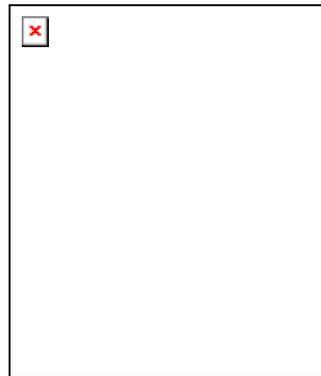


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



EL SUPLEMENTO ALIMENTICIO MEJORA LA TASA DE GESTACIÓN
EN CABRAS EXPUESTAS AL EFECTO MACHO

POR:

EVER AGUILAR HERNÁNDEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:

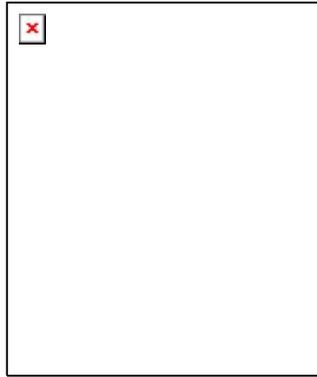
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE DE 2007.

Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro
Unidad Laguna

División Regional de Ciencia Animal



El suplemento alimenticio mejora la tasa de gestación
en cabras expuestas al efecto macho

Por:

Ever Aguilar Hernández

Tesis:

Presentada como requisito parcial para
obtener el título de:

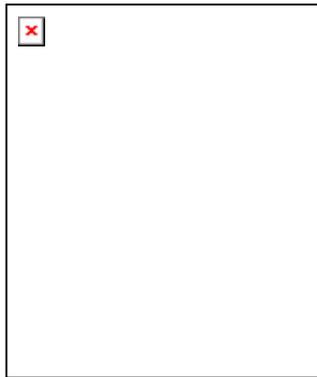
Médico Veterinario Zootecnista

Torreón, Coahuila, México

Noviembre de 2007.

Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro
Unidad Laguna

División Regional de Ciencia Animal



El suplemento alimenticio mejora la tasa de gestación
en cabras expuestas al efecto macho

Por:

Ever Aguilar Hernández

Asesor Principal

Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez

Torreón, Coahuila, México

Noviembre de 2007.

Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro
Unidad Laguna

División Regional de Ciencia Animal

El suplemento alimenticio mejora tasa de gestación
en cabras expuestas al efecto macho

Tesis

Por:

Ever Aguilar Hernández

Asesor Principal

Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez

Coordinación de la División Regional de Ciencia Animal

MC. José Luis Fco. Sandoval Elías

Torreón, Coahuila, México

Noviembre de 2007.

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. José Alfredo Flores Cabrera

Vocal

Dr. Horacio Hernández Hernández

Torreón, Coahuila, México

Noviembre de 2007.

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por la realización de mis estudios de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Mi agradecimiento especial al Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez por asesorarme y brindarme un espacio para la realización de mi trabajo de tesis, acercarme al mundo científico de la reproducción caprina y su apoyo en la dirección puntual del trabajo y realización de la tesis, de antemano gracias.

Al M.C. Gonzalo Fitz Rodríguez por su valiosa asesoría en el trabajo de la tesis, sus orientaciones y arduo apoyo durante el trayecto de la tesis. Gracias...

Al Dr. José Alfredo Flores Cabrera mi agradecimiento por el apoyo brindado durante la revisión de la tesis.

Al Dr. Gerardo Duarte Moreno mi agradecimiento por el apoyo brindado durante la revisión de la tesis.

Al Dr. Horacio Hernández Hernández mi agradecimiento por el apoyo brindado durante la revisión de la tesis.

A la M.C. Maria de los Ángeles de Santiago Miramontes por su apoyo y amistad durante mi trabajo de tesis.

Al caprinocultor Juan Manuel de Arco por facilitar sus animales para el experimento.

A mis padres: Noe Aguilar y Teodolinda Hernández por sus y consejos y noches de insomnio al pensar en mi al estar lejos de ellos y por haber ayudado a culminar una etapa de mi formación profesional.

A mi gran familia: que de una u otra forma siempre estuvieron pendientes de mí.

A la familia Rubio Galván por apoyarme en momentos difíciles de mi carrera...Gracias.

A todas aquellas personas que de una u otra manera me ayudaron a mi formación y desarrollo profesional, que involuntariamente omito pero no olvido.

DEDICATORIA

A DIOS

Por estar conmigo en todo momento y ayudarme a salir adelante siempre.

A MIS PADRES

*NOE AGUILAR GORDILLO
TEODOLINDA HERNÁNDEZ SANTOS*

Con todo mi amor y cariño: dejarme volar no fue fácil, sin embargo, lo hicieron; gracias por su confianza y esfuerzo, nunca se arrepentirán.

*A MIS HERMANAS: Leydy Edith, Sonia, Floricela,
Lubinelda y Ludideli*

A MI NOVIA: Por estar siempre a mi lado en los momentos más difíciles de mi carrera, por estar tan lejos y tan cerca de mí.

A TODOS: Los que directa o indirectamente estuvieron conmigo a lo largo de mi carrera, amigos, compañeros, etc...

CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| RESUMEN | 1 |
| I. INTRODUCCIÓN | 2 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA | 3 |
| 2.1 SISTEMA DE PRODUCCIÓN EXTENSIVA | 3 |
| 2.2 ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA | 4 |
| 2.3 EFECTO MACHO..... | 5 |
| 2.4. RESPUESTAS DE LAS HEMBRAS (CABRAS Y OVEJAS) AL EFECTO MACHO | 5 |
| 2.5. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA RESPUESTA Y LA FERTILIDAD DE LAS HEMBRAS EXPUESTAS AL EFECTO MACHO | 6 |
| 2.5.1 <i>Comportamiento sexual de los machos</i> | 6 |
| 2.5.2. <i>Tiempo de contacto entre machos y hembras</i> | 7 |
| 2.5.3. <i>Nivel de alimentación y conducta sexual de las hembras sometidas al efecto macho.....</i> | 8 |
| 2.5.4. <i>Alimentación de las hembras, calidad del ovocito y sobrevivencia embrionaria</i> | 9 |
| III. OBJETIVO | 11 |
| HIPÓTESIS | 11 |
| IV. MATERIALES Y MÉTODOS | 12 |
| 4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO | 12 |
| 4.2. ANIMALES | 12 |
| 4.2.1. <i>Machos cabríos.....</i> | 12 |
| 4.2. 2. <i>Tratamiento fotoperiódico.....</i> | 13 |
| 4.2.3. <i>Hembras.....</i> | 13 |
| 4.2.4. <i>Suplemento alimenticio</i> | 14 |
| 4.2.5. <i>Efecto macho</i> | 14 |
| 4.2.6. <i>Variables evaluadas durante el efecto macho.....</i> | 15 |
| 4.2.7. <i>Análisis estadísticos</i> | 15 |

| | |
|--|-----------|
| V. RESULTADOS | 16 |
| 5.1. CABRAS GESTANTES | 16 |
| 5.2. PROPORCIÓN DE CABRAS QUE RESPONDIERON AL EFECTO MACHO | 17 |
| 5.3. PORCENTAJE ACUMULADO DE ESTROS | 18 |
| 5.4. INTERVALO ENTRE LA INTRODUCCIÓN DE LOS MACHOS CABRÍOS Y EL INICIO DE LA CONDUCTA ESTRAL EN LAS CABRAS..... | 19 |
| VI. DISCUSIÓN..... | 20 |
| VII. CONCLUSIÓN..... | 22 |
| VIII. LITERATURA CITADA..... | 23 |

Resumen

En la Comarca Lagunera, la mayoría de las cabras son mantenidas en condiciones extensivas y sometidas a restricciones drásticas de la disponibilidad alimenticia. En estas hembras la prolificidad promedio es más baja (1.6) que en aquellas mantenidas en estabulación y alimentadas adecuadamente (2.0). Esta diferencia puede deberse a una tasa ovulatoria más alta en las hembras bien alimentadas que en las subalimentadas. Pero también puede deberse a un efecto negativo de la subalimentación en el desarrollo y sobrevivencia de los embriones. El presente estudio se efectuó para determinar el efecto del suplemento alimenticio en la tasa de gestación de las cabras expuestas al efecto macho en condiciones extensivas. Se utilizaron machos inducidos a una intensa actividad sexual al someterlos a días largos (16 h luz por día) durante 2.5 meses a partir del 1 de noviembre. Las hembras se mantuvieron en un sistema de pastoreo extensivo y consumían la flora nativa de los agostaderos y esquilmos agrícolas de las 9:00 a las 18:00 h. Se formaron 2 grupos (n = 23 cada uno) homogéneos en peso y condición corporal y se expusieron a 4 machos (2 por grupo) el día 6 de abril del 2006 (día 0 del experimento). A partir del día 8 después del contacto macho-hembras, un grupo de cabras recibió el suplemento alimenticio durante 2 semanas (grupo suplementado), el cual consistió en 150 g de maíz rolado, 100 g de pasta de soya y 1100 g de alfalfa por animal. El otro grupo no se suplementó (grupo No-suplementado). El diagnóstico de gestación se efectuó por ultrasonido transrectal a los 45 días después del último estro registrado. Los porcentajes de gestación se compararon mediante una χ^2 . El 86.9 % (20/23) de las hembras del grupo suplementado fueron diagnosticadas gestantes, y en las cabras del grupo No-suplementado sólo el 52.1 % (12/23; $P < 0.05$). Estos resultados permiten concluir que el suplemento alimenticio mejora la tasa de gestación en las cabras sometidas al efecto macho en condiciones extensivas.

Palabras clave: cabras, nutrición, reproducción, mortalidad embrionaria, gestación

I. Introducción

En las regiones áridas y semiáridas del norte de México, la caprinocultura es una actividad ganadera importante. En la Comarca Lagunera (26° N), el sistema de producción que predomina es el extensivo, en el cual los animales pastorean durante el día y consumen la flora nativa de los agostaderos, y no reciben ningún suplemento alimenticio en el corral. Un factor limitante de la producción caprina es la estacionalidad reproductiva la cual provoca una estacionalidad en la producción de leche y carne. En las hembras caprinas de la Comarca Lagunera el periodo de inactividad sexual ocurre de marzo a agosto, mientras que el periodo de actividad sexual se desarrolla de septiembre a febrero (Duarte, 2000). Esta estacionalidad reproductiva puede romperse utilizando el efecto macho (Flores *et al.*, 2000; Véliz *et al.*, 2004; Delgadillo *et al.*, 2006). Esta técnica consiste en estimular la actividad sexual de las hembras anéstricas (ovejas y cabras) al ponerlas en contacto con los machos (Chemineau, 1987; Delgadillo *et al.*, 2004; Ungerfeld *et al.*, 2004). En las cabras locales de la Comarca Lagunera, la fertilidad al parto es mayor en hembras que se encuentran en confinamiento y bien alimentadas (70%) que en aquellas que se encuentran en pastoreo y subalimentadas (40%; Fitz-Rodríguez, 2004). Esta diferencia se debe, probablemente, a que la subnutrición provoca una disminución en la calidad del ovocito y un incremento de la mortalidad embrionaria. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo de investigación fue determinar si el suplemento alimenticio mejora la tasa de gestación en cabras expuestas al efecto macho en condiciones extensivas.

II. Revisión de literatura

2.1. Sistema de producción extensiva

En las regiones áridas y semiáridas del norte de México, la caprinocultura es una actividad pecuaria importante. La mayoría de los casos constituye una actividad familiar. En la Comarca Lagunera, el sistema de manejo que predomina es el extensivo, los animales pastorean durante el día de 9:00 a 18:00 h diariamente. En la noche son alojados en corrales abiertos. La principal fuente de alimento son los matorrales, pastos y malezas del agostadero. La disponibilidad de forraje nativo en este sistema de explotación es estacional y es determinada por la presencia de lluvias (Sáenz-Escárcega *et al.*, 1991). Por lo tanto, en ciertas épocas del año la disponibilidad de alimento es insuficiente en cantidad de biomasa y de nutrientes, especialmente durante la época de sequía la cual se sitúa de Noviembre a Mayo (Romero-Paredes *et al.*, 2003; Sánchez *et al.*, 2003). En determinadas épocas del año los animales pueden contar con subproductos agrícolas de poscosecha como los provenientes de las huertas del melón y de sandía, los rastrojos de maíz, paja y frijol, así como los residuos del algodón (Echevarría *et al.*, 2006; Rosales *et al.*, 2006; Cruz-Castrejón *et al.*, 2007).

2.2. Estacionalidad reproductiva

En algunas razas de cabras originarias o adaptadas a las latitudes subtropicales se ha reportado que muestran una estacionalidad en su actividad reproductiva (Restall, 1992; Delgadillo *et al.*, 2003; Rivera *et al.*, 2003). En las hembras, el periodo de anestro está asociado con la ausencia de estros y ovulaciones. Por el contrario, la estación sexual se caracteriza por la sucesión de ciclos estrales y ováricos de 21 ± 3 días de duración. En las hembras de la raza cashmere de Australia (28° S), la actividad sexual ocurre de febrero a agosto (otoño-invierno) y el periodo de reposo o inactividad sexual de septiembre a enero (primavera-verano; Restall, 1992). En las cabras del subtrópico mexicano (Comarca Lagunera 26° N), la inactividad sexual ocurre de marzo a agosto (primavera-verano) mientras que el periodo de actividad sexual ocurre de septiembre a febrero (otoño-invierno; Duarte, 2000).

Los machos cabríos también manifiestan variaciones en su actividad sexual. En los machos cabríos de la raza cashmere (29° S), el peso testicular indicativo de la actividad de espermatogénesis, presenta variaciones estacionales de gran amplitud. El peso mínimo es observado durante la primavera y el máximo durante el otoño (Restall, 1991; Walkden-Brown *et al.*, 1994). En el norte de México (26° N), los machos cabríos locales presentan también variaciones del peso testicular y de la producción espermática. En estos machos el periodo de actividad sexual se desarrolla de mayo a diciembre y el de reposo de enero a abril (Delgadillo *et al.*, 1999). Este último periodo se caracteriza porque la secreción de LH, de testosterona, el peso testicular y la producción espermática cualitativa y cuantitativa se encuentran disminuidas (Delgadillo *et al.*, 1999; Delgadillo *et al.*, 2001).

2.3. Efecto macho

La estimulación de la actividad sexual de las hembras (ovejas o cabras) en anestro estacional después de ponerlas en contacto con los machos se le conoce como efecto macho ([Álvarez y Zarco, 2001](#); [Delgadillo *et al.*, 2002](#); [Ungerfeld *et al.*, 2004](#)). [Underwood *et al.* \(1944\)](#) demostraron la relación entre la fecha de introducción del macho al rebaño y la época de partos, sugiriendo que las montas ocurren entre 20 y 25 días después del primer contacto entre los carneros y las ovejas. Este método de bioestimulación es utilizado en diferentes condiciones de manejo y lugares geográficos para estimular la actividad sexual de las hembras anéstricas ([Walkden-Brown *et al.*, 1999](#); [Delgadillo *et al.*, 2003](#); [Delgadillo *et al.*, 2006](#)).

2.4. Respuestas de las hembras (cabras y ovejas) al efecto macho

En cabras y ovejas anéstricas la introducción del macho provoca una repentina y dramática elevación de la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH que culmina con el pico preovulatorio de esta hormona que provoca la ovulación ([Poindron *et al.*, 1980](#); [Chemineau *et al.*, 1986](#); [Delgadillo *et al.*, 2003](#)). Esto ocurre en un lapso de dos a cuatro días después de la introducción del macho. En las ovejas la primera ovulación no es acompañada de un comportamiento de estro, mientras que en las cabras, una proporción variable de éstas manifiestan un comportamiento estral en la primera ovulación que ocurre de dos a cuatro días de contacto entre los dos sexos ([Walkden-Brown *et al.*, 1999](#)). En las cabras Criollas de la Isla de Guadalupe, la secreción de LH pasa de 0.3 pulsos antes de la introducción del macho a 2.2 pulsos durante 3 h después de ser expuestas al macho. La amplitud de los pulsos aumenta de 0.5 ng/ml antes a 1.7 ng/ml después del primer contacto ([Chemineau, 1987](#)). Dentro de las 50 h posteriores a la introducción del macho se presenta un pico preovulatorio de LH, seguido de la ovulación 23-24 h después ([Chemineau, 1987](#)). En las cabras el 95 % llegan a ovular dentro de los primeros 3 días después de la introducción del macho ([Chemineau *et al.*, 1983](#)). Esta primera ovulación se asocia con conducta estral aproximadamente en 60 % de los casos.

Dicha ovulación es seguida de un ciclo ovárico de corta duración de tres a ocho días (Chemineau, 1987). Después de este ciclo corto se presenta una ovulación cuyo cuerpo lúteo es de duración normal y el 90% de las hembras manifiestan una conducta estral (Chemineau *et al.*, 1983; Chemineau, 1987).

2.5. Factores que intervienen en la respuesta y la fertilidad de las hembras expuestas al efecto macho

La libido o la intensidad del comportamiento sexual de los machos, el tiempo de contacto entre machos y hembras (Delgadillo *et al.*, 2003; Delgadillo *et al.*, 2006), el nivel de alimentación, la condición corporal de las hembras (Atti *et al.*, 2004), y la mortalidad embrionaria (Smith *et al.*, 1996; Dixon, 2003), son algunos de los factores que pueden modificar la respuesta y la fertilidad de las hembras sometidas al efecto macho.

2.5.1. Comportamiento sexual de los machos

La libido se refiere a la conducta sexual desplegada por los machos para cortejar y montar a la hembra (Chenoweth, 1981) como el automarraje, los olfateos ano-genitales, el flehmen, las aproximaciones, los intentos de monta y las montas con penetración (Fabre-Nys, 2000; Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002). La intensidad de la libido de los machos influye en la respuesta sexual de las hembras sometidas al efecto macho. Perkins y Fitzgerald. (1994) compararon machos que exhibían alta y baja intensidad de la 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%). Los machos cabríos cashmere alimentados con una dieta de alta calidad tienen niveles más altos de testosterona plasmática (hormona responsable de la libido), y un olor más intenso que los machos alimentados con una dieta de baja calidad. De este modo, los machos bien alimentados estimulan la actividad sexual en el 71 % de las hembras anéstricas, mientras que los subalimentados sólo estimulan el 38 %, en los primeros 5 días después de iniciado el

contacto con las hembras ([Walkden-Brown et al., 1993](#)). En los caprinos de la Comarca Lagunera, se describió un fenómeno similar. Más del 80% de las cabras muestran al menos un comportamiento estral durante los primeros 14 días después de la introducción de los machos, cuya libido es estimulada con un tratamiento de exposición a 2.5 meses de días largos artificiales ([Delgadillo et al., 2002](#)). En cambio, menos del 10 % de las cabras expuestas a machos testigos, en reposo sexual, muestra estró en el mismo periodo ([Flores et al., 2000](#)). Esto demuestra la importancia de la libido sobre la respuesta de las hembras sometidas al efecto macho durante el periodo de anestro.

2.5.2. Tiempo de contacto entre machos y hembras

Otro factor importante para que la mayoría de las hembras respondan adecuadamente al ser sometidas al efecto macho, es el tiempo de contacto entre ambos sexos. La exposición de las hembras a los machos estimula inmediatamente la secreción de la LH, la cual permanece elevada mientras exista el contacto macho-hembra ([Chemineau et al., 2006](#); [Vielma, 2006](#)), lo que permite que la mayoría de ellas ovule ([Oldham y Pearce, 1983](#)). Si el macho es retirado, la secreción de LH disminuye, llegando rápidamente a niveles basales, lo cual provoca una disminución de la proporción de hembras que ovulan. En efecto, al exponer las ovejas Merino con los machos por diferentes periodos de tiempo, la mayoría (61%) de las hembras ovulan si permanecen con los machos durante 15 días continuos, mientras que con sólo 24 h de contacto entre los dos sexos, el 18% de las hembras alcanzan la ovulación ([Signoret et al., 1990](#)). Sin embargo, recientemente se demostró que 16 h de contacto diario entre machos y hembras son suficientes para estimular la actividad estral de las cabras expuestas a machos sexualmente activos ([Rivas-Muñoz et al., 2007](#)).

2.5.3. Nivel de alimentación y conducta sexual de las hembras sometidas al efecto macho

El nivel alimenticio de las cabras y ovejas puede modificar la respuesta sexual (estral y ovulatoria), y la fertilidad de éstas cuando son sometidas al efecto macho (Wright *et al.*, 1990; Thimonier *et al.*, 2000; Walkden-Brown y Bocquier, 2000; Martin *et al.*, 2004). En las hembras bien alimentadas expuestas a los machos, la respuesta estral y ovulatoria es más alta que las hembras subalimentadas (Kusina *et al.*, 2001; Martin *et al.*, 2004). 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). Asimismo, el porcentaje de hembras que despliegan un estro en los mismos días es de 2.5% en las cabras subalimentadas, mientras que en las hembras bien alimentadas es de 18%. En el norte de México, las cabras bien alimentadas y explotadas en condiciones de confinamiento, la respuesta estral y ovulatoria después de someterlas al efecto macho es superior al 90% (Delgadillo *et al.*, 2002; Véliz *et al.*, 2002), mientras que en aquellas explotadas en condiciones de pastoreo, la respuesta es menor al 52% (Mellado y Hernández, 1996). Una vez que existe la fertilización, la fertilidad al parto también puede verse afectada por la nutrición. En las cabras criollas del subtrópico mexicano, la fertilidad al parto es mayor en las hembras que se encuentran en confinamiento, alimentadas con heno de alfalfa y concentrado comercial (70%) que en aquellas que se encuentran en pastoreo (40%; Fitz-Rodríguez, 2004). Asimismo, en las ovejas que reciben un suplemento alimenticio cuando son explotadas en pastoreo y que tienen una buena condición corporal, la fertilidad de las hembras es mejor (80-94%) que en aquellas en pastoreo y sin suplemento alimenticio y con una baja condición corporal (48-78%; Ramón *et al.*, 2002; Atti *et al.*, 2004). Los resultados descritos, demuestran que el nivel de alimentación de las hembras que son sometidas al efecto macho afecta la respuesta sexual y reproductiva de las mismas.

2.5.4. Alimentación de las hembras, calidad del ovocito y sobrevivencia embrionaria

Una subnutrición puede disminuir la calidad del ovocito (O'Callaghan *et al.*, 2000), y el desarrollo embrionario (Abecia *et al.*, 1997). En cabras y ovejas subalimentadas, la mortalidad embrionaria se presenta entre los días 2 y 15 de la preñez (Ashwort, 1995). Esto puede evitarse con una buena alimentación o con un suplemento alimenticio estratégico. En efecto, las ovejas de razas Targhee y Rambouillet bien alimentadas presentan mejores tasas de desarrollo embrionario (Borowczyk *et al.*, 2006). Asimismo, en ovejas de raza Sarda explotadas en pastoreo y suplementadas con soya (48% PC) durante 7 días antes de la monta, se presenta una mayor tasa de pérdida embrionaria (28%) que en aquellas hembras suplementadas durante 14 días antes de la monta y 2 después de la misma (3%). Esto sugiere que la duración del suplemento alimenticio y el momento en el que se otorga, tienen una influencia directa sobre la tasa de pérdida embrionaria (Molle *et al.*, 1997). En las ovejas de raza Karayaka explotadas en pastoreo, se demostró que las hembras que son suplementadas con bajos niveles de proteína cruda (58 g por día), presentan mayor cantidad de pérdidas embrionarias que aquellas suplementadas con altos niveles de proteína (113 g por día), esto se debe a que bajos niveles de proteína comprometen el desarrollo embrionario y tiene un efecto adverso en la sobrevivencia del mismo (Ocak *et al.*, 2006). Por otra parte, la condición corporal, la cual es el reflejo de la alimentación previa a la que fueron sometidos los animales (Molle *et al.*, 1995; Morand-Fehr, 2005), afecta de manera importante la tasa de sobrevivencia embrionaria. En efecto, las ovejas de la raza Rambouillet con una condición corporal de 2.5 presentan un 28% más de mortalidad embrionaria que las hembras con una condición corporal 3.5 (Meza-Herrera *et al.*, 2006). De acuerdo con los resultados descritos, podemos concluir que la alimentación afecta de manera importante la calidad del ovocito y el ambiente uterino necesario para el desarrollo y la sobrevivencia del embrión (Lozano *et al.*, 2003).

En la Comarca Lagunera, el periodo de anestro coincide con la época de sequía y en consecuencia con una baja disponibilidad alimenticia en las cabras

explotadas de manera extensiva. Esto modifica la respuesta sexual y reproductiva de las cabras sometidas al efecto macho. En efecto, en las hembras en confinamiento y bien alimentadas, la fertilidad al parto es de 70 % y la prolificidad de 2.0. En cambio, en las hembras en pastoreo y que están subalimentadas, la fertilidad es de 40% y la prolificidad de 1.6 ([Fitz-Rodríguez, 2004](#)). Es probable que esta diferencia se deba a un incremento de la mortalidad embrionaria en las hembras subalimentadas expuestas al efecto macho.

III. Objetivo

Determinar el efecto del suplemento alimenticio sobre la tasa de gestación de las cabras explotadas en condiciones extensivas y expuestas al efecto macho.

Hipótesis

En las cabras sometidas al efecto macho bajo condiciones extensivas, un suplemento alimenticio mejora la tasa de gestación.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo se llevó a cabo del 1 de Noviembre del 2005 al 30 de septiembre del 2006, en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, y en el Ejido José María Morelos II, ubicado en el municipio de Matamoros, Coahuila. Esta localidad se encuentra en la Comarca Lagunera de Coahuila, situada a la latitud 26° 23' Norte, longitud 104° 47' Oeste, y a una altitud que varía de 1,123 a 1,400 metros sobre el nivel del mar. La temperatura promedio anual es de 23.4° C, la máxima de 40° C en junio y la mínima de -3° C en diciembre; la precipitación pluvial promedio anual es de 230 mm.

4.2. Animales

4.2.1. Machos cabríos

Para la realización de este experimento se utilizaron 4 machos locales de la Comarca Lagunera, propiedad del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA) que tenían de 2 a 4 años de edad. Todos los animales estuvieron estabulados y fueron alimentados con heno de alfalfa (18% PC) a libre acceso y 300 g de concentrado comercial (14% PC). El agua y las sales minerales en bloques fueron proporcionadas a libre acceso.

Previo al inicio del experimento, los machos cabríos se desparasitaron con ivermectina (0.33 mg/kg), se descornaron, despezuñaron y se vitaminaron (vitaminas A, D y E). Los machos cabríos fueron alojados en un corral abierto de 5 X 10 m construido de madera, malla ciclónica forrada con lona y provisto de sombra (láminas metálicas).

4.2. 2. Tratamiento fotoperiódico

El grupo de machos cabríos fue sometido a 16 h luz y 8 h de oscuridad por día durante 2.5 meses combinando la luz artificial y la natural. El tratamiento fotoperiódico inició el 1 de noviembre de 2005 y terminó el 15 de enero del 2006. Después de ese día, los machos cabríos se expusieron sólo a las variaciones naturales del fotoperíodo. Este tratamiento estimula la actividad sexual de los machos cabríos durante el periodo de reposo sexual (Delgadillo *et al.*, 2002).

4.2.3. Hembras

4.2.3.1. Formación y alojamiento de los grupos experimentales

De un hato de 128 cabras adultas explotadas de manera extensiva, se seleccionaron 46 hembras anovulatorias, con base en su condición corporal y peso corporal. Su estado reproductivo se determinó por la ausencia de cuerpos lúteos. Los ovarios se observaron por ultrasonografías (Aloka SSD-500) transrectales el 9,16 y 23 de marzo de 2006.

El 24 de marzo, las cabras se dividieron en dos grupos homogéneos (n=23 c/uno) con base a su condición corporal y peso corporal (Tabla 1). Estos animales salían diariamente al agostadero de las 9:00 h a 18:00 h. Durante la noche, las cabras se alojaban en corrales abiertos de 4 x 5 m construidos de postes de madera, malla ciclónica y provista de sombra (lámina metálica). La alimentación de estos animales consistió en la flora nativa de los agostaderos: zacate chino (*Cynodon dactylon*), mezquite (*Prosopis juniflora*), hierba amargosa (*Heliantus ciliaris*), voladora (*Salsola kali*), trompillo (*Solanum elaeagnifolium*), huizache (*Acacia farneciana*), de las acequias: zacate johnson (*Sorghum halepense*), zacate mota (*Chloris virgata*), zacate pegarropa (*Setaria verticillata*), zacate zabaneta (*Eragrostis pectinacea*) y esquilmos agrícolas: avena (*Avena sativa*), maíz (*Zea mays*), alfalfa (*Medicago sativa*; Fitz-Rodríguez, 2004). El agua y las sales minerales en bloques se proporcionaron a libre acceso en los corrales donde se alojaban los animales.

Tabla 1. Condición y peso corporal (promedios \pm el error estándar de la media) de los grupos experimentales al inicio del estudio.

| Grupos | n | Condición corporal (1 – 4) | Peso corporal (kg) |
|-----------------|----|----------------------------|--------------------|
| Suplementado | 23 | 1.8 \pm 0.4 a | 39.9 \pm 0.3 a |
| No-suplementado | 23 | 1.9 \pm 0.4 a | 38.1 \pm 0.9 a |

a: diferente literal entre renglones denota diferencias significativas entre grupos ($P > 0.05$).

4.2.4. Suplemento alimenticio

El grupo No-suplementado no recibió ningún suplemento alimenticio. El grupo Suplementado recibió el suplemento a partir del día 8 después del contacto con los machos (ver efecto macho), y se prolongó por 14 días. La ración consistía en 150 g de maíz roado, 100 g de pasta de soya y 1100 g de alfalfa por animal.

4.2.5. Efecto macho

El 6 de abril de 2006 a las 18:00 h se introdujeron los machos cabríos al mismo tiempo en los 2 corrales donde se encontraban las cabras (2 machos cabríos / grupo).

4.2.6. Variables evaluadas durante el efecto macho

El estro de las cabras se determinó todos los días en la mañana y en la tarde durante 14 días después de la introducción de los machos cabríos. La hembra que se inmovilizaba al momento de ser montada por el macho, se consideró en estro (Chemineau *et al.*, 1992). Con la finalidad de caracterizar la respuesta de las cabras a la introducción de los machos cabríos, se compararon el número de cabras detectadas en estro del día 0 al 5 y del 6 al 14. El diagnóstico de gestación se realizó por ultrasonido a los 45 días después del último celo detectado.

4.2.7. Análisis estadísticos

Los porcentajes de cabras gestantes y el estro (diario y acumulado) se compararon con una prueba de χ^2 . Los análisis estadísticos se realizaron con el programa SYSTAT 10 versión estándar, 2000. Los resultados se expresan en promedio \pm el error estándar de la media (EEM).

V. RESULTADOS

5.1. Cabras Gestantes

La proporción de cabras gestantes a los 45 días después de detectado el último estro fue superior ($P < 0.05$) en el grupo Suplementado (20/23) que el grupo No-suplementado (12/23) (Figura 1).

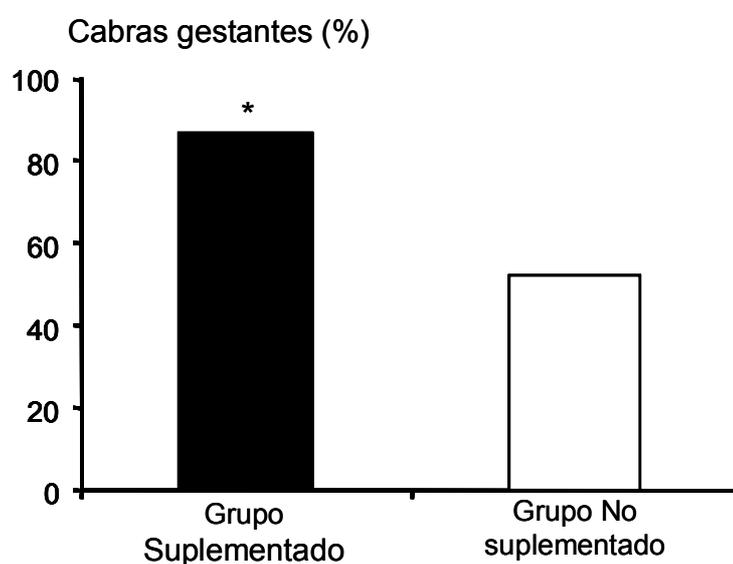


Figura 1. Porcentaje de cabras gestantes expuestas a machos cabríos inducidos a una intensa actividad sexual al someterlos a 2.5 meses de días largos. El diagnóstico de gestación se determinó por ultrasonido 45 días después del último estro detectado. Un grupo (■) recibió suplemento alimenticio durante 14 días a partir del día 8 de contacto con los machos. El grupo No-suplementado (□) no recibió ningún suplemento alimenticio * ($P < 0.05$).

5.2. Proporción de cabras que respondieron al efecto macho

Los porcentajes diarios de hembras que iniciaron su actividad estral después de la introducción de los machos cabríos fueron similares en los dos grupos. En la Figura 2 se muestra la evolución del comportamiento estral en los 14 días de las cabras Suplementadas 95% (22/23) y No-suplementadas 86.9% (20/23).

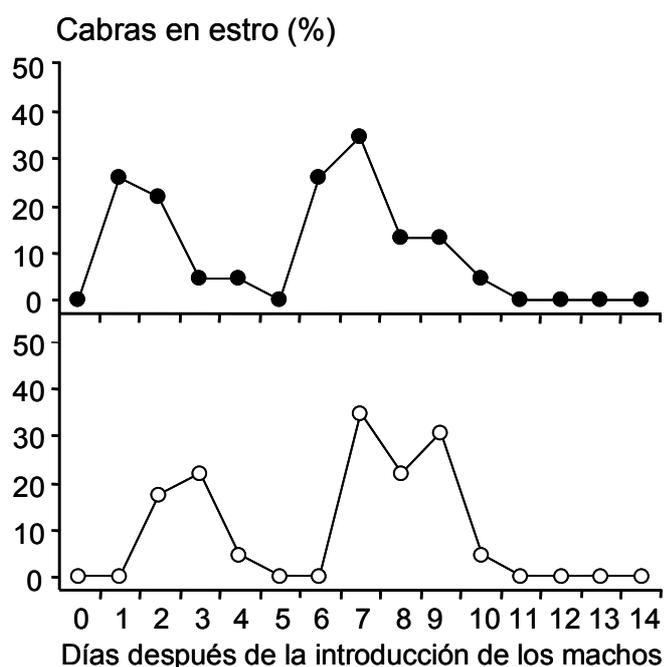


Figura. 2. Evolución diaria de los porcentajes de cabras que iniciaron su actividad estral al exponerlas a machos cabríos inducidos a una intensa actividad sexual al someterlos a 2.5 meses de días largos. Un grupo (●) recibió suplemento alimenticio durante 14 días a partir del día 8 de contacto con los machos. El grupo No-suplementado (○) no recibió ningún suplemento alimenticio.

5.3. Porcentaje acumulado de estros

Los porcentajes acumulados de estros después de la introducción de los machos cabríos tratados fue similar ($P>0.05$) en los dos grupos (Figura 3).

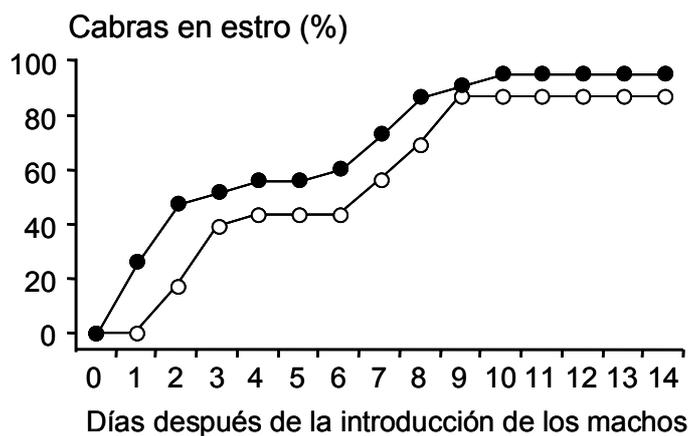


Figura 3. Porcentajes acumulados de estros en las hembras expuestas a machos cabríos inducidos a una intensa actividad sexual al someterlos a 2.5 meses de días largos. Un grupo (●) recibió suplemento alimenticio durante 14 días a partir del día 8 de contacto con los machos. El grupo No-suplementado (○) no recibió ningún suplemento alimenticio.

5.4. Intervalo entre la introducción de los machos cabríos y el inicio de la conducta estral en las cabras

El intervalo entre la introducción de los machos cabríos y el inicio de la conducta estral de los días 0 al 5 fue de 49.8 ± 5.0 h en las cabras del grupo suplementado, y de 64.8 ± 5.1 h en el grupo No-suplementado ($P=0.051$).

La duración del estro detectado de los días 0 al 5 después de la introducción de los machos fue de 22.2 ± 2.7 h en el grupo Suplementado, y de 19.2 ± 3.2 h en el grupo No-suplementado ($P>0.487$). En los días 6 al 14, la duración del estro fue de 22.3 ± 2.0 h para el grupo Suplementado, y de 28.8 ± 2.2 h en el grupo No-suplementado ($P=0.074$).

VI. Discusión

Estos resultados indican que el suplemento alimenticio durante 14 días después del segundo pico de celos mejora la tasa de gestación. En efecto, el porcentaje de gestaciones a 45 días fue superior en el grupo Suplementado (86.9%) que en el grupo No-suplementado (52.1%). Esta diferencia puede atribuirse a un efecto positivo del suplemento alimenticio sobre la tasa de gestación, ya que la respuesta estral de las cabras fue similar en el grupo Suplementado 95.6% (22/23) y en el grupo No-suplementado 86.9% (20/23). Esta respuesta estral es similar a la reportada por otros autores que han utilizado el mismo tipo de hembras sometidas al efecto macho (Flores *et al.*, 2000; Véliz *et al.*, 2002). Los resultados de fertilidad del presente estudio coinciden con otros reportados en ovejas y cabras. En efecto, la fertilidad de las hembras sometidas al efecto macho es mayor en aquellas Suplementadas que en las No-suplementadas (Ashwort, 1995; Borowczyk *et al.*, 2006). Molle *et al.* (1995) ofrecieron un suplemento alimenticio 2 semanas antes de la introducción de los machos y tres semanas después obteniendo un mejor rendimiento reproductivo en tasa ovulatoria y sobrevivencia embrionaria. En nuestras condiciones, nuestros resultados demuestran que 14 días de suplemento son suficientes para obtener una buena fertilidad a 45 días después del final de la segunda ola de estros. Este incremento en la fertilidad se debe, probablemente, a que el suplemento actúa durante el periodo crítico para el embrión, es decir alrededor de la implantación. La diferencia de fertilidad entre el grupo Suplementado y No-suplementado se debe probablemente a un efecto positivo de la complementación alimenticia sobre la sobrevivencia embrionaria.

La intensidad de la libido en los machos influye la magnitud de la respuesta sexual de las hembras sometidas al efecto macho (Delgadillo *et al.*, 2002; Véliz *et al.*, 2002). Los machos inducidos a una intensa actividad sexual al someterlos a 2.5 meses de días largos, activan y mantienen elevada la secreción de LH en las hembras (Vielma, 2006), lo que permite que la mayoría de ellas manifiesten un comportamiento estral y ovulen. Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que a pesar de haber utilizado machos sexualmente activos, el 52% de

las hembras del grupo No-suplementado fueron diagnosticadas gestantes. Este porcentaje fue inferior al registrado en el grupo Suplementado (86.9%). Esto sugiere que la diferencia entre los grupos se debió al aporte nutricional en cada uno de ellos y no a la respuesta estral de las hembras. En efecto, el porcentaje de las cabras detectadas en estro, así como el intervalo entre la introducción de los machos y el inicio del primer estro no fueron diferentes entre grupos.

VII. Conclusión

Los resultados del presente estudio demuestran que un suplemento alimenticio durante 14 días a partir del día 8 después de la introducción de los machos incrementa el número de hembras gestantes expuestas, en condiciones extensivas, al efecto macho.

VIII. Literatura citada

- Abecia, J.A., Lozano, J.M., Forcada, F. and Zarazaga, L. 1997. Effect of level of dietary energy and protein on embryo survival and progesterone production on day eight of pregnancy in Rasa Aragonesa ewes. *Anim Reprod Sci* 48:209-218.
- Álvarez, L. y Zarco, L.A. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet Méx* 32:117-129.
- Ashworth, C.J. 1995. Maternal and conceptus factors affecting histotrophic nutrition and survival of embryos. *Livest Prod Sci* 44:99-105.
- Atti, N., Bocquier, F. and Khaldi, G. 2004. Performance of the fat-tailed Barbarine sheep in its environment: adaptive capacity to alternation of underfeeding and refeeding periods. A review. *Anim Res* 53:165-176.
- Borowczyk, E., Caton, J.S., Redmer, D.A., Bilski, J.J., Weigl, R.M., Vonnahme, K.A., Borowicz, P.P., Kirsch, J.D., Kraft, K.C., Reynolds, L.P., and Grazul-Bilska, A.T. 2006. Effect of plane of nutrition on in vitro fertilization and early embryonic development in sheep. *J Anim Sci* 84:1593-1599.
- Chemineau, P. 1983. Effect on oestrus and ovulation of exposing Creole goats to the male at three times of the year. *J Reprod Fertil* 67:65-72.
- Chemineau, P. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats. A review. *Livest Prod Sci* 17:135-147.
- Chemineau, P., Daveau, A., Maurice, F. and Delgadillo, J.A. 1992. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Rumin Res* 8:299-312.

- Chemineau, P., Levy, F. and Thimonier, J. 1986. Effects of anosmia on LH secretion, ovulation and oestrus behaviour induced by males in the anovular creole goats. *Anim Reprod Sci* 10:126-132.
- Chemineau, P., Pellicer-Rubio, M.T., Lassoued, N., Khaldi, G. and Monniaux, D. 2006. Male-induced short oestrous and ovarian cycles in sheep and goats: a working hypothesis. *Reprod Nutr Dev* 46:417-429.
- Chenoweth, P.G. 1981. Libido and mating behavior in bulls, boars and rams. A review. *Theriogenology* 16:155-177.
- Cruz-Castrejón, U., Véliz, F.G., Rivas-Muñoz, M.R., Flores, J.A., Hernández, H. y Duarte, G. 2007. Respuesta de la actividad sexual a la suplementación alimenticia de machos cabríos tratados con días largos, con un manejo extensivo a libre pastoreo. *Téc Pec Méx* 45:93-100.
- Delgadillo, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Duarte, G., Véliz, F.G., Carrillo, E., Flores, J.A., Vielma, J., Hernández, H. and Malpoux, B. 2004. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reprod Fertil Dev* 16:471-478.
- Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D. and Malpoux, P. 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., Carrillo, E., Moran J., Duarte, G., Chemineau, P. and Malpoux, B. 2001. Induction of sexual activity of male creole goats in subtropical northern Mexico using long days and melatonin. *J Anim Sci* 79:2245-2252.

- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P. y Malpoux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. *Vet Méx* 34:69-79.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Hernández, H. and Fernández, 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.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernandez, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P. and Malpoux, B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J Anim Sci* 80:2780-2786.
- Dixon, A. 2003. Late embryonic and fetal mortality in the ewe (dissertation) Morgantown, WV. Davis College of agriculture, Forestry, and Consumer Science, at West Virginia University. 192 pp.
- Duarte, G. 2000. Estacionalidad reproductiva y efecto del fotoperiodo sobre la actividad de las cabras caprinas de la comarca lagunera (tesis de doctorado); México, DF. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. 77 pp.
- Echevarría, F.G., Gutiérrez, L.R., Ledesma, R.R., Bañuelos, V.R., Aguilera, J.S. y Serna, A.P. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido zacatecano I. Vegetación nativa. *Téc Pec Méx* 44:203-207.
- 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), Torreón, Coahuila; México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. 1-52 pp.
- Flores, J.A., Véliz, F.G., Pérez-Villanueva, J.A., Martínez de la Escalera, Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B. and 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.
- Kusina, N.T., Chinuwo, T., Hamudikuwanda, H., Ndlovu, L.R. and Muzanenhamo, S. 2001. Effect of different dietary energy level intakes on efficiency of estrus synchronization and fertility in Mashona goats does. *Small Rumin Res* 39:283-288.
- Lozano, J.M., Lonergan, P., Boland M.P. and O'Callaghan, D. 2003. Influence of nutrition on the effectiveness of superovulation programmes in ewes: Effect on oocyte quality and post-fertilization development. *Reproduction* 125:543-553.
- Martin, G.B., Rodger, J. and Blache, D. 2004. Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. *Reprod Fertil Dev* 16:491-501.
- Mellado, M. and 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. and 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.

- Meza-Herrera, C.A., Ross, T., Hawkins, D. and Hallford, D. 2006. Interactions between metabolic status, pre-breeding protein supplementation, uterine pH, and embryonic mortality in ewes: Preliminary observations. *Trop Anim Health Prod* 38:407-413.
- Molle, G., Blanca, A., Ligios, S., Sitzia, M., Casu, S., Landau, S. and Zoref, Z. 1995. Effect of grazing background and flushing supplementation on reproductive performances in Sarda ewes. *Small Rumin Res* 17:245-254.
- Molle, G., Landau, S., Branca, A., Sitzia, M., Fois, N., Ligios, S. and Casu, S. 1997. Flushing with soybean meal can improve reproductive performances in lactating Sarda ewes on a mature pasture. *Small Rumin Res* 60:25-43.
- Morand-Fehr, P. 2005. Recent developments in goat nutrition and application: A review. *Small Rumin Res* 60:25-43.
- O' Callaghan, D., Yaakub, H., Hyttel, P., Spicer, L.J. and 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. and Kuran, M. 2006. The influence of pre- and post-mating protein supplementation on reproductive performance in ewes maintained on rangeland. *Small Rumin Res* 64:16-21.
- Oldham, C.M. and Pearce, D.T. 1983. Mechanism of the ram effect. *Proc Aust Soc Reprod Biol* 15:72.
- Perkins, A. and 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.

- Poindron, P., Cognié, Y., Gayeri, F., Orgeur, P., Oldham, C.M. and Ravault, J.P. 1980. Changes on gonadotrophins and prolactin levels in isolated (seasonally or lactationality) anovular ewes associated with ovulation caused by the introduction the ram. *Physiol Behav* 25:227-237.
- Ramon, J.P. y Sanginés, J.R. 2002. Respuesta al efecto macho de primas Pelibuey en condiciones de pastoreo y suplementación en trópico. *Téc Pec Méx* 40: 309-317.
- Restall, B.J. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim Reprod Sci* 27:305-318.
- Restall, B.J., Walkden-Brown, S.W. and Restall, H. 1991. Reproduction Research in Australian goats. *Cashmere Research Seminar Proceedings*. 23-24 may, Australia. 49-69.
- Rivas-Muñoz, R., Fitz-Rodríguez, G., Poindron, P., Malpoux, B. and Delgadillo, J.A. 2007. Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous or discontinuous exposure to males. *J Anim Sci* 85:1257-1263.
- Rivera, G.M., Alanis, G.A., Chaves, M.A., Ferrero, S.B. and Morello, H.H. 2003. Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. *Small Rumin Res* 48:109-117.
- Romero-Paredes, J.R. y Ramírez, R.G.L. 2003. Artiplex Canences (Purch, Nutt), como fuente de alimento para zonas áridas. *Ciencia UANL* VI:85-92.
- Rosales, C.A., Urrutia, M.G., Gámez, V.H., Díaz, G.M. y Ramírez, M.A. 2006. Influencia del nivel de alimentación en la actividad reproductiva de cabras criollas durante la estación reproductiva. *Téc Pec Méx* 44:399-406.

- Sáenz-Escárcega, P., Hoyos, F.G., Salinas, G.H., Martínez, M., Espinoza, J., Guerrero, M. y Contreras, G.E. 1991. Establecimientos de módulos caprinos con productores cooperantes. Evaluación de módulos caprinos de la Comarca Lagunera INIFAP-CIID, Matamoros, Coahuila, México. 24-34 pp.
- Sánchez, C., García, M. y Álvarez, M. 2003. Efecto de la suplementación alimenticia sobre el comportamiento reproductivo de cabras al postparto en la microregión río tocuayo, estado Lara. *Zootecnia Trop* 21:43-55.
- Signoret, J. P. 1990. The influence of the ram effect on the breeding activity of ewes and its underlying physiology. In: Oldham C.M, Martin G.B, and Purvis I.W. Editors. *Reproductive Physiology of Merino Sheep: Conceptus and Consequences* University of Western Australia, Perth. pp 59-70.
- Smith, K.C., Morgan K.L. and Parkinson T.J. 1996. Mating patterns and reproductive wastage in commercial lowland ewes in west Somerset. *Vet Rec* 139:563-566.
- Thimonier, J., Cognié, Y., Lassoued, N., Khaldi, G. 2000. L'effet mâle chez les ovins : une technique actuelle de maîtrise de la reproduction. *INRA Prod Anim* 13: 223-231.
- Underwood, E.J., Shier, R.L. and Davenport, N. 1944. Studies in sheep husbandry in Western Australia. *J. Dept. Agric. Western Australia*. 2-11:135-143.
- Ungerfeld, R., Forsberg, M. and Rubianes, E. 2004. Overview of the response of anoestrous ewes to the ram effect. *Reprod Fertil Dev* 16:479-490.
- Véliz, F. G., Vélez, M.L.I., Flores, J.A., Duarte, G., Poindron, P., Malpoux, B. and Delgadillo, J.A. 2004. La presencia del macho en un grupo de cabras anéstricas no impide su respuesta estral a la introducción de un nuevo macho. *Vet Méx* 35:169-178.

- Véliz, F.G., Moreno, S., Duarte, G., Vielma, J., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B. and Delgadillo, J.A. 2002. Male effect in seasonally anovulatory lactating goats depends on the presence of sexually active bucks, but not estrous females. *Anim Reprod Sci* 72:197-207.
- Vielma, J. 2006. El comportamiento sexual, las vocalizaciones y el olor del macho cabrío estimulan la secreción de LH, el estro y la ovulación en las cabras sometidas al efecto macho (tesis de doctorado). Torreón, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. 110 pp.
- Walkden-Brown, S.W. and Bocquier, F. 2000. Nutritional regulation of reproduction in goats. In 'Proceedings of 7th International Conference on Goats, Tours, France'. (Eds. L. Gruner and Y. Chebert.) 389-395. (Institut de l'Élevage et l'INRA: Paris, France).
- Walkden-Brown, S.W., Martin, G.B. and Restall, B.J. 1999. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *J Reprod Fertil Suppl* 54:243-257.
- Walkden-Brown, S.W., Restall B.J. and Henniawati. 1993. The male effect in the Australian cashmere goat. 3. Enhancement with buck nutrition and use of oestrous females. *Anim Reprod Sci* 32:69-84.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Norton, B.W., Scaramuzzi R.J. and Martin, G.B. 1994. Effect of nutrition on seasonal patterns of LH, FSH and testosterone concentration, testicular mass, sebaceous gland volume and odour in Australian cashmere goats. *J Reprod Fertil* 102:351-360.

Wright, P.J., Geytenbeek, P.E. and 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.