

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**LA REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE CONTACTO DE 16 A 4
HORAS ENTRE MACHOS Y HEMBRAS NO MODIFICA
LA RESPUESTA OVULATORIA DE LAS CABRAS
SOMETIDAS AL EFECTO MACHO**

POR:

NESTOR JAVIER SANTOS MÁRQUEZ

TESIS:

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE DE 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TESIS

POR:

NESTOR JAVIER SANTOS MÁRQUEZ

ASESOR PRINCIPAL

Una firma manuscrita en tinta negra, que parece ser "J. A. Delgadillo Sánchez", escrita sobre una línea horizontal.

DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE DE 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

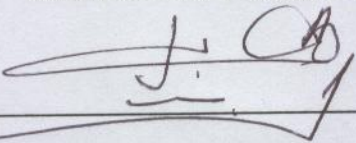
LA REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE CONTACTO DE 16 A 4
HORAS ENTRE MACHOS Y HEMBRAS NO MODIFICA
LA RESPUESTA OVULATORIA DE LAS CABRAS
SOMETIDAS AL EFECTO MACHO

TESIS

POR:

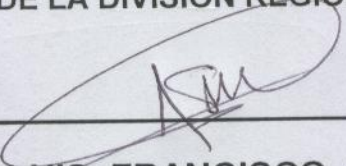
NESTOR JAVIER SANTOS MÁRQUEZ

ASESOR PRINCIPAL



DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



M.C. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

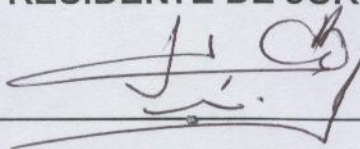
NOVIEMBRE DE 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

PRESIDENTE DE JURADO



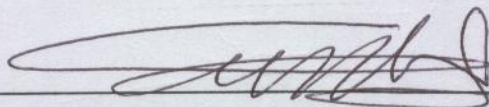
DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

VOCAL



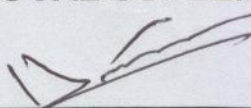
DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

VOCAL



DR. GERARDO DUARTE MORENO

VOCAL SUPLENTE



DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE DE 2008

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**LA REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE CONTACTO DE 16 A 4 HORAS
ENTRE MACHOS Y HEMBRAS NO MODIFICA LA RESPUESTA
OVULATORIA DE LAS CABRAS SOMETIDAS AL EFECTO
MACHO**

POR:

NESTOR JAVIER SANTOS MÁRQUEZ

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría

ASESOR PRINCIPAL:

DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SANCHEZ

ASESORES

**DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA
DR.GERARDO DUARTE MORENO
DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**

TORREÓN, COAHUILA, MEXICO

NOVIEMBRE DE 2008

AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por darme la oportunidad de ser quien soy y lograr mis metas propuestas, por darme la mejor familia, los mejores amigos y sobre todo por darme la vida.

A mis hermanos (**Daniel Alberto, Edgar Omar, Jafeth Osmar**). A mis primos en general, y a las familias Santos y Márquez, por su apoyo incondicional, sus palabras de motivación y por su confianza depositada en mi. A todos mis familiares, pero en especial a mi tío Primitivo por su apoyo incondicional brindado a pesar de la distancia. **GRACIAS A TODOS.**

Al **Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez**, por la confianza depositada en mi y por darme la oportunidad de trabajar con él para la realización de esta tesis.

Al **Dr. José Alfredo Flores Cabrera**, por su asesoría y apoyo para la realización de esta tesis.

Al **Dr. Horacio Hernández Hernández**, por su orientación y corrección de esta tesis.

Al **Dr. Gerardo Duarte Moreno**, por su orientación y corrección de esta tesis.

Al **Dr. Jesús Vielma Sifuentes**, por su orientación y corrección de esta tesis.

Agradezco a todos mis amigos, en especial a Alberto Contreras Ángeles, Fernando Santa María, Pedro Juárez Hernández, Omar Román Montes de Oca, Mario Rodríguez, Claudia Araceli Carrillo Valdez, Brenda Angélica Mejía Delgado, Rosa Berenice Huerta de la Cruz, Sara Karina Hernández Santa Cruz, Karina Luna Salazar; a mis excompañeros del "X" C, generación 2003-2008; gracias a todos por su apoyo incondicional, por su valiosa amistad y por la motivación que me brindaron en momentos difíciles.

A la familia **VALENCIA CENICEROS** (Gabriela, José Luis y Ericka) por brindarme su valiosa amistad, su apoyo incondicional y por permitirme ser un miembro más de su familia.

A mi **ALMA MATER** por haberme cobijado durante 5 largos años, por haberme dado la oportunidad de lograr una meta más en mi vida, mi carrera profesional y por darme la mejor experiencia de mi vida.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Que son lo más preciado que tengo junto con mi familia y en especial por haberme traído a este mundo.

EUSEBIA MÁRQUEZ HERNÁNDEZ

DEODORO SANTOS AGAPITO

Ustedes quienes me vieron nacer, quienes me han sabido guiar por el camino del bien, los cuales han sabido ser además de los mejores padres mis mejores amigos ya que siempre me enseñaron a luchar por lo que quiero y a nunca rendirme ante nada, que lucharon para sacarme adelante todos estos años en donde hubo momentos que quizás en su mesa faltó el pan para poder apoyarme, que me dieron la mejor herencia del mundo que es mi carrera profesional, me siento orgulloso de tener los mejores padres.

Jamás podré corresponder a todo lo que ustedes han hecho por mi y en agradecimiento además de mi vida les dedico esta tesis con todo mi amor y cariño por que son lo mejor que la vida me pudo haber dado.

A MIS HERMANOS

Por ser los mejores hermanos del mundo quienes me apoyaron y por los cuales pasé 5 años lejos de ustedes con mucho amor y cariño para ustedes.

Cuando la determinación de triunfar es lo suficientemente fuerte, el fracaso jamás te alcanzará.

ÍNDICE

RESUMEN	III
Capítulo I.- INTRODUCCIÓN	1
Capítulo II.- REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Estacionalidad reproductiva en caprinos de zonas subtropicales	3
2.2. Efecto macho	4
2.2.1. Cambios endocrinos y de comportamiento inducidos por la introducción de los machos	4
2.3. Factores sensoriales implicados en la respuesta de las hembras al efecto macho	6
2.3.1. Olfato	6
2.3.2. Tacto	7
2.3.3. Oído	7
2.3.4. Visión	8
2.4 Factores que afectan la respuesta de las hembras al efecto macho	8
2.4.1. Libido del macho	8
2.4.2. La duración de contacto entre machos y hembras	9
OBJETIVO	10
HIPÓTESIS	10
Capítulo III.- MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1. Lugar de estudio, animales y manejo	11
3.2 Activación sexual de los machos mediante el tratamiento fotoperiódico	11
3.3. Preparación de las hembras	12
3.4. Efecto macho	12
3.5. Variables evaluadas	13
3.6. Análisis estadísticos	13

Capítulo IV.- RESULTADOS	14
4.1. Actividad ovárica	14
4.2. Tasa ovulatoria	14
4.3. Gestaciones	14
Capítulo V.- DISCUSIÓN	15
Capítulo VI.- CONCLUSIÓN	17
LITERATURA CITADA	18

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar si la reducción de 16 a 4 horas de contacto diario entre machos cabríos y cabras es suficiente para estimular la ovulación mediante el efecto macho. Los machos se sometieron a un tratamiento de 2.5 meses de días largos del 1 de noviembre al 15 de enero para estimular su actividad sexual. Un grupo de cabras (n=9) permaneció aislado de los machos; otro grupo de hembras (n=15) se expuso a 2 machos 4 horas por día; el tercer grupo (n=17) se expuso a 2 machos 16 horas por día. El contacto diario entre machos y hembras fue por 15 días. Las ovulaciones se determinaron por las concentraciones plasmáticas de progesterona y por ecografía transrectal. La gestación se determinó por ultrasonografía abdominal a los 51 días después del primer contacto entre machos y hembras. Los porcentajes de hembras que ovularon no difirieron ($P>0.05$) entre las cabras expuestas a los machos, pero fueron superiores ($P<0.001$) a lo observado en el grupo de cabras aisladas. Las proporciones de hembras que mostraron ciclos ovulatorios cortos o normales no fueron diferentes ($P>0.05$) entre los grupos en contacto con los machos. Las tasas de ovulación y de fertilidad no difirieron ($P>0.05$) entre los grupos expuestos a los machos. Estos resultados demuestran que una reducción en el tiempo de contacto diario entre los dos sexos no modifica la respuesta ovulatoria y reproductiva de las cabras expuestas al efecto macho.

Palabras clave: Cabras, Anestro, Bioestimulación, Ovulación

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

En las razas de cabras y ovejas que manifiestan una estacionalidad reproductiva, la introducción del macho en un grupo de hembras anovulatorias induce su actividad sexual en los días subsecuentes. Este fenómeno se conoce como efecto macho y ha sido estudiado intensamente en ovejas (Underwood *et al.*, 1944; Signoret, 1980; Martin *et al.*, 1986) y en cabras (Shelton, 1960; Ott *et al.*, 1980; Chemineau, 1983; Walkden-Brown *et al.*, 1993a). La intensidad del comportamiento sexual del macho y la duración del contacto entre los sexos pueden modificar la respuesta sexual de las hembras expuestas a los machos (Signoret *et al.*, 1982/83; Walkden-Brown *et al.*, 1993a; Perkins y Fitzgerald, 1994; Delgadillo *et al.*, 2006;). En cabras, Flores *et al.* (2000) reportaron que el 100% de las hembras expuestas al macho reinician su actividad sexual presentando al menos un estro y una ovulación en los primeros 15 días, mientras que solamente el 6% de las hembras expuestas a machos sexualmente inactivos manifiestan actividad estral en ese periodo. En ovejas, Perkins y Fitzgerald (1994) demostraron que los carneros que exhiben altos niveles de comportamiento sexual son más eficientes para estimular la ovulación de las hembras (95%) que los machos con bajos niveles de comportamiento sexual (78%). Por otro lado, existen reportes que indican que la duración de contacto entre machos y hembras debe ser mantenida por varios días para estimular la actividad ovulatoria en la mayoría de las hembras sometidas al efecto macho (Oldham y Pearce, 1983). Tanto en las ovejas como en las cabras, la primera exposición al macho induce una rápida activación de la secreción de LH (respuesta a corto plazo), pero para que se logre una estimulación del comportamiento del estro y la ovulación se necesita un tiempo más largo de contacto entre los dos sexos (respuesta a largo plazo; Martin *et al.*, 1984; Fabre-Nys, 2000; Ungerfeld *et al.*, 2004). En ovejas, por ejemplo, solamente el 18% ovulan cuando son expuestas al macho por 24 horas, mientras que el 51% ovula cuando son expuestas al macho por 4 días; este porcentaje se

incrementa a 61% cuando las hembras son expuestas al macho durante 13 días (Signoret *et al.*, 1982/83). En las cabras cashmere, únicamente el 29% de las hembras ovulan cuando la exposición al macho es de 16 horas por día (Walkden-Brown *et al.*, 1993b). En contraste, en las cabras locales de la región subtropical de México, la respuesta estral es similar cuando las cabras son expuestas a machos sexualmente activos durante 24 ó 16 horas por día (Rivas-Muñoz *et al.*, 2007). Esta respuesta de las cabras se debe probablemente al hecho de que los machos habían sido inducidos a un intenso comportamiento sexual al tratarlos previamente con días largos, mientras que en el estudio de Walkden-Brown *et al.* (1993b) se usaron machos no tratados. En este último estudio no se proporciona información sobre el tiempo mínimo de contacto diario requerido entre sexos para obtener altos porcentajes de ovulación en las hembras sometidas al efecto macho. Por lo tanto, el objetivo de esta tesis fue determinar la respuesta de las cabras anovulatorias expuestas a los machos por 16 ó 4 horas durante 15 días consecutivos.

Capítulo II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Estacionalidad reproductiva en caprinos de zonas subtropicales

En los diversos ambientes que habitan los caprinos, el éxito reproductivo se asocia a la estacionalidad reproductiva, la cual representa un mecanismo de adaptación para que el nacimiento de las crías ocurra en un periodo del año que sea favorable para su sobrevivencia y crecimiento (Bronson, 1985). La aparición anual y la duración de este periodo favorable varía entre latitudes. En algunas razas de cabras originarias o adaptadas a las condiciones subtropicales, en los hemisferios norte y sur, se ha reportado una estacionalidad en su actividad reproductiva (Restall, 1992; Rivera *et al.*, 2003; Delgadillo *et al.*, 2003). La estacionalidad en la actividad reproductiva de estas zonas se caracteriza por la secuencia de un periodo de reposo sexual o anestro seguido por un periodo de actividad sexual (Duarte *et al.*, 2008). En las hembras, el periodo de anestro se encuentra asociado con la ausencia de estros y ovulaciones. En cambio, la estación sexual se caracteriza por la sucesión de ciclos estrales y ováricos cada 21 ± 3 días. Un ejemplo de ello son las cabras Criollas de Argentina (30° S), las cashmere de Australia (28° S) y las cabras locales de la Comarca Lagunera (26° N). En estas razas, la estación sexual inicia en otoño y termina a finales del invierno (Restall, 1992; Rivera *et al.*, 2003; Duarte *et al.*, 2008). En los machos de estas razas, la estación sexual se desarrolla de verano a otoño. La estación de reposo sexual ocurre en el invierno y se caracteriza por una baja concentración plasmática de testosterona, bajo peso testicular, incremento en la latencia a la eyaculación, reducción cuantitativa y cualitativa de la producción espermática y baja libido (Walkden-Brown *et al.*, 1994; Delgadillo *et al.*, 1999).

2.2 Efecto macho

En las hembras ovinas y caprinas que presentan una estacionalidad en su actividad reproductiva, la actividad sexual puede ser estimulada y sincronizada mediante la introducción de un macho en un grupo de hembras en anestro. A esta técnica se le conoce como “efecto macho” (Underwood *et al.*, 1944; Rosa *et al.*, Mellado y Hernández, 1996; 2000; Delgadillo *et al.*, 2006). Los primeros estudios referentes al efecto macho en ovinos y caprinos los reportaron Girard (1813) y Shelton (1960). Desde entonces, el efecto macho se utiliza ampliamente tanto en ovinos (Signoret, 1980; Martin *et al.*, 1986; Ungerfeld *et al.*, 2004) como en caprinos (Chemineau, 1987; Delgadillo *et al.*, 2002) para manipular su actividad reproductiva (Walkden-Brown *et al.*, 1999; Delgadillo *et al.*, 2003; Pellicer-Rubio *et al.*, 2007).

2.2.1 Cambios endócrinos y de comportamiento inducidos por la introducción de los machos

En las hembras a los pocos minutos de estar en contacto con los machos, se incrementa la frecuencia y amplitud de pulsos de LH (Poindron *et al.*, 1980; Martin *et al.*, 1986; Chemineau, 1987). Este incremento en la secreción de LH estimula el crecimiento y desarrollo de folículos en el ovario. Estos folículos, a su vez, secretan grandes cantidades de estradiol, el cual inhibe la secreción de gonadotropinas e impide el desarrollo de nuevos folículos. A medida que el folículo crece se vuelve cada más sensible a la LH y a su vez secreta más estradiol que finalmente provoca la aparición de un pico preovulatorio de LH 52 horas después de la introducción de los machos, seguido de una ovulación 23-24 horas más tarde (Martin *et al.*, 1986; Chemineau, 1987).

En la oveja, esta primera ovulación no es fértil y normalmente no va acompañada de estro debido a la ausencia de progesterona antes de la ovulación (Signoret, 1980; Martin y Scaramuzzi, 1983). En una gran proporción de ovejas

(50%), esta primera ovulación es seguida por la formación de un cuerpo lúteo de corta duración, el cual sufre regresión 5-6 días después de haberse formado, produciéndose una segunda ovulación que, al igual que la primera, tampoco va acompañada de estro. El ciclo que sigue a dicha ovulación, es de duración normal (15-18 días) y termina con una tercera ovulación, la cual es acompañada de un comportamiento de estro. En las ovejas, el celo aparece, por lo tanto, alrededor de 24 días después de la introducción de los machos (Martin *et al.*, 1986).

Al contrario de lo que ocurre en la oveja, en la cabra, la primera ovulación va acompañada con un comportamiento de estro en el 60-70% de las hembras y es seguida por un ciclo corto de 5-6 días de duración, el cual es observado en el 75% de las hembras. Este ciclo corto está asociado con una baja secreción de progesterona del cuerpo lúteo y es seguido por una segunda ovulación, en la cual el subsecuente cuerpo lúteo es de duración normal (Chemineau, 1987). Esta segunda ovulación es normalmente acompañada con un estro en el 90% de las hembras (Chemineau, 1983). Si las hembras no son fecundadas, los subsecuentes ciclos estrales son de duración normal (alrededor de 21 días; Chemineau, 1987). Algunas cabras (25%) experimentan un ciclo normal después de la primera ovulación y, si no quedan gestantes, ovulan nuevamente 21 días después de la primera ovulación.

Tanto en ovejas como en cabras que presentan una fase lútea corta, la tasa de ovulación (el número de óvulos liberados) es ligeramente menor en la primera que en la segunda ovulación (1.56 ± 0.73 y 2.05 ± 0.84 , respectivamente; Chemineau, 1983). De igual manera, la tasa de concepción es más baja en la primera que en la segunda ovulación (23% y 74%, respectivamente; Thimonier *et al.*, 1983). Esta disminución de la tasa de concepción es probablemente una consecuencia del ciclo ovárico corto, que usualmente le sigue a la primera ovulación, en el cual la insuficiente cantidad de progesterona producida por el cuerpo lúteo después de la primera ovulación no permite el establecimiento de la gestación (Signoret, 1980; Chemineau, 1987). El retorno del funcionamiento

normal del ovario después de la segunda ovulación permite una tasa de concepción equivalente a la obtenida durante la estación sexual (80% y 87%, respectivamente). De manera similar, la prolificidad (número de cabritos nacidos por hembra) obtenida mediante el efecto macho es similar o en ocasiones mayor a la obtenida durante la época natural de reproducción (Chemineau, 1987).

2.3 Factores sensoriales implicados en la respuesta de las hembras al efecto macho

Las hembras utilizan varias señales exteroceptivas provenientes del macho para responder a la presencia de éste como lo son el olor, las emisiones sonoras, el contacto físico y visual, así como las conductas sexuales del macho durante el cortejo sexual. Cada señal puede tener una influencia separadamente, sin embargo, la mayor respuesta se obtiene cuando el macho está en contacto físico total con las hembras, donde todas las señales se encuentran actuando en conjunto (Shelton, 1980).

2.3.1 Olfato

En ovejas y cabras, las señales olfativas del macho parecen estar implicadas en la mediación del efecto macho. En ovejas expuestas a la lana del carnero, el olor del macho estimula la frecuencia de pulsos de la LH e induce la ovulación en una proporción importante de hembras (Knight y Lynch, 1980; Over *et al.*, 1990). Resultados similares también se obtuvieron en cabras. Sin embargo, la proporción de cabras que ovulan al ponerlas en contacto con el pelo del macho cabrío es más baja (40%; Claus *et al.*, 1990) que la de las hembras en contacto físico completo con los machos (Walkden-Brown *et al.*, 1993c). Por otra parte, en la cabra Criolla de la isla de Guadalupe en el Caribe, la anosmia periférica no impide la respuesta al efecto macho, aunque la proporción de hembras que

presentan estro o que ovulan disminuye al 50% en las hembras anósmicas, contrario a la respuesta registrada en las hembras donde su sentido del olfato está intacto (89%; Chemineau *et al.*, 1986). En conjunto, estos resultados indican que las señales olfativas están implicadas en las respuestas de las hembras al efecto macho, pero también indican que no son las únicas señales que intervienen.

2.3.2 Tacto

El tacto también está involucrado en la respuesta de las hembras al efecto macho. En las cabras en contacto directo con los machos, el 88% de éstas ovulan, mientras que sólo el 15% lo hacen cuando no existe este contacto entre ambos sexos (Chemineau, 1987). Dado que el contacto físico completo entre machos y hembras es más eficiente en la estimulación de la actividad sexual que el estímulo a través de una cerca (Shelton, 1980; Pearce y Oldham, 1988), se sugiere que las interacciones macho-hembra completas desempeñan un papel importante en la respuesta de las hembras expuestas al efecto macho.

2.3.3 Oído

En varias especies se ha demostrado que las vocalizaciones de los machos estimulan la actividad estral u ovulatoria de las hembras. En aves canoras, las vocalizaciones del macho tienen un efecto estimulante en la actividad ovárica (Brockway, 1965; Hinde y Steele, 1978). En la cerda, las vocalizaciones del macho pueden compensar la ausencia de señales olfativas y permitir el comportamiento de inmovilización de la hembra durante la monta (Signoret, 1974). En el ciervo rojo (*Cervus elaphus*), las vocalizaciones del macho grabadas y reproducidas con bocinas avanza el inicio de la estación de apareamiento de las hembras comparado con el de las hembras aisladas de las vocalizaciones (McComb, 1987).

2.3.4 Visión

Hay pocos estudios sobre la influencia de la visión en la respuesta sexual de las hembras sometidas al efecto macho. En cabras expuestas a las vocalizaciones de los machos, el número de las hembras que ovulan es más bajo (19.5%) que cuando se agregan las señales visuales (41.2%; Shelton, 1980).

2.4. Factores que afectan la respuesta de las hembras al efecto macho

2.4.1 Libido del macho

Los carneros castrados tratados con andrógenos, que exhiben actividad sexual intensa, inducen la ovulación más eficazmente que los machos a los que se les administra la misma dosis del andrógeno pero que son sexualmente inactivos (Signoret *et al.*, 1982). Asimismo, Fulkerson *et al.* (1981) reportaron que los carneros castrados tratados con testosterona o estradiol, que exhibieron un intenso comportamiento sexual comparado con carneros castrados no tratados, fueron más eficaces para inducir la actividad sexual en ovejas anovulatorias. Perkins y Fitzgerald (1994) compararon carneros que exhibían niveles altos y bajos de actividad sexual, y encontraron que los carneros con alto rendimiento sexual estimularon a más ovejas en anestro a ovular (78%), que los carneros de bajo desempeño sexual (59%). En cabras, la intensidad de la libido de los machos también afecta la respuesta de las hembras expuestas al efecto macho. Así, los machos cabríos bien alimentados, los cuales despliegan una alta actividad sexual, inducen un mayor porcentaje de hembras a presentar un comportamiento de estro (67%) que los machos cabríos mal alimentados que exhiben una baja libido (38%; Walkden-Brown *et al.*, 1993c). Los machos locales del subtrópico mexicano tratados con 2.5 meses de días largos artificiales a partir del 1 de noviembre y seguidos de días naturales, también estimulan la ovulación de un mayor número

de hembras (95%) que la observada cuando se utilizan machos en reposo sexual (10%; Delgadillo *et al.*, 2002).

2.4.2 La duración de contacto entre machos y hembras

La duración del contacto entre los dos sexos durante el efecto macho es otro factor que afecta la respuesta ovulatoria de las hembras. En ovejas se ha sugerido que es requisito la presencia continua del macho para obtener una respuesta ovulatoria máxima o una persistencia de la actividad ovulatoria inducida (Signoret *et al.*, 1982; Martin *et al.*, 1986; Cohen-Tannoudji y Signoret, 1987). En esta especie, tres horas de contacto con los carneros induce un aumento rápido de la secreción de LH, lo cual no es suficiente para provocar la ovulación, y la LH vuelve a los niveles de pre-estimulación después de que el macho es retirado (Cohen-Tannoudji y Signoret, 1987). En cambio, 20% de las ovejas ovulan cuando son expuestas a los machos durante 24 horas, y el 51% lo hacen cuando permanecen con los machos durante 4 días. Este porcentaje aumenta a 61% en las hembras expuestas a los carneros por 13 días (Signoret *et al.*, 1982). En cabras, la exposición de las hembras a los machos por 16 horas diarias durante 10 días induce solamente el 19% de cabras a ovular, mientras que la exposición continua al macho estimula al 95% de hembras a ovular (Walkden-Brown *et al.*, 1993c). En las cabras de la Comarca Lagunera, el porcentaje de hembras que manifiestan un comportamiento estral es similar en aquellas expuestas a los machos durante 24 ó 16 horas por día (Rivas-Muñoz *et al.*, 2007). Estos resultados demuestran que la presencia continua de los machos no es necesaria para obtener una buena respuesta ovulatoria de las hembras sometidas al efecto macho. La mayoría de las cabras expuestas a 16h/d a machos sexualmente activos, presentan un comportamiento estral. Sin embargo, no se conoce si un contacto diario entre machos y hembras menor a 16 horas estimula el estro y la ovulación en hembras expuestas al efecto macho.

OBJETIVO

Determinar si una reducción de 16 a 4 horas en el tiempo de contacto entre machos sexualmente activos y hembras no modificó la respuesta de las cabras sometidas al efecto macho.

HIPÓTESIS

Una reducción en el tiempo de contacto diario entre machos sexualmente activos y hembras no modifica la respuesta ovulatoria en las cabras sometidas al efecto macho.

Capítulo III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio, animales y manejo

El experimento se realizó en la Comarca Lagunera del Estado de Coahuila, México (latitud, 26° 23' N; longitud, 104°47'W) usando cabras locales (*Capra hircus*). El área de la Laguna se caracteriza por un clima seco, con un promedio anual de precipitación de 266 mm (163-504 mm). La época de lluvias es de junio a septiembre con una variabilidad interanual. Las temperaturas máximas y mínimas de la Comarca son de 36.6 °C entre mayo y agosto y de 5.7 °C entre diciembre y enero, respectivamente. En hembras aisladas de machos, la temporada no reproductiva es de marzo a agosto (Duarte *et al.*, 2008). En los machos, el reposo sexual ocurre de enero a abril (Delgadillo *et al.*, 1999). Los animales del presente estudio se mantuvieron en las condiciones de manejo descritas en la Guía de Asistencia y Uso de Animales Agrícolas en Investigación y Enseñanza Agrícola (FASS, 1999).

3.2 Activación sexual de machos mediante el tratamiento fotoperiódico

Se utilizaron 12 machos que tenían de 2 a 4 años de edad, los cuales se mantuvieron en corrales abiertos (6 x 6 m) sombreados. Los animales se alimentaron con alfalfa (18% CP) a libre acceso y 300 g de concentrado comercial (14% CP; 1.7 Mcal/ kg). Además tenían libre acceso al agua y sales minerales. Todos los machos se sometieron a un tratamiento de días largos (16 horas de luz /8horas de oscuridad) del 1 de noviembre al 15 de enero. El 16 de enero, el tratamiento luminoso se suspendió, y los machos se expusieron a las variaciones naturales del fotoperiodo hasta el final del estudio (26 de marzo). Este tratamiento fotoperiódico estimula la secreción de testosterona y por consecuencia mejora el comportamiento sexual de los machos en la época no reproductiva (Delgadillo *et*

al., 2002). De los 12 machos tratados, se seleccionaron 2 pares de machos al azar. Antes del estudio se determinó la calidad del semen de los machos. La calidad del semen de todos los machos fue buena (> 70% de espermatozoides vivos; y una motilidad > 3; Delgadillo *et al.*, 1992).

3.3 Preparación de las hembras

En el estudio se utilizaron hembras multíparas anovulatorias, las cuales tuvieron sus partos entre octubre y diciembre, y se ordeñaron a mano una vez al día durante el estudio. Los días 1 y 8 de marzo se realizó una ultrasonografía transrectal con un aparato Aloka SSD-500 conectado a una sonda transrectal lineal de 7.5 MHz para determinar su ciclicidad ovárica. El 10 de marzo, las hembras se dividieron en 3 grupos homogéneos en cuanto a su peso corporal. Un grupo de hembras (42.8 ± 1.6 kg; n = 9) se aisló de los machos. Los otros dos grupos se expusieron diariamente a machos sexualmente activos por 4 (42.7 ± 1.4 kg; n =15) ó 16 horas (41.3 kg; ± 1.0 kg; n =17). Cada grupo de hembras se alojó en corrales abiertos (10 x 10 m) que tenían sombra y se alimentaron con 2 kg de heno de alfalfa (18% PC) y 200 g de concentrado (14% PC; 1.7 Mcal/kg) por hembra; además tenían libre acceso al agua. La distancia entre los grupos fue de más de 100 m para evitar interferencia entre ellos (Walkden-Brown *et al.*, 1993a).

3.4 Efecto macho

El 12 de marzo a las 08:00 (d 0), las hembras de cada grupo experimental se expusieron a los machos tratados con días largos. En los dos grupos experimentales, los machos fueron introducidos cada día a las 08:00. En los grupos que permanecieron en contacto con los machos 16 y 4 horas, los machos se retiraron del corral a las 12:00 y 24:00, respectivamente. Una vez separados de las hembras, los machos se alojaron hasta el día siguiente en otro corral

localizado a más de 200 m de las hembras. Los machos estuvieron en contacto con las cabras durante 15 días, y cada par de machos eran cambiados diariamente entre los dos grupos experimentales.

3.5 Variables evaluadas

La primera ovulación inducida por el macho se determinó por la concentración de progesterona en el plasma. Las muestras de sangre se obtuvieron de la vena yugular del día 3 a 9 de haber puesto en contacto machos y hembras. La sangre obtenida se centrifugó a 3500 g por 30 min y el plasma obtenido se congeló a -20° C hasta la determinación de la progesterona. La determinación se realizó por radioinmunoanálisis, la sensibilidad del ensayo fue de 0.1 ng/ml. Los coeficientes de variación intra e inter-ensayo fueron 5 y 7%, respectivamente. Las hembras con concentraciones de progesterona ≥ 0.5 ng/ml se consideraron que habían ovulado. La ovulación y la tasa ovulatoria de la segunda ovulación se evaluó por la presencia y número de cuerpos lúteos determinados por ultrasonografía transrectal 18 días después del primer contacto entre machos y hembras. La tasa de preñez se determinó por ultrasonografía abdominal 51 días después de la exposición a los machos.

3.6 Análisis estadísticos

Las tasas de ovulación se compararon utilizando la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Las proporciones de hembras que ovularon, así como las proporciones de hembras que mostraron ciclos ovulatorios cortos o normales y las tasas de gestación, se compararon utilizando la prueba de χ^2 . Los datos se expresan como media \pm error estándar de la media. Los análisis fueron realizados utilizando el paquete estadístico SYSTAT 10 (Evanston IL, USA, 2000).

Capítulo IV

RESULTADOS

4.1 Actividad ovárica

Los porcentajes de hembras que ovularon al menos una vez durante el estudio no difirieron ($P>0.05$) entre las cabras expuestas a los machos por 16 (94.1%) ó 4 (100%) horas por día, pero ambos fueron superiores ($P<0.001$) al registrado en el grupo de hembras aisladas (11.1%). De igual manera, la proporción de hembras que mostraron ciclos ovulatorios cortos no fue diferente ($P>0.05$) entre las hembras en contacto con los machos por 16 (58.8%) ó 4 (86.7%) horas por día. Lo mismo ocurrió con la frecuencia de los ciclos ovulatorios de duración normal (grupo 16 horas: 35.3%; grupo 4 horas: 13.3%; $P>0.05$).

4.2 Tasa ovulatoria

La tasa ovulatoria de las hembras expuestas a los machos durante 16 (1.6 ± 0.1) ó 4 horas (1.7 ± 0.2), no fue diferente ($P>0.05$) entre los grupos.

4.3 Gestaciones

Las tasas de gestación fueron similares ($P>0.05$) en las hembras de los 2 grupos expuestas a los machos (grupo 16 horas: 94.1%; grupo 4 horas: 93.3%).

Capítulo V

DISCUSIÓN

Este estudio demuestra que una reducción del periodo diario de contacto entre machos cabríos y hembras no modifica la respuesta ovulatoria de las cabras expuestas al efecto macho. Además, demuestran que las tasas de gestación fueron similares, independiente del tiempo de contacto que tuvieron las hembras con los machos.

En el presente estudio, un contacto diario de 4 horas entre machos y hembras permitió obtener la misma respuesta ovulatoria que 16 horas de contacto. Este estudio permitió continuar con el descrito por Rivas *et al.* (2007), quienes demostraron que 16 horas de contacto diario induce la misma respuesta ovulatoria que el contacto diario de 24 horas. De hecho, los porcentajes de hembras que ovularon en dos ocasiones, así como los porcentajes y la duración de los ciclos ovulatorios, no difirieron entre los dos grupos experimentales, ni con lo reportado en las hembras expuestas las 24 horas al macho (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002). En el presente estudio, las ovulaciones no fueron alteradas por una disminución del periodo de contacto entre ambos sexos. De igual manera, la ovulación y fertilidad fueron similares en los 2 grupos expuestos a los machos y concuerdan con estudios previos (Rivas *et al.*, 2007; De Santiago-Miramontes *et al.*, 2008). Los resultados de presente estudio indican que la reducción del contacto diario de 16 a 4 horas por día entre ambos sexos no modifica la respuesta ovulatoria de las hembras expuestas al efecto macho.

Los resultados pueden explicarse por dos hipótesis no excluyentes. Primero, en ovejas y cabras está bien establecido que las señales olfatorias están implicadas en la respuesta de las hembras expuestas al macho (Claus *et al.*, 1990; Cohen-Tannoudji *et al.*, 1994). Varios experimentos efectuados en ovinos y caprinos demostraron que la exposición al olor del macho (usando pelo, lana y

orina) induce una respuesta ovulatoria en las cabras (Claus *et al.*, 1990; Walkden-Brown *et al.*, 1993b) y ovejas anovulatorias (Knight y Lynch, 1980; Cohen-Tannoudji *et al.*, 1994; Gélez y Fabre-Nys, 2006). Sin embargo, esta respuesta es siempre más baja que la observada en las hembras expuestas completamente a los machos (Shelton *et al.*, 1980; Walkden-Brown *et al.*, 1993b). En el presente estudio, es probable que los corrales se hayan impregnado con el olor de los machos, y que al retirarlos, el olor de éstos haya influido en la estimulación de la ovulación en las hembras de los dos grupos. La otra posibilidad es que el intenso comportamiento sexual de los machos desplegado por 4 horas haya sido suficiente para estimular la ovulación en las hembras expuestas a ellos. En efecto, el comportamiento sexual de los machos es un factor importante en la respuesta de las hembras sometidas al efecto macho (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002).

En cabras y ovejas, la primera exposición a los machos induce un rápido aumento de secreción de LH (respuesta a corto plazo). Sin embargo, para que se produzca la ovulación, es necesario un contacto prolongado (varios días) entre ambos sexos (respuesta a largo plazo). En efecto, la secreción de LH disminuye al retirar el macho, lo que evita la ovulación (Martin *et al.*, 1984; Chemineau, 1987; Ungerfeld *et al.*, 2004). Vielma *et al.* (2004) demostraron que los machos sexualmente activos sedados (sin comportamiento sexual), estimulan la secreción de LH en las cabras, pero los niveles plasmáticos descienden 24 horas después del primer contacto con los machos. En cambio, cuando se utilizaron machos no sedados (que despliegan un intenso comportamiento sexual) mantienen elevados los niveles plasmáticos de la LH 24 horas después del primer contacto entre los 2 sexos. En el presente estudio, es probable que el intenso comportamiento sexual desplegado por los machos durante el tiempo de contacto con las hembras haya sido suficiente para estimular la actividad ovulatoria de éstas.

Capítulo VI

CONCLUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran que 4 horas de contacto diario entre machos y hembras son suficientes para estimular la actividad ovulatoria de las cabras expuestas al efecto macho.

LITERATURA CITADA

Brockway BF. (1965). Stimulation of ovarian development and egg laying by male courtship vocalization in budgerigars (*Melopsittacus undulates*). Anim. Behav. 13:575-578.

Bronson FH. (1985). Mammalian reproduction: An Ecological Perspective. Biol. Reprod. 32:1-26.

Chemineau P. (1983). Effect on estrus and ovulation of exposing Creole goats to the male at three times of the year. J. Reprod. Fertil. 67:65-72.

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

Claus R, Over R, Dehnhard M. (1990). Effect of male odour on LH secretion and the induction of ovulation in seasonally anoestrous goats. Anim. Reprod. Sci. 22:27-38.

Cohen-Tannoudji J, Signoret JP. (1987). Effect of short exposure to the ram on later reactivity of anoestrous ewes to the male effect. Anim. Reprod. Sci. 13:263-268.

Cohen-Tannoudji J, Einhorn J, Signoret JP. (1994). Ram sexual pheromone: first approach of chemical identification. Physiol. Behav. 55:955-961.

Delgadillo JA, Chemineau P. (1992). Abolition of the seasonal release of luteinizing hormone and testosterone in Alpine male goats (*Capra hircus*) by short photoperiodic cycles. J. Reprod. Fertil. 94:45–55.

Delgadillo JA, Canedo GA, Chemineau P, Guillaume D, Malpaux B. (1999). Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical northern México. Theriogenology. 52:727-737.

Delgadillo JA, Flores JA, Véliz FG, Hernández HF, Duarte G, Vielma J, Poindron P, Chemineau P, Malpaux 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.

Delgadillo JA, Flores JA, Véliz FG, Duarte G, Vielma J, Poindron P, Malpaux B. (2003). Control de la reproducción de los caprinos del subtropico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. Vet. Méx. 34(1):69-79.

Delgadillo JA, Flores JA, Véliz FG, Duarte G, Vielma J, Hernández H, Fernández I. (2006). Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. Reprod. Nutr. Dev. 46:391-400.

De Santiago-Miramontes MA, Rivas-Muñoz R, Muñoz-Gutiérrez M, Malpaux B, Scaramuzzi RJ, Delgadillo JA. (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.

Duarte G, Flores JA, Malpaux B, Delgadillo JA. (2008). Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. Domest. Anim. Endocrinol. 35:362-370.

Fabre-Nys C. (2000). Le comportement sexuel des caprins: contrôle hormonal et facteurs sociaux. *INRA Prod. Anim.* 13:11-23.

Flores JA, Véliz FG, Perez-Villanueva JA, Martín de la Escalera G, Chemineau P, Poindron P, Malpaux B, Delgadillo JA.(2000). Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrous in females goats. *Biol. Reprod.* 62:1409-1414.

Fulkerson WJ, Adams NR, Gherardi PB. (1981). Ability of castrate male sheep treated with oestrogen or testosterone to induce and detect oestrus in ewes. *Appl. Anim. Ethol.* 7:57-66.

Gélez H, Fabre-Nys, C. (2006). Role of the olfactory systems and importance of learning in the ewes' response to rams or their odors. *Reprod, Nutr. Dev.* 46:401-415.

Girard L. (1813). Moyens employés avec succès, par M. Morel de Vindé, membre de la société de Agriculture de Seine et Oise, pour obtenir, dans le temps le plus court possible, la fécondation du plus grand nombre des brebis portières d' un troupeau. *Éphémérides de la Société d'Agriculture du Département de l'Indre pour l' An 1813, Séance du 5 septembre, VIII Cahier, Chateau-Roux, Département de l'Indre, VII:66-88.*

Hinde RA, Steele E. (1978). The influence of day length and male vocalizations on the estrogen-dependent behavior of female canaries and budgerigars, with discussion of data from other species. In: *Advances in the Study of Animal Behavior* (Rosenblatt JS, Hinde RA, Beer C, Buncel M, eds). Academic Press. New York. 39-73pp.

Knight TW, Lynch PR. (1980). Source of ram pheromones that stimulate ovulation in the ewe. *Anim. Reprod. Sci.* 3:133-136.

Martin GB, Scaramuzzi RJ. (1983). The induction of oestrus and ovulation in seasonally anovular ewes by exposure to rams. *J. Steroid. Bioch.* 19:869-875.

Martin GB. (1984). Factors affecting the secretion of luteinizing hormone in the ewe. *Biol. Rev.* 59:1-87.

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, Hernández JR. (1996). Ability of androgenized goats weathers and does induce estrus in goats under extensive conditions during anestrus and breeding season. *Small Rumin. Res.* 23:37-42.

Oldham CM, Pearce DT. (1983). Mechanism of the ram effect. *Proc. Austr. Soc. Reprod. Biol.* 15:72-75.

Ott RS, Nelson DR, Hixon JE. (1980). Effect of presence of the male on initiation of oestrous cycle activity of goats. *Theriogenology.* 13:183-190.

Over R, Cohen-Tannoudji J, Dehnhard M, Claus R, Signoret JP. (1990). Effect of pheromones from male goats on LH-secretion in anestrus ewes. *Physiol. Behav.* 48(5):665-668.

Pearce GP, Oldham DM. (1988). Importance of non-olfactory ram stimuli in mediating ram-induced ovulation in the ewe. *J. Reprod. Fertil.* 84:333-339.

Pellicer-Rubio MT, Leboeuf B, Bernelas D, Forgerit Y, Pougard JL, Bonné JL, Senty E, Chemineau P. (2007). Highly synchronous and fertile reproductive activity induced by male effect during deep anoestrous in lactating goats subjected to treatment with artificially long day followed by a natural photoperiod. *Anim. Reprod. Sci.* 98:241-258.

Perkins A, Fitzgerald JA. (1994). The behavioral component of the ram effect: The influence of ram sexual behavior on the induction of estrus in anovulatory ewes. *J. Anim. Sci.* 72:51-55.

Poindron P, Cognié Y, Gayerie F, Orgeur P, Oldham CM, Revault JP. (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.

Restall BJ. (1992). Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim. Reprod. Sci.* 27:305-318.

Rivas-Muñoz R, Fitz-Rodríguez G, Poindron P, Malpoux B, Delgadillo JA. (2007). Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous or discontinuous exposure to males. *J. Anim. Sci.* 85:1257-1263.

Rivera GM, Alanis GA, Chaves MA, Ferrero SB, Morello HH. (2003). Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. *Small Rumin. Res.* 48:109-117.

Rosa HJD, Juniper DT, Bryant MJ. (2000). The effect of exposure to oestrous ewes on rams' sexual behavior, plasma testosterone concentration and ability to stimulate ovulation in seasonally anoestrous ewes. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 67:293-305.

Shelton M. (1960). Influence of the presence of a male goat on the initiation of oestrous cycling and ovulation of Angora does. *J. Anim. Sci.* 19:368-375.

Shelton M. (1980). Goats: influence of various exteroceptive factors on initiation of oestrous and ovulation. *Int. Goat Sheep Res.* 1:156-162.

Signoret JP. (1974). Rôle des différentes informations sensorielles dans l'attraction de la femelle en oestrus par le mâle chez les porcins. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 14:747-755.

Signoret JP. (1980). Effect de la presence du mâle sur les mécanismes de reproduction de la femelle des mammifères. *Reprod. Nutr. Dev.* 20:1475-1468.

Signoret JP, Lindsay DP. (1982). The male effect in domestic mammals: effect on LH secretion and ovulation-importance of olfactory cues. In: *Olfaction and Endocrine Regulation*. Ed. W. Breiphtol. IRL Press, London. 63-70pp.

Signoret JP, Fulkerson WJ, Lindsay DR. (1982/83). Effectiveness of testosterone-treated wethers and ewes as teasers. *Appl. Anim. Ethol.* 9:37-45.

Thimonier J, Chemineau P, Gauthier D. (1983). Augmenter la fertilité des ruminants en zone tropicale: une réalité. Réunion Intern. Reproduction des Ruminants en zone tropicale (10-12 juin), Pointe-à-Pitre (Guadeloupe, F. W. I). *Colloques del I.N.R. A.* 20:399-418.

Underwood EJ, Shier FL, Davenport N. (1944). Studies in sheep husbandry in Western Australia. V. The breeding season of Merino, Crossbred and British breed ewes in the agricultural districts. *J. Agric. West. Aust.* 11(2):135-143.

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

Vielma J, Hernández H, Véliz FG, Flores JA, Duarte G, Chemineau P, Malpoux B, Delgadillo JA. (2004). Effect of sedation of does on LH release in does submitted to buck. In: Proc 8th Int. Conference on Goats, Pretoria (pp. 147). Casey N. (Ed).

Walkden-Brown SW, Restall BJ, Henniawati. (1993a). The male effect in the Australian cashmere goat. 1. Ovarian and behavioral response of seasonally anovulatory does following the introduction of bucks. *Anim. Reprod. Sci.* 32: 41-53.

Walkden-Brown SW, Restall BJ, Henniawati. (1993b). The male effect in the Australian cashmere goat. 2. Role of olfactory cues from the male. *Anim. Reprod. Sci.* 32:55-67.

Walkden-Brown SW, Restall BJ, Henniawati. (1993c). The male effect in the Australian Cashmere goat. 3. Enhancement with buck nutrition and use of oestrous females. *J. Reprod. Fertil.* 32:69-84.

Walkden Brown SW, Restall BJ, Norton BW, Scaramuzzi RJ, Martin GB. (1994). Effect of nutrition on seasonal patterns of LH, FSH and concentration, testicular mass, sebaceous gland volume and odour in Australian cashmere goats. *J. Reprod. Fertil.* 102:351-360.

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.