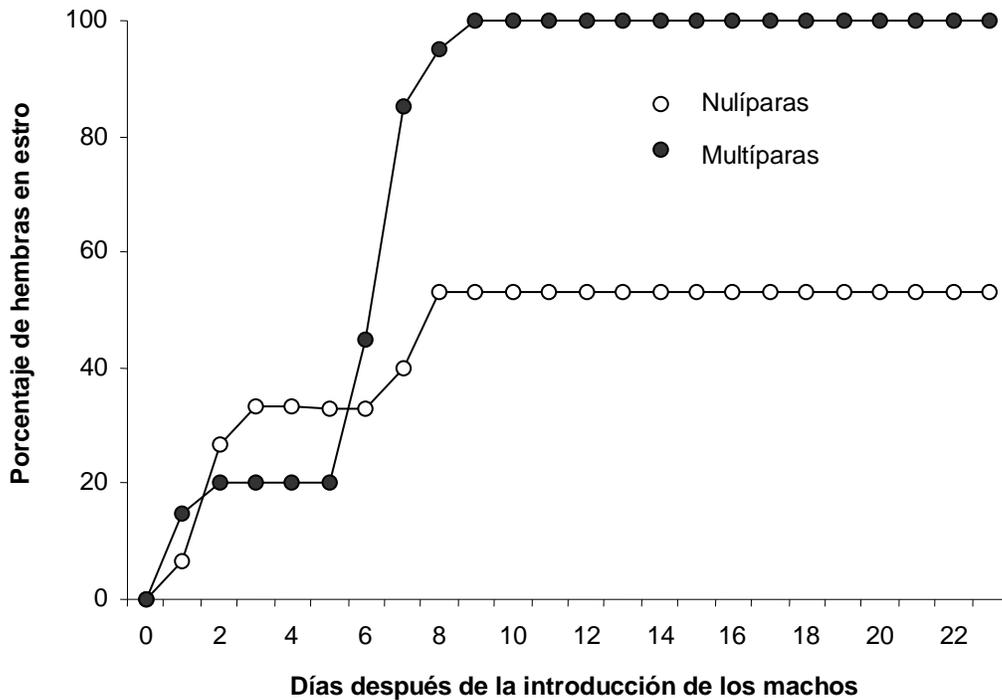


Figura 2: Porcentaje de hembras Saanen que presentaron actividad estral después de la introducción de machos sexualmente activos, en el grupo de hembras Multíparas (círculos negros) y en grupo de las hembras Nulíparas (círculos blancos). El día 0: Es el día de la introducción de los machos.

4.2. Comportamiento sexual de los machos.

El comportamiento sexual de los machos tratados con días largos continuos al ponerlos en contacto con cabras Multíparas y Nulíparas se muestra en la Figura 3. De las conductas sexuales registradas de los machos al ponerlos en contacto con

las hembras Múltiparas solamente realizaron más olfateos e intentos de montas que cuando estuvieron con las hembras Nulíparas ($> 55\%$; $P > 0.05$).

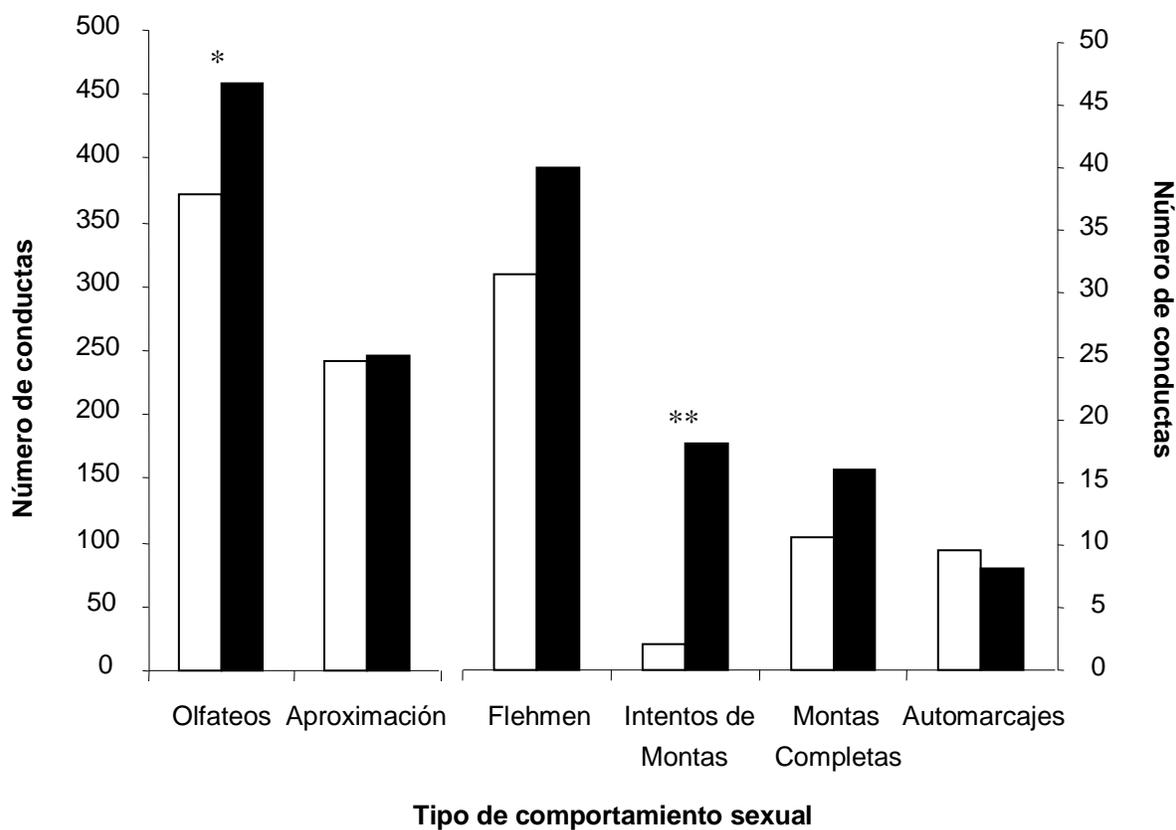


Figura 3. Comportamiento sexual de los machos Alpinos y Saanen después de la introducción en cada un grupo de cabras Saanen anovulatorias Multiparas y Nulíparas. Las barras blancas representa la frecuencia de conductas mostradas por los machos cuando estuvieron con las cabras Nulíparas. Las barras negras representa la frecuencia de conductas mostradas por los machos cuando estuvieron con las cabras Multiparas. (* $P > 0.05$; ** $P > 0.01$).

V. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran por primera vez de una manera clara que las cabras Multíparas de la raza Saanen, adaptadas al subtrópico mexicano responden a la introducción de machos inducidos a una intensa actividad sexual mediante el tratamiento de días largos continuos. En efecto, el 100% de las hembras Multíparas respondieron a la introducción de machos de la raza Alpino y Saanen sexualmente activos. Esto es similar a lo encontrado en otros caprinos. En efecto, la introducción de machos Criollos del subtrópico Mexicano estimulados a una intensa actividad sexual mediante días largos seguidos de días cortos naturales estimulan en más del 85% la actividad sexual de las hembras Criollas (Flores *et al.*, 2000, Véliz *et al.*, 2002, 2006a,b). Sin embargo, nuestros resultados son contrarios a los obtenidos por Luna-Orozco *et al.* (2007) quienes demostraron que las hembras Nulíparas y Multíparas Criollas de la Comarca Lagunera a machos sexualmente activos el 95% presentó actividad sexual en los días subsiguientes a la introducción de los machos. En el presente estudio la diferencia en la respuesta de las hembras Nulíparas y Multíparas es poco probable que se deba al comportamiento sexual de los machos, ya que en ambos grupos de machos, los machos registraron de manera intensa las conductas sexuales (aproximación, monta, flemen y automarraje), similar a la registrada en otros estudios con machos Criollos del subtrópico Mexicano en los cuales estos han estimulado a más del 85% de la actividad sexual (Véliz *et al.*, 2002, 2006a). En cambio, un factor conductual que pudo afectar la respuesta de las Nulíparas pudo ser la conducta sexual. En efecto, sea demostrado que las

hembras jóvenes son menos preceptivas y receptivas que las hembras adultas durante el primer contacto con los machos (Roszczewska, 1985; Gelez *et al.*, 2003). No obstante, esta diferencia pudo deberse a otro factor como es el peso corporal de las hembras (Véliz *et al.*, 2006b). Efectivamente, las hembras Nulíparas del presente estudio tenían un peso corporal menor que las cabras Criollas nulíparas utilizadas por Luna-Orozco *et al.* (2007), en las cuales el 95% respondió a la introducción de machos Criollos sexualmente activos. En efecto, se ha reportado que un 37% de las hembras de menos de 33 kg no responden a la introducción de los machos sexualmente activos (Véliz *et al.*, 2006b). Sin embargo, aun cuando los resultados del presente estudio son claros es necesario determinar si hembras Nulíparas con un mayor peso corporal que las utilizadas en el presente estudio pueden responder en un mayor porcentaje. Además, son necesarios estudios adicionales para determinar si otras razas puras como son la Alpino y la Togenburg pueden ser estimuladas a mitad del anestro estacional al utilizar machos estimulados con un tratamiento fotoperiódico.

VI. CONCLUSIÓN

Los resultados del presente estudio sugieren que las cabras Nulíparas de la raza Saanen responden en menor proporción que las hembras Multíparas, a pesar de que los machos sexualmente activos se comportan de una manera similar en ambos grupos de hembras.

VII. REFERENCIAS

- Cameron AW, Batt PA. 1989. The effect of continuous or sudden introduction of bucks on the onset of the breeding season in female goats. Proceedings of the twenty first annual conference. Monash University Australia. September. 25-27.
- Cantú JE. 2004. Zootecnia de ganado caprino. México, 2 Edición. Departamento de Producción Animal. UAAAN-UL, Torreón, Coah., México: 200pp.
- Chemineau P, Daveau A, Maurice F, Delgadillo JA. 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, Lévy F, Thimonier J. 1986. Effects of anosmia on LH secretion, ovulation and oestrous behaviour induced by males in the anovular Creole goat. *Anim Reprod Sci* 10:125-132.
- Chemineau 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.
- Chemineau P. 1985. Effects of a progestagen on buck-induced short ovarian cycles in the Creole meat goat. *Anim Reprod Sci* 9:87-94.
- Chemineau P. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats. A review. *Livest Prod Sci* 17:135-147.
- Carrillo E, Veliz FG, Los machos cabrios alpinos de la comarca lagunera muestran una estacionalidad en su actividad reproductiva. Semana internacional de agronomía. 28 al 30 noviembre, centro de convenciones Francisco Zarco, Gómez Palacio Dgo. p 155.
- Cupp AS, Roberson MS, Stumpf TT, Wolfe MW, Werth LA, Kojima N, Kittok RJ, Kinder JE. 1993. Yearling bulls shorten the duration of postpartum anestrus in beef cows to the same extent as do mature bulls. *J Anim Sci* 71:306-309.
- Delgadillo JA, Canedo GA, 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 JA, Flores JA, Véliz FG, Hernandez HF, 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 artificially long days. *J Anim Sci* 80:2780-2786.
- Evans ACO, Duffy P, Haynes N, Boland MP. 2000. Waves of follicle development during the estrous cycle in sheep. *Theriogenology* 53:699-715.
- Flores JA, Véliz FG, Pérez-Villanueva JA, Martínez de la Escalera G, Chemineau P, Poindron P, Malpoux B, Delgadillo JA. 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 JA, Hernández H, Martínez de la Escalera G, Malpoux B, Delgadillo JA, Poindron P. 2000b. Artificial long days are sufficient for induction of sexual behavior in male goats during the spring period of sexual inactivity. In "Proceeding of the 7th International Conference on Goats; 2000, 17-22 May; Tours, France: Institut de l'Élevage and INRA:446.
- Gelez H, Archer E, Chesneau D, Campan R, Fabre-Nys C. 2004a. Importance of learning in the response of ewes to male odor. *Chem Senses* 29:555-563.
- Gelez H, Archer E, Chesneau D, Lindsay D, Fabre-Nys C. 2004b. Role of experience in the neuroendocrine control of ewes' sexual behavior. *Horm Behav* 45:190-200.
- Hamada T, Nakajima M, Takeuchi Y, Mori Y. 1996. Pheromone-induced stimulation of hypothalamic gonadotropin-releasing hormone pulse generator in ovariectomized, estrogen-primed goats. *Neuroendocrinology* 64:313-319.
- Hoyos LG, Sáenz P, Salinas H. 1991. Desarrollo de módulos en la Región Lagunera. Evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera, 1ª. Reunión informativa, INFAP-CIID:1-11.
- Hoyos LG, Sáenz P. 1993. La utilización de residuos agrícolas en la alimentación del ganado caprino en la Comarca Lagunera. En: Reporte del proyecto

- de sistemas de producción caprina en la Comarca Lagunera y Zacatecas. INFAP-CIID, 10:8-17.
- Iwata E, Wakabayashi Y, Matsuse S, Kikusui T, Takeuchi Y, Mori Y. 2001. Induction of primer pheromone production by dihydrotestosterone in the male goat. *J Vet Med Sci* 63: 347-348.
- Kirkwood RN, Forbes JM, Hughes PE. 1981. Influence of boar contact on attainment of puberty in gilts after removal of olfactory bulbs. *J Reprod Fertil* 61:193-196.
- Luna-Orozco JR, Fernandez IG, Gelez H, Delgadillo JA. 2007. Parity of female goats does not influence their estrous and ovulatory responses to the male effect, *Anim Reprod Sci* doi:10.1016/j.anireprosci.2007.05.011
- Martin GB, Oldham CM, Cognié Y, Pearce DT. 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams. A review. *Livest Prod Sci* 15:219–247.
- McComb K. 1987. Roaring by red deer stags advances the date of oestrus in hinds. *Nature* 330:648-649.
- Mellado M, Olivas R, Ruiz F. 2000. Effect of buck stimulus on mature and prepubertal norgestomet-treated goats. *Small Rumin Res* 36:269-274.
- Murtagh JJ, Gray, SJ, Lindsay DR, Oldham CM. 1984. The influence of the “ram effect” in 10–11 month-old Merino ewes on their subsequent performance when introduced to rams again at 15 months of age. *Proc Aust Soc Anim Prod* 15:490-493.
- Nugent III, R. A., Nother, D.R, and McClure, W.H 1988. Effects of ram Preezposure and ram breed on fertility of ewes in summer breeding. *J, Anim. Sci*, 66: 1622-1626.
- O’Callaghan D, Donovan A, Sunderland SJ, Boland MP, Roche JF. 1994. Effect of the presence of male and female flock mates on reproductive activity in ewes. *J Reprod Fertil* 100:497-503.
- Oldham CM, Pearce DT, Gray SJ. 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* 75:29-33.

- Pearce DT, Oldham CM. 1984. In: Lindsay DR, Pearce DT. (Eds.), *The Ram Effect, Its Mechanism and Application to the Management of Sheep. Reproduction in Sheep*, Cambridge, p. 26-34.
- Rekwot P, Ogwu D, Oyedipe E, Sekoni V. 2001. Effects of bull exposure and body growth on onset of puberty in Bunaji and Friesian x Bunaji heifers. *Reprod Nutr Dev* 40:359-367.
- Rekwot PI, Ogwu D, Oyedipe EO, Sekoni VO. 2001. The role of pheromones and biostimulation in animal reproduction. *Anim Reprod Sci* 65:157-170.
- Restall BJ. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats *Anim Reprod Sci* 27: 305-318.
- Rosa HJD, Bryant MJ. 2002. The ram effect as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. A review. *Small Rumin, Res*, 45:1-16.
- Rosciszewska ZE. 1985. The influence of earlier mating experience of ewes on their subsequent mating behaviour and reproductive performance. *Anim Reprod Sci* 9:223-229.
- Signoret JP. 1990. The influence of the ram effect on the breeding activity of ewes and its underlying physiology. In: Oldham CM, Martin GB, Purvis IW, editors. *Reproductive Physiology of Merino Sheep: Concepts and Consequences*. University of Western Australia:Perth:59–70.
- Skinner DC, Cilliers SD, Skinner JD. 2002. Effect of ram introduction on the oestrous cycle of springbok ewes (*Antidorcas marsupialis*). *Reproduction* 124:509-513.
- SYSTAT 10, ILL, USA, 2000.
- Vandenbergh JG. 1967. Effect of the presence of a male on the sexual maturation of female mice. *Endocrinology* 81:345-349.
- Véliz FG, Moreno S, Duarte G, Vielma J, Chemineau P, Poindron P, Malpaux B, Delgadillo JA. 2002. 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.
- Véliz FG, Poindron P, Malpaux B, Delgadillo JA. 2006. Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally

anestrous female goats. *Anim Reprod Sci* 92:300-309.

Véliz FG, Carrillo E., 2007. Estacionalidad reproductiva de los machos caprinos de la raza Alpino del subtrópico mexicano. XLIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Del 19 al 21 de noviembre, Sinaloa, México, 91.

Walkden-Brown SW, Martin GB, Restall BJ. 1999. Role of male–female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *J Reprod Fertil Suppl* 52:243–257.

Walkden-Brown SW, Restall BJ, Henniawati. 1993. The male effect in the Australian cashmere goat. 3. Enhancement with buck nutrition and use of oestrous females. *Anim Reprod Sci* 32:69-84.