

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**LA COMPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA CONTINUA
MEJORA LA TASA OVULATORIA PERO NO LA
FERTILIDAD EN LAS CABRAS SOMETIDAS AL EFECTO
MACHO**

POR:

JUAN MANUEL RODRÍGUEZ GONZÁLEZ

TESIS:

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

SEPTIEMBRE 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TESIS

LA COMPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA CONTINUA
MEJORA LA TASA OVULATORIA PERO NO LA
FERTILIDAD EN LAS CABRAS SOMETIDAS AL EFECTO
MACHO

POR:

JUAN MANUEL RODRIGUEZ GONZALEZ.

ASESOR PRINCIPAL

Una firma manuscrita en tinta que parece ser la del Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez, ubicada sobre una línea horizontal.

DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

SEPTIEMBRE DE 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

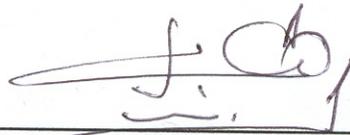
TESIS

LA COMPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA CONTINUA
MEJORA LA TASA OVULATORIA PERO NO LA
FERTILIDAD EN LAS CABRAS SOMETIDAS AL EFECTO
MACHO

POR:

JUAN MANUEL RODRIGUEZ GONZALEZ.

ASESOR PRINCIPAL



DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



M.C. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
REGIONAL
CIENCIA ANIMAL

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

SEPTIEMBRE DE 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

PRESIDENTE DE JURADO



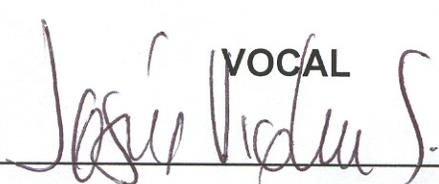
DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

VOCAL



DR. GERARDO DUARTE MORENO

VOCAL



DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES

VOCAL SUPLENTE



DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**LA COMPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA CONTINUA
MEJORA LA TASA OVULATORIA PERO NO LA
FERTILIDAD EN LAS CABRAS SOMETIDAS AL EFECTO
MACHO**

POR:

JUAN MANUEL RODRÍGUEZ GONZÁLEZ

Elaborado bajo la supervisión del comité particular de asesoría

ASESOR PRINCIPAL:

DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

ASESORES:

DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

DR. GERARDO DUARTE MORENO

DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

SEPTIEMBRE DE 2009

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la oportunidad de vivir, de guiarme por el buen camino, por haberme dado la familia que ahora tengo y que has permitido que aún sigan conmigo disfrutando de estos momentos tan importantes para mí y para ellos.

A MIS PADRES

Roberto Rodríguez Avalos y Benita González López

A quienes me han heredado el tesoro más valioso que puede dársele a un hijo: amor. A quienes sin escatimar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme. A quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en persona de provecho. A quienes nunca podré pagar todos sus desvelos ni aún con las riquezas más grandes del mundo. Por esto y más... Gracias.

A MIS ABUELITOS

† Victorino González Amaya

Inocencia García Armijo

María López

† Manuel Rodríguez del Rio

Fortina Avalos Torres

Por darme la dicha de contar con unos excelentes padres, por compartir momentos tan lindos en mi vida que jamás olvidaré por sus consejos, el apoyo y el cariño que me han brindado.

† A mi abuelito Victorino González Amaya

Quien fue como un padre para mí que compartió momentos de su vida conmigo y siempre cuidó de mí, porque él siempre quiso que fuera un profesionalista y ahora que lo estoy logrando desgraciadamente él ya no está conmigo para poder disfrutar estos momentos juntos, porque al igual que yo, él estaría tan contento de verme convertido en un profesionalista. Gracias papá por darme tus sabios consejos y siempre estarás presente en mi alma, en mi corazón y en mis pensamientos, gracias por todo.

A MIS HERMANOS

Lucila Alejandra, Perla Jisel, Victorino

Por todos los bellos momentos que hemos vivido juntos, por el gran cariño que me han dado, por su amor y amistad incondicional porque sin su apoyo no hubiera sido posible la culminación de mi carrera, gracias por ser los mejores hermanos del mundo, siempre los llevo en mi corazón y siempre están en mis pensamientos.

No es fácil llegar, se necesita lucha y deseo, pero sobre todo apoyo como el que he recibido durante este tiempo. Ahora más que nunca se acredita mi cariño, admiración y respeto. Gracias por lo que hemos logrado.

Agradecimientos

A DIOS por darme la dicha y la fortaleza de salir adelante y por darme la sabiduría en todos los momentos de mi vida y por tener la dicha de lograr una meta más.

A la UAAAN UL por haberme permitido ser parte de ella como estudiante y así cumplir uno de mis sueños, de haberme formado como un profesionista.

Al Dr. José Albero Delgadillo Sánchez. Por su valioso apoyo y asesoría en la realización de esta tesis.

Al Dr. José Alfredo Flores Cabrera. Por su apoyo incondicional y asesoría de esta tesis.

Al Dr. Horacio Hernández Hernández. Por su apoyo y colaboración para la realización de esta tesis.

Al Dr. Jesús Vielma Sifuentes. Por su aportación en la realización de esta tesis.

Al Dr. Gerardo Duarte Moreno. Por su apoyo y colaboración en la realización de esta tesis.

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Coahuila por el Financiamiento del estudio (COECyT: COAH-2008-C07-93426).

Al Dr. Gonzalo Fitz Rodríguez. Por su colaboración en la realización de esta tesis.

A María Y Alexia, las francesas. Por su valioso apoyo en la realización de esta tesis.

A todos y cada uno de ellos gracias por su valioso tiempo y amistad que me brindaron durante la realización de esta tesis. Por eso y muchas cosas más, mil gracias.

Al señor Juan Antonio Rodríguez Ramírez que facilitó los animales para la realización del experimento, gracias por el apoyo brindado.

A mis amigos y compañeros de clases durante los 5 años de la carrera, al grupo "D" M.V.Z., y en especial a Ramiro Pardo, Mario Gallegos, Carlos Cruz, Rodrigo Martínez, Bessie Batarse, Vania Lizárraga, Flor Castorena, Elizabeth Téllez, e Ignacio Farrera.

EN TODO MOMENTO AMA AL AMIGO Y ES COMO UN HERMANO EN TIEMPO DE ANGUSTIA.

A mi tía Lili por sus consejos y el apoyo que de ella recibí.

A mis tíos y tías de igual manera, y a todos mis primos y primas por sus consejos y apoyo brindado que de ellos he recibido.

A todos los profesores de la UAAAN UL que fueron parte de mi formación profesional, gracias por haber compartido sus conocimientos conmigo, para que yo pudiera ser un profesionista.

Índice

ÍNDICE DE TABLAS.....	i
RESUMEN.....	ii
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
1. Estacionalidad reproductiva en ovinos y caprinos en zonas subtropicales.....	2
2. Estimulación de la actividad sexual a través del efecto macho.....	3
2.1. Respuesta endocrina y sexual de las hembras caprinas al efecto macho.....	3
2.1.1. Factores que afectan la respuesta sexual de las hembras al efecto macho.....	4
2.1.2. Comportamiento sexual de los machos.....	5
2.1.3. Alimentación de las hembras.....	6
2.1.4. El suplemento alimenticio y la respuesta sexual de las hembras al efecto macho.....	6
2.1.5. El suplemento alimenticio y la fertilidad de las hembras al efecto macho.....	7
OBJETIVO.....	9
HIPÓTESIS.....	9
MATERIAL Y MÉTODOS.....	10
1. Animales experimentales.....	10
1.1. Machos.....	10
1.2. Tratamiento fotoperiódico de los machos.....	11
1.3. Hembras experimentales.....	11

2 Modelo experimental.....	12
3. Variables determinadas.....	13
3.1. Actividad ovulatoria.....	13
3.2. Tasa ovulatoria.....	13
3.3. Tasa de gestación.....	13
4. Análisis de datos.....	14
RESULTADOS.....	15
1. Actividad ovulatoria.....	15
2. Tasa ovulatoria.....	15
3. Tasa de gestación.....	15
DISCUSIÓN.....	16
CONCLUSIÓN.....	18
LITERATURA CITADA.....	19

Índice de tablas

	Páginas
Tabla 1. Características generales de las cabras que fueron utilizadas para el presente experimento incluyendo el número de machos utilizados para el mismo experimento.....	12

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar si una complementación alimenticia de 23 días iniciando al momento de poner en contacto machos y hembras, incrementa la tasa ovulatoria y la fertilidad en cabras expuestas al efecto macho. Se utilizaron 4 machos cabríos locales adultos que fueron inducidos a una intensa actividad sexual al someterlos a un tratamiento de días largos artificiales (16 h de luz/día) del 1 de noviembre al 15 de enero. Se utilizaron además, 66 cabras adultas multíparas anovulatorias explotadas en un sistema de pastoreo extensivo. El 4 de abril de 2009 las cabras se dividieron en dos grupos homogéneos de acuerdo a su peso y condición corporal y se expusieron durante 15 días consecutivos a los machos sexualmente activos (n=2/grupo). Todas las hembras permanecieron en condiciones extensivas y pastaban conjuntamente de 09:00 h a 18:00 h diariamente. En la tarde, al regresar del pastoreo, las cabras eran alojadas en corrales abiertos en donde eran expuestas a los machos hasta el día siguiente. Un grupo de cabras no recibió ninguna complementación alimenticia en el corral (testigo; n=36). El otro grupo de hembras recibió una complementación alimenticia compuesta de 0.260 kg de maíz rolo, 0.110 kg de soya, y 0.900 kg de heno de alfalfa desde el primer día de contacto con los machos (día 0) hasta el día 23 post-introducción de éstos en el grupo de cabras(n=30). El maíz, la soya y el 50 % de la alfalfa se ofrecieron en la mañana. El otro 50 % de alfalfa se ofreció a las hembras por la tarde después del pastoreo. Los porcentajes de hembra que ovularon, así como la tasa ovulatoria se determinaron mediante ultrasonografía transrectal 18 días después de la introducción de los machos. Los porcentajes de hembras

gestantes se determinaron a los 50 días postintroducción de los machos mediante ecografía abdominal. Las proporciones de hembras que ovularon y las diagnosticadas gestantes se compararon mediante una prueba de X^2 . La tasa ovulatoria se comparó mediante una prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. El porcentaje de cabras que ovularon durante los 15 días de contacto con los machos fue similar entre las hembras que recibieron una complementación alimenticia durante 23 días (30/30; 100%) y las cabras que no fueron complementadas durante ese mismo periodo (36/36; 100%; $P>0.05$). La tasa ovulatoria registrada en las hembras que recibieron una complementación alimenticia durante 23 días a partir de la introducción de los machos fue mayor (1.67 ± 0.1) que en las hembras que no recibieron una complementación alimenticia durante ese mismo periodo (1.39 ± 0.1 ; $P>0.05$). El porcentaje de cabras que fueron diagnosticadas gestantes a día 50 después de la introducción de los machos fue mayor en las cabras que recibieron una complementación alimenticia durante 23 días (23/30; 76.7%) que en aquellas hembras que no recibieron la complementación durante ese mismo periodo (25/36; 69.4%). Sin embargo, la diferencia no fue significativa entre ambos grupos ($P>0.05$). Se concluye que la complementación alimenticia durante los primeros 23 días de contacto entre hembras y machos sexualmente activos incrementa la tasa ovulatoria, sin embargo no mejora el porcentaje de cabras gestantes.

Palabras clave: caprinos, complementación alimenticia, bioestimulación, tasa ovulatoria.

Introducción

Recientemente se han incrementado las publicaciones científicas sobre la inducción de la actividad sexual de las hembras de pequeños rumiantes que manifiestan una estacionalidad reproductiva utilizando el efecto macho (Delgadillo *et al.*, 2003; Delgadillo *et al.*, 2006; Ungerfeld *et al.*, 2007; Pellicer-Rubio *et al.*, 2008). Esta técnica permite inducir el estro y la ovulación de las hembras al ponerlas en contacto con los machos. La subalimentación disminuye considerablemente la respuesta sexual y reproductiva de las hembras expuestas a los machos (Mellado y Hernández, 1996). Sin embargo, una complementación alimenticia puede mejorar la respuesta sexual en las hembras puestas en contacto a los machos. En efecto, un suplemento alimenticio de 7 días al momento de poner en contacto los machos y las hembras, mejora la tasa de ovulación de las cabras. Asimismo, una complementación alimenticia de 14 días a partir del día 9 de poner en contacto los dos sexos, incrementa la tasa de gestación (Fitz-Rodríguez *et al.*, 2009). Estos estudios se realizaron en experimentos independientes y utilizaron diferentes hembras. El presente estudio se realizó para determinar si un complemento alimenticio ofrecido a las mismas cabras, incrementa la tasa ovulatoria y la fertilidad de las cabras explotadas de manera extensiva y sometidas al efecto macho.

Revisión de literatura

1. Estacionalidad reproductiva en ovinos y caprinos en zonas subtropicales

Los caprinos del norte de México subtropical manifiestan una estacionalidad de su actividad reproductiva. En las hembras, la estación sexual se desarrolla durante el otoño y el invierno (Duarte *et al.*, 2008). En cambio, en los machos la estación sexual se desarrolla en primavera y verano (Delgadillo *et al.*, 1999). En los animales de esta raza, la estacionalidad reproductiva está bajo el control de las variaciones de la duración del día o fotoperiodo, el cual sincroniza un ritmo endógeno de reproducción (Delgadillo *et al.*, 2004; Duarte *et al.*, 2009). El fotoperiodo es el principal factor que controla el ritmo anual reproductivo a través de los cambios en la sensibilidad del eje hipotálamo-hipofisiario a la retroalimentación negativa del estradiol y testosterona en las hembras y machos, respectivamente (Karsch *et al.*, 1987; Ortavant *et al.*, 1988; Delgadillo *et al.*, 2004). En condiciones artificiales, los días cortos estimulan la actividad sexual, y los días largos la inhiben tanto en las hembras como en los machos (Lincoln y Short, 1980; Delgadillo *et al.*, 1991; 1992; 2004). Sin embargo, las relaciones socio-sexuales y la nutrición pueden modificar el ritmo anual de reproducción de los machos y hembras mantenidos bajo las variaciones naturales del fotoperiodo (Martin *et al.*, 2004; Forcada y Abecia, 2006).

2. Estimulación de la actividad sexual a través del efecto macho

La actividad sexual de las hembras puede inducirse en el anestro al ponerlas en contacto con un macho. A este fenómeno se le conoce como efecto macho. La respuesta hormonal (secreción de LH) en las cabras 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 (Chimeneau, 1987; Delgadillo *et al.*, 2004; Vielma, 2006).

2.1 Respuesta endocrina y sexual de las hembras caprinas al efecto macho

En las hembras anéstricas, la frecuencia de pulsos de LH es baja, debido a una retroalimentación negativa del estradiol. Sin embargo, pocos minutos después del contacto con machos se produce un incremento en la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH (Martin *et al.*, 1986; Chemineau, 1987). Vielma *et al.* (2009) demostraron que en las cabras expuestas a machos sexualmente activos, el número promedio de pulsos de LH pasó de 0.9 pulsos 4 horas antes del contacto con los machos a 2.5 pulsos en las 4 horas posteriores al inicio del contacto. Si el estímulo de los machos persiste, se induce el crecimiento folicular que incrementa los niveles de estradiol, desencadenando la conducta estral (Signoret *et al.*, 1982; Pearce y Oldham, 1988). El incremento en los niveles de estradiol provoca una retroalimentación positiva y en consecuencia un pico preovulatorio de LH a las 53 horas en las cabras (Chemineau, 1987) y de 24 a 30 horas en las ovejas (Oldham *et al.*, 1979; Martin *et al.*, 1986) después de haber sido expuestas a los machos. Estos eventos culminan con la ovulación 67 y 41 horas después del primer

contacto con los machos en cabras y ovejas, respectivamente (Oldham *et al.*, 1979; Chemineau, 1983), resultando la primera ovulación en un lapso de 3-5 días después del contacto entre hembras y machos (Martin *et al.*, 1986; Chemineau, 1987; Delgadillo *et al.*, 2006).

En las cabras, un número variable de hembras presenta estro en la primera ovulación inducida por el macho entre el segundo y el quinto día de contacto. El porcentaje de hembras gestantes después de este estro es muy bajo debido al reducido tamaño y la deficiente calidad celular del cuerpo lúteo recién formado (Chemineau *et al.*, 2006). En consecuencia, los niveles de progesterona de origen lúteo secretados son insuficientes para impedir que en un periodo de 5 a 7 días después, la pulsatilidad de la LH vuelva a incrementarse resultando que en más del 90% de las hembras se presente un segundo estro acompañado de ovulación que, en esta ocasión, dé origen a un cuerpo lúteo de calidad y duración normales (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2004, 2006; Chemineau *et al.*, 2006). En la segunda ovulación, el porcentaje de hembras que pueden quedar gestantes, es mucho mayor que en la primera ovulación inducida por el macho (Flores *et al.*, 2000).

2.1.1 Factores que afectan la respuesta sexual de las hembras al efecto macho

La respuesta de las hembras al efecto estimulador del macho puede variar dependiendo de factores como el comportamiento sexual de los machos y la nutrición en ambos sexos (Mellado *et al.*, 1994; Walkden-Brown *et al.*, 1999; Delgadillo *et al.*, 2006).

2.1.2 Comportamiento sexual de los machos

La libido es descrita como el conjunto de conductas sexuales mostradas por los machos, es decir, la disposición y habilidad de éste para cortejar y montar a la hembra (Chenoweth, 1981). Esta conducta sexual está representada por elementos motores del comportamiento sexual como el automarcaje, los olfateos ano-genitales, el flehmen, las aproximaciones, los intentos de monta y las montas con penetración (Price *et al.*, 1986; Fabre-Nys, 2000). Al respecto, Perkins y Fitzgerald (1994) demostraron que la intensidad de la conducta sexual desplegada por los machos hacia las hembras, incrementa la intensidad del estímulo y consecuentemente mejora la respuesta estral y ovulatoria de éstas. Estos autores compararon machos que exhibían altos y bajos niveles de conducta sexual y encontraron que los machos con alta actividad inducen un mayor número de hembras al estro (95%) que los machos con baja libido (78%). Estudios realizados con machos cabríos inducidos a una intensa actividad sexual durante el periodo de reposo, al someterlos a 2.5 meses de días largos, demuestran que estos machos estimulan la actividad sexual de un mayor número de hembras anéstricas que los machos no tratados (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Fitz-Rodríguez, 2004). En efecto, en un grupo de hembras en anestro, el 95% respondieron a la introducción de machos sexualmente activos, contra el 10% registrado en las hembras expuestas a machos en reposo sexual (Delgadillo *et al.*, 2002). Estos resultados demuestran que la intensidad de la conducta sexual desplegada por el macho es un factor importante en la efectividad del efecto macho.

2.1.3 Alimentación de las hembras

La nutrición juega también un papel 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 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). La subalimentación también afecta la tasa ovulatoria de las hembras expuestas al efecto macho. Al respecto, Lassoued *et al.* (2004) reportaron que las ovejas D'Man con un mejor nivel de alimentación antes del contacto con los machos, presentan una mayor tasa de ovulación (2.3) que las sometidas a un menor nivel alimenticio (1.8).

2.1.4 El suplemento alimenticio y la respuesta sexual de las hembras al efecto macho

En la actualidad existen varias estrategias de suplemento alimenticio que permiten maximizar el rendimiento reproductivo de los hatos. El flushing, es decir, el aporte de un suplemento alto en energía y proteína por un periodo corto mejora la respuesta sexual y reproductiva de las hembras expuestas al efecto macho. Los efectos benéficos de un suplemento alimenticio son principalmente sobre la tasa de ovulación, sin embargo, éste también mejora la respuesta estral y la tasa de gestación en las hembras expuestas al efecto macho (McWilliam *et al.*, 2004; De

Santiago-Miramontes *et al.*, 2008). Por ejemplo, el porcentaje de cabras en estro durante los primeros 5 días de contacto con los machos fue superior en las hembras que recibieron un suplemento alimenticio durante 7 días, iniciando el día del efecto macho, que en las hembras no suplementadas. Asimismo, la tasa ovulatoria fue mayor en las cabras suplementadas que en las control (Fitz-Rodríguez *et al.*, 2009). En ovejas, un suplemento alimenticio 14 días antes o iniciando 12 días después del efecto macho incrementa también la tasa ovulatoria (Molle *et al.*, 1995; Nottle *et al.*, 1997; Scaramuzzi *et al.*, 2006). De igual manera, el suplemento alimenticio en ovejas mantenidas en forrajes de pobre calidad durante unas semanas que preceden al contacto con los machos y durante la monta, incrementa la frecuencia de partos gemelares (Coop, 1966; Dunn y Moos, 1992; Lassoued *et al.*, 2004).

1.1.5 El suplemento alimenticio y la fertilidad de las hembras al efecto macho

La influencia del estado nutricional de las hembras en la sobrevivencia embrionaria fue descrita ampliamente en vacas y ovejas (Robinson, 1986, 1990; Robinson *et al.*, 2002). De manera general, las hembras con bajo peso corporal tienen una mayor incidencia de mortalidad embrionaria que aquellas que tienen un alto peso corporal (Dunn y Moos, 1992). Esta diferencia se debe, probablemente, porque la subnutrición disminuye la calidad del ovocito (O'Callaghan *et al.*, 2000) causando la pérdida embrionaria en los primeros 30 días de gestación (Mani *et al.*, 1992; Abecia *et al.*, 2006; Martin y Kadoka 2006; Robinson *et al.*, 2006; Blache *et*

al., 2007). Sin embargo, en hembras subalimentadas, un suplemento alimenticio incrementa la tasa de gestación (Kleemann y Cutten, 1978; Rhind *et al.*, 1989; Rassa *et al.*, 2004). En cabras, una suplementación alimenticia de 14 días iniciando el día 9 después del primer contacto entre machos y hembras, incrementa la tasa de gestación (Fitz-Rodríguez *et al.*, 2009). En ovejas de raza Sarda explotadas en pastoreo y suplementadas con soya durante 14 días antes de la monta, y dos días después de ésta, tienen una menor tasa de pérdida embrionaria (3%) que en aquellas hembras suplementadas únicamente durante 7 días antes de la monta 28% (Molle *et al.*, 1997). Esto sugiere que la duración del suplemento alimenticio y el momento en que éste se otorga, tienen una influencia directa sobre el rendimiento reproductivo (Resse *et al.*, 1990; Molle *et al.*, 1995, 1997; Nottle *et al.*, 1997; El-Hag *et al.*, 1998).

En las cabras locales de la Comarca Lagunera expuestas al efecto macho, una complementación alimenticia mejora las tasas de ovulación y gestación (Fitz-Rodríguez *et al.*, 2009). Estos resultados se obtuvieron en experimentos independientes que utilizaron hembras diferentes. El presente trabajo se realizó para determinar si una complementación alimenticia ofrecida a las mismas cabras incrementa la tasa de ovulación y la fertilidad de las hembras mantenidas en condiciones extensivas expuestas a machos sexualmente activos.

Objetivos

Determinar si una complementación alimenticia de 23 días iniciando al momento de poner en contacto machos y hembras, incrementa la tasa ovulatoria y la fertilidad en cabras expuestas al efecto macho.

Hipótesis

Un suplemento alimenticio durante 23 días iniciando al momento de la introducción de los machos, incrementa la tasa ovulatoria y fertilidad de las cabras expuestas al efecto macho.

Material y métodos

El presente estudio se realizó del 1 de noviembre de 2008 al 25 de mayo de 2009 en las instalaciones del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA) en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna y en el Ejido el Sacrificio, Municipio de Matamoros, Coahuila. Ambas localidades se encuentran ubicadas en la Comarca Lagunera de Coahuila, la cual está situada a una latitud 26° Norte y a una altitud que varía de 1100 a 1400 metros sobre el nivel del mar. Las variaciones naturales del fotoperiodo en la Comarca Lagunera son de 13:41 horas luz durante el solsticio de verano y de 10:19 horas luz durante el solsticio de invierno.

1 Animales experimentales

1.1 Machos.

Para realizar el presente estudio se utilizaron 4 machos cabríos adultos locales de la Comarca Lagunera. 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 300 g de concentrado comercial (14 % de PC; 2.5 Mcal/kg) por día y por animal. El agua y las sales minerales se proporcionaron a libre acceso.

1.2 Tratamiento fotoperiódico de los machos

Los machos se sometieron a días largos artificiales (16 h 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 combinando 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 la 06:00 h y el apagado fue a las 09:00 h. Por la tarde, el encendido de las lámparas se realizó a las 17:00 h. y el apagado fue a las 22:00 h.

1.3 Hembras experimentales

Se utilizaron 66 cabras adultas multíparas, las cuales eran explotadas en un sistema de pastoreo extensivo. La ciclicidad fue determinada mediante una ecografía transrectal realizada 10 días antes de la introducción de los machos en los grupos de hembras. 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).

2 Modelo experimental

El 4 de abril de 2009 las cabras se dividieron en dos grupos homogéneos de acuerdo a su peso y condición corporal (Tabla 1) y se expusieron durante 15 días consecutivos a los machos sexualmente activos (n=2/grupo). Todas las hembras permanecieron en condiciones extensivas y pastaban conjuntamente de 09:00 ha 18:00 h diariamente. En la tarde, al regresar del pastoreo, las cabras eran alojadas en corrales abiertos en donde eran expuestas a los machos hasta el día siguiente. Un grupo de cabras (testigo; n=36) no recibió ninguna complementación alimenticia en el corral. El otro grupo de hembras (n=30) recibió una complementación alimenticia compuesta de 0.260 kg de maíz roloado, 0.110 kg de soya, y 0.900 kg de heno de alfalfa desde el primer día de contacto con los machos (día 0) hasta el día 23 post-introducción de éstos en el grupo de cabras. El maíz, la soya y el 50 % de la alfalfa se ofrecieron en la mañana. El otro 50 % de alfalfa se ofreció a las hembras por la tarde después del pastoreo.

Tabla 1. Características generales de las cabras que fueron utilizadas para el presente experimento incluyendo el número de machos utilizados para el mismo experimento.

Grupo	N	Condición corporal (Escala 1-4)	Peso corporal (Kg)	No. machos/grupo
Testigo	36	1.8±0.1	39.6±0.9	2
Suplementados	30	1.7±0.1	38.6±0.9	2

3 Variables determinadas

3.1 Actividad ovulatoria

La actividad ovulatoria se determinó mediante ultrasonografía transrectal, utilizando para ello un Scanner modo –B (Aloka SSD, Tokio, Japón) equipado con transductor lineal de 7.5 MHZ. El criterio para determinar 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.

3.2 Tasa ovulatoria

La tasa ovulatoria fue determinada mediante el número de cuerpos lúteos registrados en ambos ovarios al momento de realizarse las ecografías. Para ello, se realizó una ecografía 18 días después de la introducción de los machos.

3.3 Tasa de gestación

En ambos grupos se determinó el número de hembras gestantes a los 50 días posintroducción de los machos. Para ello, se realizó una ecografía utilizando un transductor abdominal de 3.5 MHZ.

4 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 comparada mediante una prueba no paramétrica U de Mann-Whitney.

Resultados

1 Actividad ovulatoria

El porcentaje de cabras que ovularon durante los 15 días de contacto con los machos fue similar entre las hembras que recibieron una complementación alimenticia durante 23 días (30/30; 100%) y las cabras que no fueron complementadas durante ese mismo periodo (36/36; 100%; $P > 0.05$).

2. Tasa ovulatoria

La tasa ovulatoria registrada en las hembras que recibieron una complementación alimenticia durante 23 días a partir de la introducción de los machos fue mayor (1.67 ± 0.1 ; $P < 0.05$) que en las hembras que no recibieron una complementación alimenticia durante ese mismo periodo (1.39 ± 0.1).

3. Tasa de gestación

El porcentaje de cabras que fueron diagnosticadas gestantes a día 50 después de la introducción de los machos fue mayor en las cabras que recibieron una complementación alimenticia durante 23 días (23/30; 76.7%) que en aquellas hembras que no recibieron la complementación durante ese mismo periodo (25/36; 69.4%). Sin embargo, no se encontró diferencia estadística significativa entre ambos grupos ($P > 0.05$).

Discusión

En las condiciones en las que se realizó el presente estudio, los resultados obtenidos permiten aceptar parcialmente la hipótesis planteada. En efecto, la complementación alimenticia ofrecida a las mismas hembras incrementó la tasa de ovulación, pero no la fertilidad de las hembras expuestas a los machos sexualmente activos. El incremento de la tasa ovulatoria en las hembras complementadas coincide con los reportado previamente en cabras del mismo genotipo (Fitz-Rodríguez *et al.*, 2009). Sin embargo, la falta de diferencia en la fertilidad de las cabras que recibieron o no la complementación alimenticia difiere de lo reportado previamente (Fitz-Rodríguez *et al.*, 2009).

La tasa ovulatoria fue superior en las hembras complementadas que en las no complementadas. Esos resultados que coinciden con los reportados anteriormente en animales de la misma raza, sugieren que la complementación alimenticia incrementa el crecimiento folicular y disminuye la atresia folicular, permitiendo un incremento en la tasa ovulatoria de las cabras (De Santiago-Miramontes *et al.*, 2009; Fitz-Rodríguez *et al.*, 2009). En efecto, una complementación alimenticia previa al efecto macho o al inicio de éste, incrementa la tasa ovulatoria de las hembras, probablemente porque promueve el crecimiento folicular (Muñoz-Gutiérrez *et al.*, 2002). El porcentaje de hembras que ovularon en los dos grupos no fue diferente y está dentro de lo reportado previamente por otros autores en animales de la misma raza (Delgadillo *et al.*, 2002). La falta de diferencia entre los dos grupos se debe, probablemente, a que se consideró la respuesta total de las hembras, es decir, las posibles dos ovulaciones después del

efecto macho. En ese contexto, la actividad ovulatoria de las hembras se mejora en la segunda ovulación inducida por el macho, lo que impidió detectar las diferencias probables entre los animales suplementados y los no suplementados. En conjunto, estos datos demuestran que la complementación alimenticia mejora la tasa ovulatoria de las cabras expuestas a machos sexualmente activos.

El porcentaje de hembras gestantes no difirió estadísticamente entre las hembras complementadas y las no complementadas, lo que difiere de lo observado por Fitz-Rodríguez *et al.* (2009). La falta de diferencia entre los grupos del presente estudio puede deberse al hecho de que las cabras no suplementadas tuvieron acceso durante el pastoreo a especies forrajeras como avena y alfalfa. Una mejor alimentación incrementa la fertilidad de las hembras expuestas al efecto macho (Ocak *et al.*, 2006). Será interesante determinar si el número de cabras que paren no difiere entre los dos grupos de hembras. Asimismo, será interesante determinar si el incremento de la tasa de ovulación observado en las hembras complementadas se traduce en una prolificidad más elevada al momento del parto.

Se concluye que la complementación alimenticia ofrecida a las mismas cabras durante 23 días, iniciando al poner en contacto machos y hembras, incrementa la tasa ovulatoria, pero no la fertilidad de las cabras expuestas al efecto macho.

Conclusión

La complementación alimenticia durante los primeros 23 días de contacto entre hembras y machos sexualmente activos incrementa la tasa ovulatoria, sin embargo no mejora el porcentaje de cabras gestantes.

Literatura citada

Abecia, J.A., Sosa, C., Forcada, F., Meikle, A. 2006. The effect of undernutrition on the establishment of pregnancy in the ewe. *Reprod Nutr Dev* 46, 367-378.

Blache, D., Chagas, L.M., Martin, G.B. 2007. Nutritional inputs into the reproductive neuroendocrine control system - a multidimensional perspective. *Reprod Fertil Dev Suppl* 64, 123-139.

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

Chenoweth, P. 1981. Libido and mating behavior in bulls, boars and rams. A review. *Theriogenology* 16, 155-177.

Coop, I.E. 1966. Effect of flushing on reproductive performance of ewes. *J Agric Sci Camb* 67, 305-323.

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-Muñoz, R., Muñoz-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, 755-70.

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., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H.F., 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, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Malpaux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. *Vet Mex* 34, 9-79.

Delgadillo, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Duarte, G., Veliz, F.G., Carrillo, E., Flores, J.A., Vielma, J., Hernandez, H., Malpaux, 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., Hernandez, H., Fernandez, I.G. 2006. Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. *Reprod Nutr Dev* 46, 391-400.

Duarte, G., Flores, J.A., Malpaux, 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.

Duarte G., Nava M.P., Malpaux B., Delgadillo J.A. 2009. Ovulatory activity of female goats adapted to the subtropics is responsive to photoperiod. *Theriogenology*, Aceptado para publicación.

Dunn, T.G., Moos, G.E. 1992. Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. *J Anim Sci* 70, 1580-1593.

El-Hag, F.M., Fadlalla, B., Elmadih, M.A. 1998. Effect of strategic supplementary feeding on ewe productivity under range conditions in North Kordofan, Sudan. *Small Rumin Res* 30, 67-71.

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

Fitz-Rodríguez, G. 2004. Estimulación de la actividad reproductiva en cabras Criollas mantenidas en condiciones extensivas usando el efecto macho. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México.

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

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

Flores, J.A., Véliz, F.G., Pérez-Villanueva, J.A., Martínez De La Escalera, G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol Reprod* 62, 1409-1414.

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

Karsch, F.J. 1987. Central actions of ovarian steroids in the feedback regulation of pulsatile secretion of luteinizing hormone. *Ann Rev Physiol* 49, 365-382.

Kleemann, D.O., Cutten, I.N. 1978. The effect of frequency of feeding alupin grain supplement at mating on the reproductive performance of maiden and mature Merino ewes. *Aust J Exp Agric Anim Husb* 18, 643-647.

Khalidi, 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 dumâle. Thèse de Doctorat. Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Montpellier, France.

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

Lassoued, N., Rekik, M., Mahouachi, M., Ben Hamouda, M. 2004. The effect of nutrition prior to and during mating on ovulation rate, reproductive wastage, and lambing rate in three sheep breeds. *Small Rumin Res* 52, 117-125.

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

Mani, A.U., McKelvey, W.A.C., Watson, E.D. 1992. The effects of low level of feeding on response to synchronization of estrus, ovulation rate and embryo loss in goats. *Theriogenology* 38, 1013-1022.

Martin, G.B., Kadokawa, H. 2006. "Clean, green and ethical" animal production. Case study: reproductive efficiency in small ruminants. *J Reprod Dev* 52, 145-152.

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

Martin, G.B., Oldham, C.M., Cognié, Y., Pearce, D.T. 1986. The physiological response of anovulatory ewes to the introduction of rams. A review. *Livest Prod Sci* 15, 219-247.

McWilliam, E.L., Barry, T.N., Lopez-Villalobos, N., Cameron, P.N., Kemp, P.D. 2004. The effect of different levels of poplar (*Populus*) supplementation on the reproductive performance of ewes grazing low quality drought pasture during mating. *Anim Feed Sci Technol* 115, 1-18.

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

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.

Molle, G., Branca, A., Ligios, S., Sitzia, M., Casu, S., Landau, S., Zoref, Z. 1995. Effect of grazing background and flushing supplementation on reproductive performance in Sarda ewes. *Small Rumin Res* 17, 245-254.

Molle, G., Landau, S., Branca, A., Sitzia, M., Fois, N., S, L., Casu, S. 1997. Flushing with soybean meal can improve reproductive performances in lactating Sarda ewes on a mature pasture. *Small Rumin Res* 24, 157-165.

Muñoz-Gutiérrez, M., Blache, D., Martin, G.B., Scaramuzzi, R.J. 2002. Folliculogenesis and ovarian expression of RNA encoding aromatase in anoestrous sheep after 5 days of glucose or glucosamine infusion or supplementary lupin feeding. *Reproduction* 124, 721-731.

Nottle, M.B., Kleemann, D.O., Grosser, T.I., Seamark, R.F. 1997. Evaluation of a nutritional strategy to increase ovulation rate in Merino ewes mated in late spring-early summer. *Anim Reprod Sci* 47, 255-261.

O'Callaghan, D., Yaakub, H., Hyttel, P., Spicer, L.J., Boland, M.P. 2000. Effect of nutrition and superovulation on oocyte morphology, follicular fluid composition and systemic hormone concentrations in ewes. *J Reprod Fertil* 118, 303-313.

Ocak, N., Cam, M.A., Kuran, M. 2006. The influence of pre- and postmating protein supplementation on reproductive performance in ewes maintained on rangeland. *Small Rumin Res* 64, 16-21.

Oldham, C.M., Martin, G.B., Knight, T.W. 1978/1979. Stimulation of seasonally anovular Merino ewes by rams. I. Time from introduction of the rams to the preovulatory LH surge and ovulation. *Anim Reprod Sci* 1, 283-290.

Ortavant, R., Boquier, F., Pelletier, J., Revault J.P., Thimonier, J., Volland-Nail, P. 1988. Seasonality of reproduction in sheep and its control by photoperiod. *Aust J Biol Sci* 41, 69-85.

Pearce, G.P., Oldham. C.M. 1988. Importance of non-olfactory ram stimuli in mediating ram-induced ovulation in the ewe. *J Reprod Fertil* 84, 333-339.

Pellicer-Rubio, M.T., Leboeuf, B., Bernelas, D., Forgerit, Y., Pougard, J.L., Bonné, J.L., Senty, E., Breton, S., Brun, F., Chemineau, P. 2008. High fertility using artificial insemination during deep anoestrus after induction and synchronisation of ovulatory activity by the "male effect" in lactating goats subjected to treatment with artificial long days and progestagens. *Anim Reprod Sci* 109, 172-188.

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

Price, E.O., Smith, V.M., Katz, L.S. 1986. Stimulus conditions influencing self-enurination, genital grooming and flehmen in male goats. *App Anim Behav Sci* 16, 371-381.

Rassu, S., Enne, G., Ligios, S., Molle, G. 2004. Nutrition and reproduction. In: *Dairy Sheep Nutrition*, Ed. Pulina, G. CAB International, Wallingford, UK, 109-128.

Reese, A.A., Handayani, S.W., Ginting, S.P., Sinulingga, W., Reese, G.R., Johnson, W.L. 1990. Effects of energy supplementation on lamb production of Javanese Thin-tail ewes. *J Anim Sci* 68, 1827-1840.

Rhind, S.M., McKelvey, W.A.C., McMillen, S., Gunn, R.G., Elston, D.A. 1989. Effect of restricted food intake, before and/or after mating, on the reproductive performance of Greyface ewes. *Anim Prod* 48, 149-155.

Robinson, J.J. 1986. Nutrition and embryo loss in farm animals. In: *Embryonic mortality in farm animals*. (Ed). Marinus Nijoff Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 235-248

Robinson, J.J. 1990. Nutrition in the reproduction of farm animals. *Nutr Res Rev* 3, 253-276.

Robinson, J.J., Ashworth, C.J., Rooke, J.A., Mitchell, L.M., McEvoy, T.G. 2006. Nutritional and fertility in ruminant livestock. *Anim Feed Sci Technol* 126, 259-276.

Robinson, J.J., Rooke, J.A., McEvoy, T.G. 2002. Nutrition for conception and pregnancy. In: *Sheep Nutrition* Eds. Freer, M., Dove H. CAB International, Wallingford, UK 189-211.

Scaramuzzi, R.J., Campbell, B.K., Downing, J.A., Kendall, N.R., Khalid, M., Muñoz-Gutiérrez, M., Somchit, A. 2006. A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reprod Nutr Dev* 46, 339-354.

Signoret, J.P., Fulkerson, W.J., Lindsay, D.R. 1982/1983. Effectiveness of testosterone-treated wethers and ewes as teasers. *Appl Anim Ethol* 9, 37-45.

Ungerfeld, R. 2007. Socio-sexual signalling and gonadal function: Opportunities for reproductive management in domestic ruminants. In: *Reproduction in Domestic Ruminants*, Ed. Juengel, J.L., Murray, J.F., Smith, M.F., Nottingham University, 207-221.

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

Vielma J., Chemineau P., Poindron P., Malapux B., Delgadillo J.A. 2009. Male sexual behavior contributes to the maintenance of high LH pulsatility in anestrous female goats. *Hormones and Behavior*, Aceptado para publicación.

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* 54, 243-57.

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.