

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

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**LA CONDICIÓN CORPORAL ANTES DEL EMPADRE  
INFLUYE EN LA RESPUESTA SEXUAL DE LAS CABRAS  
ALPINO-FRANCÉS**

**POR:**

**GABINO PÉREZ MOLINA**

**TESIS:**

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

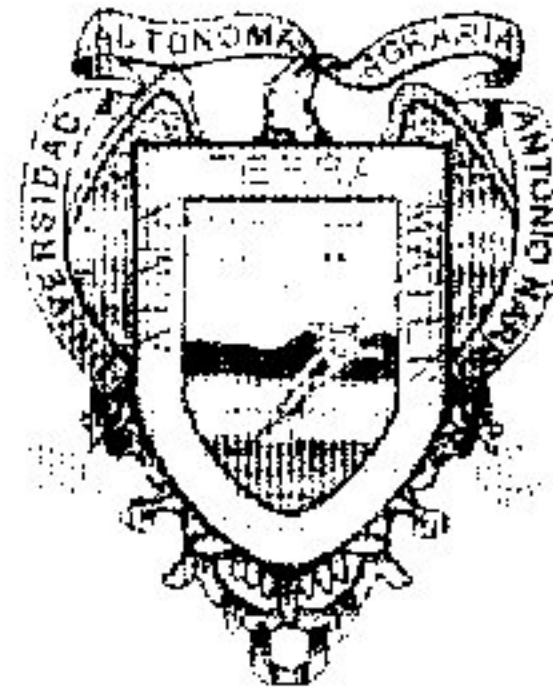
**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**JUNIO, 2009**

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

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**LA CONDICIÓN CORPORAL ANTES DEL EMPADRE  
INFLUYE EN LA RESPUESTA SEXUAL DE LAS CABRAS  
ALPINO-FRANCÉS**

**POR:**

**GABINO PÉREZ MOLINA**

**ASESOR PRINCIPAL**

Una firma manuscrita en tinta que parece decir "Francisco Gerardo Véliz Deras".

**DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS**

**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

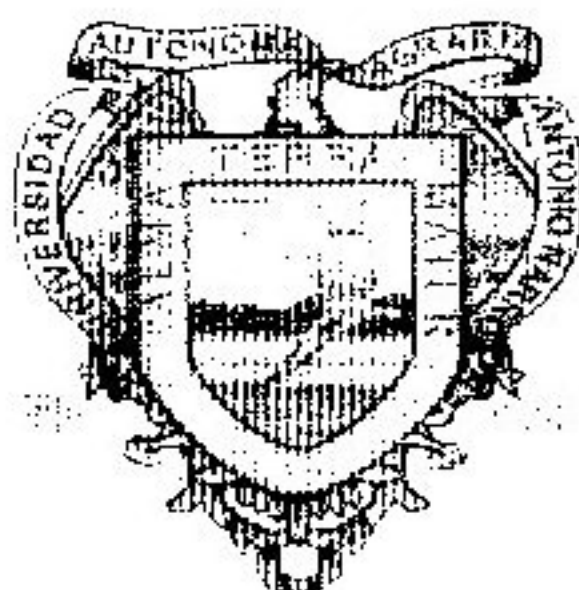
Una firma manuscrita en tinta que parece decir "José Luis Fco. Sandoval Elías".

**M.C. JOSÉ LUIS FCO. SANDOVAL ELÍAS**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**JUNIO, 2009**

**Universidad Autónoma Agraria  
"Antonio Narro"  
Unidad Laguna  
División Regional de Ciencia Animal**



LA CONDICIÓN CORPORAL ANTES DEL EMPADRE INFLUYE EN LA RESPUESTA SEXUAL DE LAS CABRAS ALPINO-FRANCÉS.

TESIS POR:

**GABINO PÉREZ MOLINA**

Elaborado bajo la supervisión del comité particular y aprobada como requisito parcial para optar por el título de:


**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**JURADO:**

  
\_\_\_\_\_  
DR. FRANCISCO GERARDO VELIZ DERAS  
**PRESIDENTE**

  
\_\_\_\_\_  
MC. GERARDO ARELLANO RODRÍGUEZ  
**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
DR. MA. DE LOS ANGELES DE SANTIAGO MIRAMONTES  
**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONZO  
**VOCAL SUPLENTE**

  
\_\_\_\_\_  
MC. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS  
**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL.**

TORREON, COAHUILA, MEXICO.

JUNIO DEL 2009

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



**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**LA CONDICIÓN CORPORAL ANTES DEL EMPADRE  
INFLUYE EN LA RESPUESTA SEXUAL DE LAS CABRAS  
ALPINO-FRANCÉS**

**TESIS**

**POR:**

**GABINO PÉREZ MOLINA**

**ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR  
DE ASESORÍA**

**ASESOR PRINCIPAL:**

**DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS**

**ASESORES:**

**DR. RAYMUNDO RIVAS MUÑOZ**

**DRA. MA. DE LOS ANGELES DE SANTIAGO MIRAMONTES**

**MC. GERARDO ARELLANO RODRÍGUEZ**

**M.V.Z. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONZO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**JUNIO, 2009**

## *Dedicatorias*

*A mis padres Feliciano Pérez Lorenzo y Felipa Molina de los Santos que me han apoyado en todo el trayecto de mi vida sin pedirme nada, todo lo que han podido me lo han dado.*

*A mi abuela María Lorenzo Castañón que me está viendo desde el cielo y que siempre fue una mujer ejemplar con su familia y sus nietos.*

*A mi hermano Luis Enrique Pérez Molina que ha sido un pilar importante en mi vida y formación profesional más que un hermano un amigo un compañero, un mundo para mí, Gracias hermano.*

*A mi hermana Anaberta Pérez Molina por el apoyo incondicional que me ha brindado y que me sigue brindando.*

*A mi hermano Sergio Daniel Pérez Molina el más pequeño de todos.  
A mi hermano Estanislao Pérez Molina que aunque no se encuentra aquí, siempre está presente con nosotros en nuestro hogar.*

## *Agradecimientos*

*A Dios que me ha puesto en este camino y que me ha dado la oportunidad de formarme profesionalmente y espiritualmente, gracias Dios por nunca abandonarme y dejarme en los momentos más difíciles de mi vida siempre estás ahí Señor cuando más te necesito Gracias.*

*A mi familia ya que por ellos estoy aquí formándome como profesionista. Gracias familia.*

*Al Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras por brindarme su apoyo y confianza en este proyecto.*

*A mi Alma Mater por darme la oportunidad de ser parte de ella y formarme como profesional y haber tenido tantas experiencias bonitas e inolvidables durante mi carrera.*

*A todos mis maestros por haberme transmitido parte de sus conocimientos que son una base firme para mi formación profesional.*

*A mi compañeros de grupo por haber convivido e interactuado conmigo. Gracias compañeros aprendí mucho de ustedes cosas básicas de compañerismo.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| Dedicatorias.....  | V             |
| Agradecimientos.....   | VI            |
| Índice de contenido.....   | VII           |
| Índice de figuras.....   | IX            |
| Resumen.....   | X             |
| I. Introducción.....   | 1             |
| II. Revisión de literatura.....  | 4             |
| 2.1 Influencia de las interacciones socio–sexuales sobre la actividad reproductiva.....            | 4             |
| 2.2 Influencia de la profundidad de anestro sobre la respuesta de las hembras al efecto macho..... | 5             |
| 2.3. Influencia de la alimentación sobre la actividad sexual.....                                  | 6             |
| 2.4. Estacionalidad reproductiva.....  | 8             |
| Objetivo general.....  | 9             |
| Objetivos específicos.....   | 9             |
| Hipótesis general.....   | 10            |
| Hipótesis específicas.....   | 10            |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS.....   | 11            |
| 3.1 Lugar de estudio.....  | 11            |
| 3.2 Alimentación y manejo de las hembras.....  | 11            |

|  |    |
|--|----|
| 3.3 Inducción de la actividad sexual y manejo de los machos..... | 12 |
| 3.4 Empadre.....   | 13 |
| 3.5 Variables determinadas.....                                  | 13 |
| 3.5.1 Actividad estral.....                                      | 13 |
| 3.5.2 Determinación de la gestación.....                         | 14 |
| 3.5.3 Determinación del número de hembras que parieron.....      | 14 |
| 3.5.4 Determinación de la prolificidad.....                      | 14 |
| 3.5.5 Comportamiento sexual y manejo de los machos.....          | 14 |
| 3.5.6 Análisis de datos.....                                     | 15 |
| IV. RESULTADOS .....   | 16 |
| 4.1 Respuesta de las hembras al efecto macho.....                | 16 |
| 4.1.1 Actividad estral.....                                      | 16 |
| 4.1.2 Índice de gestación.....                                   | 19 |
| 4.1.3 Índice de parición.....                                    | 19 |
| 4.1.4. Índice de prolificidad.....                               | 19 |
| 4.2 Comportamiento sexual de los machos.....                     | 20 |
| V. DISCUSIÓN.....  | 22 |
| VI. CONCLUSIÓN.....  | 24 |
| REFERENCIAS.....   | 25 |



## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1.** Porcentaje diario de cabras Alpino-Francés bien alimentadas (G-Bien) que presentaron actividad estral después de la exposición a machos sexualmente activos.

**Figura 2.** Porcentaje diario de cabras Alpino-Francés mal alimentadas (G-Mal) que presentaron actividad estral después de la exposición a machos sexualmente activos.

**Figura 3.** Comportamiento sexual de los machos Alpino-Francés al ponerlos en contacto con cabras Alpino-Francés anovulatorias bien alimentadas y mal alimentadas.

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar si la respuesta sexual de las cabras Alpino-Francés bien alimentadas es mejor a la de las cabras mal alimentadas al exponerlas a machos sexualmente activos durante el anestro estacional. Un grupo de cabras Alpinas de aproximadamente 3 años de edad (Bien alimentado; G-Bien; n=10) recibió una dieta de alta calidad que cubría todos sus requerimientos fisiológicos. Esta dieta consistió en heno de alfalfa a libre acceso (17% PC), además recibieron 200 g de concentrado comercial (14% PC, 2.5 Mcal/kg) por animal y por día. Otro grupo de hembras de la misma edad (Mal alimentado; G-Mal; n=10) fue alimentado con una dieta que les proporcionó solamente el 50% de sus necesidades de mantenimiento, a base de una mezcla de zacates (13% PC). El día 17 de junio de 2008 las hembras de cada grupo fueron puestas en contacto con 2 machos activos de la raza Alpino-Francés, durante 23 días (hasta el día 9 de julio de 2008). Los machos fueron alternados en los dos grupos cada 24 h. La actividad estral de las hembras fue determinada diariamente (mañana y tarde), durante todo el estudio. La determinación de la gestación se realizó a los 45 días después de la introducción de los machos por ultrasonografía transrectal. Se registró el porcentaje de hembras que parieron y el número de crías por hembra. El 100% de las hembras del G-Bien presentó actividad estral mientras que solamente el 60% de las hembras del G-Mal presentó actividad estral ( $P<0.05$ ). El 90% (9/10) de las hembras del G-Bien presentó un ciclo estral de corta duración, mientras que las hembras del G-Mal solamente una hembra presentó ciclo estral de corta duración ( $P<0.05$ ). En las

hembras del grupo bien alimentado el 90% (9/10) se diagnosticó gestante a los 45 días después de la introducción de los machos, mientras que en el grupo mal alimentado solamente el 30% de las hembras (3/10) se diagnosticó gestante ( $P < 0.05$ ). Los resultados del presente estudio sugieren que las cabras Alpino-Francés bien alimentadas del norte de México responden sexualmente mejor al efecto macho que las mal alimentadas a la mitad del anestro estacional.

**PALABRAS CLAVE:** Caprinos, Alpino, Reproducción, Nutrición, Efecto macho

## I. INTRODUCCIÓN

La explotación de las cabras en el mundo está unida a la historia del hombre, quien, desde siempre, ha aprovechado su leche, carne y pelo. La capacidad productiva de éstos animales es un inequívoco indicador de su capacidad para adaptarse a múltiples climas y sistemas de explotación. En el mundo existen alrededor de 700 millones de cabras, de las cuales más de un 90% se encuentra en Asia y África, donde se utilizan fundamentalmente para producción de carne (FAO, 1999). En Europa, el censo es de 17, 768,910 de cabezas y la producción de 128,097 toneladas de carne (FAO, 2006). Durante los últimos 20 años, se ha observado un enorme incremento (52%) en el censo de cabras a nivel mundial, en paralelo a un aumento de la población humana (33%; Haenlein, 2001), lo que demuestra un creciente interés por incrementar la producción de leche y carne de esta especie. Dentro de la Unión Europea (UE), son los países del área Mediterránea como: Grecia, España, Francia, e Italia, aquellos en los que la leche de cabra tiene una significativa importancia económica en el del mercado de productos lácteos (Boyazoglu y Morand-Fehr, 2001; Haenlein, 2001). En América latina México posee el liderazgo en cantidad de cabezas de ganado caprino (9.5 millones), siguiéndole Brasil (8.16 millones) y Argentina (4.2 millones; SAGARPA, 2003). En México los principales estados productores son Coahuila, Durango, Guanajuato, Chihuahua y Jalisco (SAGARPA, 2003). Sin embargo, una de las zonas del país más importantes en la producción caprina es la Comarca Lagunera (parte del estado de Durango y Coahuila) que cuenta con alrededor de 5% de la población nacional de caprinos (SAGARPA, 2003). En ésta región, el 90% de los

caprinos se explotan en condiciones extensivas, consumiendo la flora natural de la región, la cual consiste en zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*), zacate chino (*Cynodon dactylon*), zacate navajita (*Bouteloua Gracilis*), zacate Johnson (*Sorghum halepense*), arbustivas como el mezquite (*Acacia farnesiana*) y el huizache (*Prosopis glandulosa*) y otras herbáceas de la región. En determinadas épocas del año se aprovechan esquilmos o rastrojos de cultivos tales como el sorgo (*Sorghum vulgare*) y el maíz (*Zea mays*) entre otros. Los animales explotados son el resultado de cruces de animales Criollos con razas puras tales como: Alpino-Francés, Saanen, Toggenburg, Nubia y Granadina (Cantú, 2004; Cruz-Castrejón *et al.*, 2007). El 10% de la población caprina es explotado en forma intensiva, y está conformado generalmente de animales de raza pura, especializada en producción láctea como la Alpino-Francés, Saanen y Toggenburg principalmente. (Cantú, 2004). En las ovejas y las cabras, la nutrición puede influir en la actividad reproductiva (Tanaka *et al.*, 2002; Atti *et al.*, 2001). En efecto, una mejor alimentación incrementa la fertilidad y prolificidad (Nottle *et al.*, 1997) y la duración de la estación reproductiva (Zarazaga *et al.*, 2005; De Santiago-Miramontes *et al.*, 2009).

Se ha demostrado además, que el peso corporal de las hembras locales del norte de México mejora su respuesta al efecto macho cuando se realiza a mediados del anestro estacional (marzo y abril), ya que solamente un 63% de las cabras con menos de 33 kg presenta actividad estral, mientras que en las hembras de 34-50 kg el porcentaje se eleva hasta el 98% después de la introducción de machos sexualmente activos, (Véliz *et al.*, 2006b). Por otro lado, en el norte de México las cabras Alpino-Francés con baja y alta condición corporal

sometidas al efecto macho al final del anestro estacional (Octubre) el porcentaje de hembras en estro y gestantes no es influenciado (más del 90% de las hembras en ambos grupos) por su peso y condición corporal. Sin embargo, la prolificidad se incrementa en las hembras con mayor peso y condición corporal. En efecto, el 100% de las hembras del grupo con alta condición corporal mostró una prolificidad de 2 crías por hembra, mientras que en las hembras del grupo con baja condición corporal ésta fue de una cría por hembra (Aguilar-Martínez, 2008). Lo anterior sugiere que la nutrición influye poco en la actividad estral y fertilidad en las cabras Alpino-Francés del norte de México sometidas al efecto macho al final de la estación de anestro. Por ello el objetivo del presente estudio fue determinar si la respuesta sexual hembras Alpino-Francés del norte de México bien alimentadas es mejor que la de las mal alimentadas al exponerlas a machos sexualmente activos durante la mitad de la estación de anestro

## II REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Influencia de las interacciones socio-sexuales sobre la actividad reproductiva

En muchas especies de mamíferos, las relaciones sociales pueden influir en la actividad sexual (Rekwot *et al.*, 2001). Por ejemplo, la introducción de un macho o su presencia constante en un grupo de hembras prepúberes puede adelantar la pubertad en varias especies (roedores: efecto Vanderbergh: Vanderbergh, 1967; cerdos: Kirkwood *et al.*, 1981; bovinos: Rekwot *et al.*, 2001). En ovejas y cabras que tienen la presencia del macho durante todo el año, se reduce el periodo de anestro, ya que la actividad reproductiva inicia antes y termina después que en las hembras que no tienen contacto con machos (Restall, 1992; O`Callaghan *et al.*, 1994). Además, en las ovejas y cabras que se encuentran en periodo de anestro, la introducción de un macho induce y sincroniza la actividad sexual de éstas, horas más tarde (Rosa y Bryant, 2002; Delgadillo *et al.*, 2002; Véliz *et al.*, 2002). El número de hembras que responden al estímulo dependerá de la intensidad de la estimulación provista por los machos, la raza, los días posparto, la profundidad del anestro y el porcentaje de machos por hembra (ovejas: Martin *et al.*, 1986; Signoret, 1990; cabras: Chemineau, 1987). Recientemente se demostró que la ausencia de respuesta sexual de las hembras al efecto macho no se debe a una insensibilidad de éstas, sino a una débil estimulación por parte de los machos que se encuentran también en reposo sexual (Delgadillo *et al.*, 1999; Flores *et al.*, 2000).

## **2.2 Influencia de la profundidad del anestro sobre la respuesta de las hembras al efecto macho**

La profundidad del anestro (porcentaje de hembras acíclicas al momento de la introducción de los machos) se ha mencionado como la causa de que las hembras no respondan al efecto macho en algunas épocas del año, específicamente a la mitad del anestro estacional. Esta profundidad no puede ser medida de manera objetiva en cada una de las hembras, y el mejor indicador de su nivel es la proporción de las hembras que están ovulando espontáneamente en el hato. Se han descrito dos tipos de anestro: un anestro ligero, detectado a principios o finales de la estación de anestro, mientras que el profundo sucede a la mitad de la estación de anestro (Lindsay y Signoret, 1980; Chemineau, 1987). La raza de las hembras también es uno de los factores determinantes de la profundidad del anestro. De ahí que en un rebaño, la raza y la época del año interactúan para influir sustancialmente en la proporción de las hembras que ovulan espontáneamente en un momento determinado. En razas de ovejas como la Merino, que tiene un corto anestro (de 1-2 meses; Martin *et al.*, 1986), la mayoría de las ovejas anovulatorias responden a la introducción de los carneros durante toda la época de anestro.



### 2.3. Influencia de la alimentación sobre la actividad sexual

Debido a las variaciones drásticas de la disponibilidad de alimento que ocurren en las zonas subtropicales áridas y a que la mayoría de los caprinos y ovinos son explotados de manera extensiva, se ha sugerido que la alimentación es el factor más importante que controla el ciclo anual de reproducción en estas especies (Walkden-Brown *et al.*, 1994; Martin *et al.*, 2002). Sin embargo, en cabras criollas alimentadas adecuadamente y mantenidas en estabulación en una latitud tropical (19°N), se presentó también una drástica disminución del porcentaje de cabras cíclicas de diciembre (aproximadamente el 90%) a abril (aproximadamente 10%), lo cual confirma que aún en latitudes más cercanas al Ecuador la estacionalidad reproductiva no se debe al nivel nutrimental las cabras (Valencia *et al.*, 1990)

Delgadillo, *et al.*, 2007 sostiene que en las cabras de las zonas subtropicales el factor más importante que controla la actividad sexual anual es el fotoperiodo. Recientemente se ha demostrado que efectivamente el fotoperiodo controla la actividad reproductiva de los caprinos locales del norte de México y que el nivel de alimentación modula su duración determinando el inicio y el final de la estación reproductiva (Duarte *et al.*, 2008; De Santiago-Miramontes *et al.*, 2009).

En ovejas y cabras cíclicas, el mayor efecto de la nutrición es ejercido sobre la tasa ovulatoria, la duración de la estación reproductiva y la fertilidad (Nottle *et al.*, 1997; Martin *et al.*, 2002). Por otra parte, la alimentación tiene gran importancia en la respuesta estral y ovárica en las ovejas y cabras sometidas al efecto macho (Wright *et al.*, 1990; Thimonier *et al.*, 2000; De Santiago-Miramontes *et al.*, 2008).

En las cabras Cashmere Australianas (34° S) alimentadas con una dieta de baja calidad, solo el 22% ovulan después de la introducción del macho, mientras que en las hembras alimentadas con una dieta de alta calidad el 40% presentan ovulación. En las ovejas Merino Australianas (34° S) alimentadas con una dieta de mantenimiento, la introducción de los machos resulta en una tasa ovulatoria de 1.26, mientras que en las ovejas suplementadas durante 12 días antes de la introducción de los machos, es de 1.46 (Nottle *et al.*, 1997). Reportes en esta misma raza de ovejas alimentadas con una dieta de baja calidad indican que responden a un tratamiento de sincronización con una tasa ovulatoria de  $1.1 \pm 0.1$ , mientras que en las ovejas que son suplementadas durante 10 días antes de la sincronización, la tasa ovulatoria se eleva a  $1.6 \pm 0.1$  (Nottle *et al.*, 1997). Por otra parte, en las cabras Criollas del norte de México explotadas en extensivo, la complementación alimenticia durante 7 días antes de la introducción de los machos incrementa la tasa ovulatoria ( $1.0 \pm 0.2$  vs  $1.6 \pm 0.2$ , hembras no suplementadas vs. Suplementadas respectivamente (De Santiago-Miramontes *et al.*, 2008).

En las hembras adultas, una severa desnutrición puede alterar la presencia de estros y los ciclos estrales pueden ser irregulares o incluso inexistentes (Hafez, 1952; Allen and Lamming 1961; Lamond *et al.*, 1972). En efecto, en las ovejas pelibuey con una condición corporal buena o regular, el 51% presenta actividad estral después de la introducción de un macho o una hembra androgenizada, mientras que sólo el 38% de las ovejas con una mala condición corporal presenta actividad estral (Heredia *et al.*, 2003). Las ovejas Barbarine de Túnez con una condición corporal baja (1.8 puntos) tuvieron una fertilidad del 75%, mientras que

en las hembras con una condición corporal buena (3.4 puntos), la fertilidad fue del 94% (Atti *et al.*, 2001).

#### **2.4. Estacionalidad reproductiva**

Los caprinos locales del norte de México, explotados de manera extensiva se caracterizan por poseer una reproducción estacional (Duarte *et al.*, 2008; Mellado y Hernández, 1996). En el caso de la Comarca Lagunera, el periodo de anestro en las hembras y de reposo sexual en los machos coincide con el periodo de sequía de la región y, en consecuencia, con una dramática disminución de la cantidad y calidad del forraje disponible para los animales, por lo que se sugirió que la ausencia de actividad sexual era provocada por la subalimentación (Sáenz-Escárcega *et al.*, 1991). Sin embargo, la estacionalidad reproductiva también se ha observado en los animales mantenidos en estabulación y con una buena condición corporal, las actividades estral y ovárica inician en septiembre y terminan en febrero (Duarte *et al.*, 2008). Lo anterior sugiere que la estacionalidad reproductiva de los caprinos locales del norte de México no depende primordialmente de la disponibilidad alimentaria. Esto sugiere que la alimentación, aunque no es el factor regulador principal, actúa como modulador de la actividad sexual de las hembras caprinas locales del norte de México, tal como fue propuesto para las razas originarias de las zonas templadas (De Santiago-Miramontes, 2008; Malpoux, 1999). La actividad reproductiva de la raza Alpino-Francés del norte de México normalmente se presenta de agosto a diciembre en los machos y en las hembras de septiembre a diciembre (Véliz y Carrillo, 2007).

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar si la respuesta sexual de las cabras Alpino-Francés bien alimentadas es mejor que la de las cabras mal alimentadas al exponerlas a machos sexualmente activos durante la mitad de el anestro estacional.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar si la respuesta estral de las cabras Alpino-Francés expuestas a machos sexualmente activos durante la mitad del anestro estacional es influenciada por una buena alimentación

Determinar si el índice de gestación a los 45 días de las cabras Alpino-Francés expuestas a machos sexualmente activos durante la mitad del anestro estacional es influenciado por una buena alimentación.

Determinar si el índice de prolificidad de las cabras Alpino-Francés expuestas a machos sexualmente activos durante la mitad de el anestro estacional es influenciada por una buena alimentación.

## **HIPÓTESIS GENERAL**

Las cabras Alpino-Francés bien alimentadas tienen una mejor respuesta sexual que las mal alimentadas al exponerlas a machos sexualmente activos durante la mitad del anestro estacional

## **HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

La respuesta estral de las cabras Alpino-Francés expuestas a machos sexualmente activos durante la mitad del anestro estacional es influenciada por una buena alimentación.

El índice de gestación a los 45 días de cabras Alpino-Francés expuestas a machos sexualmente activos durante la mitad del anestro estacional es influenciado por una buena alimentación.

El índice de prolificidad de las cabras Alpino-Francés expuestas a machos sexualmente activos durante la mitad del anestro estacional es influenciada por una buena alimentación.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Lugar de estudio

El estudio se realizó en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Torreón, Coahuila, México (Latitud 26°23' N; Longitud 104°47' W; 1100 a 1400 msnm). La Comarca Lagunera presenta un clima semidesértico, con una precipitación pluvial anual de 230 mm, y una temperatura máxima y mínima de 37° C y de 6° C respectivamente (Duarte, 2000).

#### 3.2 Alimentación y manejo de las hembras

Se utilizaron 20 hembras multíparas y cuatro machos adultos de la raza Alpino-Francés. Todos los animales tenían una edad de tres años, y permanecieron estabulados durante todo el estudio.

Las hembras percibieron las variaciones naturales del fotoperiodo y de la temperatura de la región. Un grupo de hembras (Bien alimentado; G-Bien; n=10) recibió una dieta de alta calidad que cubría todos sus requerimientos fisiológicos. Esta dieta consistió en heno de alfalfa a libre acceso (17% PC, 1.95 Mcal/kg), además recibieron 200 g de concentrado comercial (14% PC, 2.5 Mcal/kg) por animal por día. Este grupo de hembras tenía un peso corporal promedio de  $49.8 \pm 1.3$  kg, y una condición corporal promedio de  $3.1 \pm 0.1$  (escala 1-4 Walkden-Brown *et al.*, 1997). Otro grupo de hembras (Mal alimentado; G-Mal; n=10) fue alimentado con una dieta que les proporcionó solamente el 50% de sus necesidades de

mantenimiento, a base de una mezcla de zacates (13% PC). Este grupo de hembras tenía un peso corporal promedio de  $36.8 \pm 1.3$  kg, y una condición corporal promedio de  $1.9 \pm 0.1$ . Agua y sales minerales fueron proporcionados a libre acceso para todos los animales.

### **3.3 Inducción de la actividad sexual y manejo de los machos**

Los cuatro machos fueron alojados en instalaciones abiertas y fueron alimentados con heno de alfalfa, agua y sales minerales a libre acceso. Para inducirlos a una intensa actividad sexual recibieron un tratamiento fotoperiódico de días largos continuos (16 h de luz/día) desde el 1 de diciembre hasta la realización del efecto macho (17 de junio). Se alojaron en un corral de 3.0 X 3.0 m, equipado con lámparas fluorescentes que proporcionaron una luminosidad de más de 300 lux al nivel de los ojos de los machos. El mecanismo de encendido y apagado de las lámparas se realizó mediante un reloj automático y programable (Interamic, Timerold, USA). El encendido de las lámparas fue fijo y ocurrió diariamente a las 06:00 h y el apagado a las 09:00 h cuando había suficiente luz natural. Por la tarde, el encendido de las lámparas se realizó a las 18:00 h, y el apagado a las 22:00 h. Este tratamiento fotoperiódico induce a una intensa actividad sexual en los machos cabríos durante el periodo de reposo sexual (Carrillo *et al.*, 2007).

### **3.4 Empadre**

El 17 de junio a las 08:00 h, (durante la mitad del anestro estacional) el grupo de hembras (n=10) bien alimentado y el grupo de hembras (n=10) mal alimentado fueron puestos en contacto con dos machos sexualmente activos por grupo que fueron alternados entre los 2 grupos de hembras cada 12 h y permanecieron con ellas durante 23 días. Los grupos fueron separados aproximadamente por 100 m de distancia.

### **3.5 Variables determinadas**

#### **3.5.1 Actividad estral**

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



### **3.5.2 Determinación de la gestación**

La determinación de la gestación se realizó mediante ultrasonografía transrectal (Classic Ultrasound Equipment con un 5.0 MHz transductor Supply, Inc.) a los 45 días después de la introducción de los machos (Evans *et al.*, 2000).

### **3.5.3 Determinación del número de hembras que parieron**

Durante el mes de Noviembre se determinó el porcentaje de hembras que parieron en cada grupo.

### **3.5.4 Determinación de la prolificidad**

La determinación de la prolificidad se realizó al momento del parto registrando el número de crías entre el número de hembras que parieron en cada grupo.

### **3.5.5 Comportamiento sexual y manejo de los machos**

El comportamiento sexual de los machos se determinó durante los primeros tres días después de su introducción en los grupos de hembras bien y mal alimentadas. Las observaciones se realizaron por la mañana (de 08:00 h a 09:00 h) antes del suministro del alimento. Las conductas sexuales que se registraron

fueron automarcajes con orina, flehmen, olfateos anogenitales, aproximaciones, intentos de monta y montas completas (Véliz *et al.*, 2006a).

### **3.5.6 Análisis de datos**

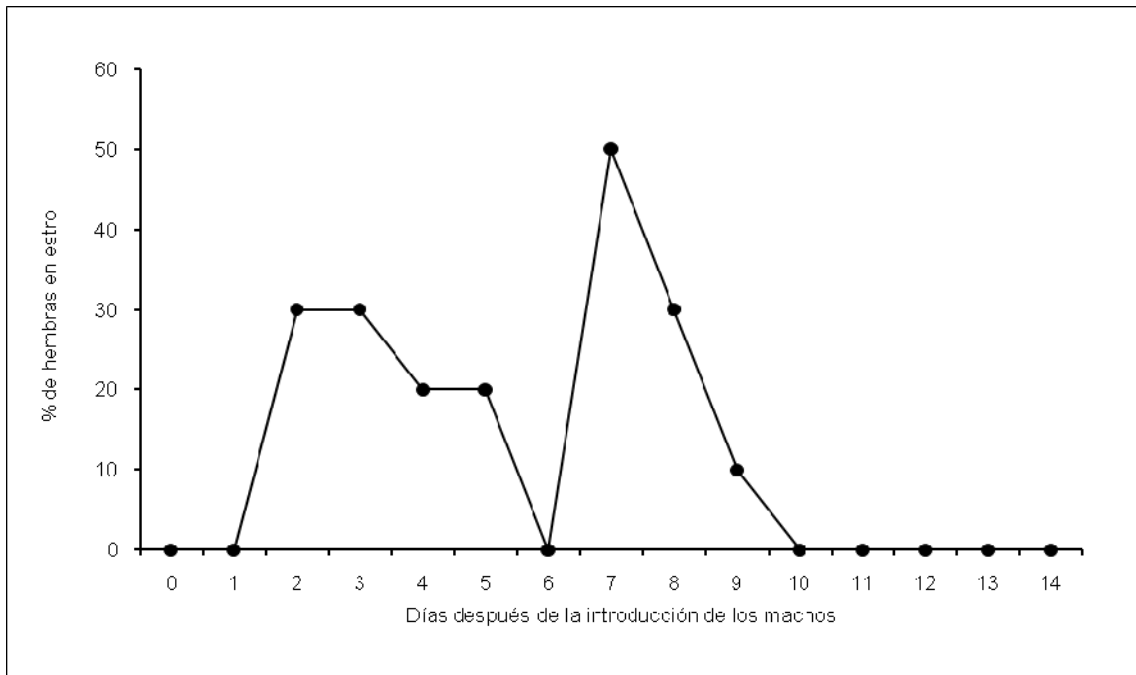
Para comparar el comportamiento sexual de los machos, se calculó la frecuencia total de cada conducta sexual en cada grupo, y se comparó mediante la prueba exacta de probabilidades de Fisher. Las proporciones de hembras que manifestaron actividad estral, el porcentaje de hembras que se diagnosticaron gestantes a los 45 después de la introducción de los machos y que parieron se analizaron mediante una prueba  $\chi^2$ . El intervalo entre la introducción de los machos y el inicio de la actividad estral se compararon mediante una prueba  $t$  de Student. Todos los análisis estadísticos se efectuaron mediante el paquete estadístico SYSTAT 10 (Evanston, ILL, USA, 2000).

## IV. RESULTADOS

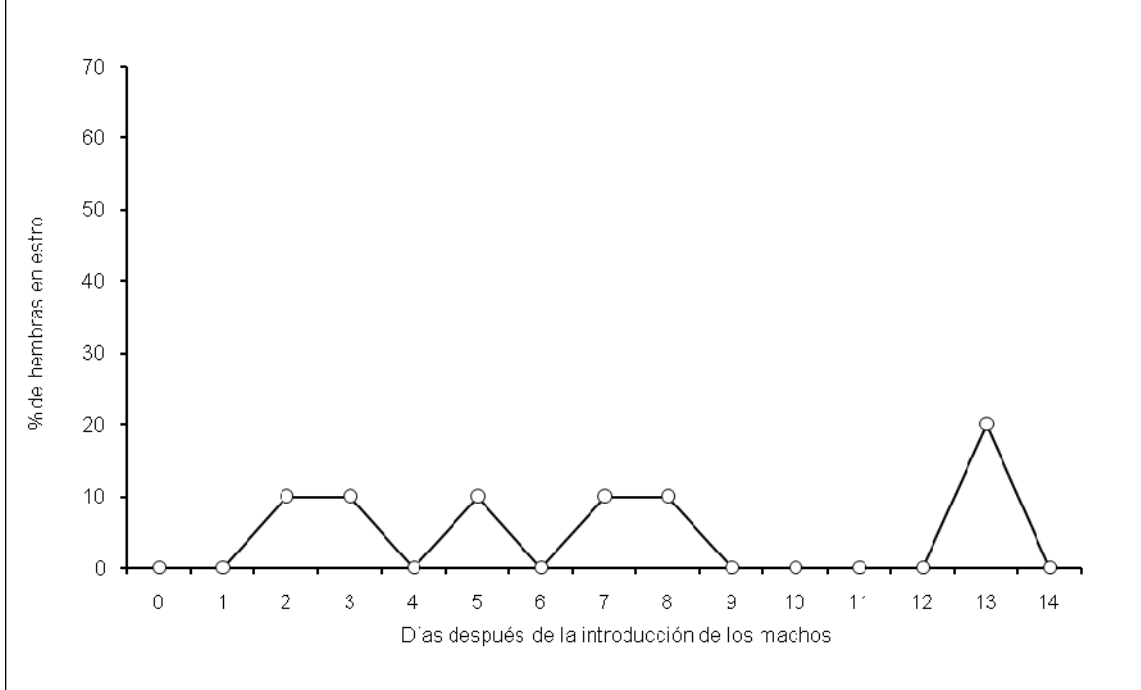
### 4.1 Respuesta de las hembras al efecto macho

#### 4.1.1 Actividad estral

La respuesta estral diaria de las hembras a la introducción de los machos sexualmente activos se muestran en la Figura 1 y 2. El 100% (10/10) de las hembras del G-Bien presentaron actividad estral durante los 15 días después de la introducción de los machos tratados, mientras que solamente un 60% (6/10) de las hembras del G-Mal presentaron actividad estral ( $P < 0.05$ ). El 90% (9/10) de las hembras del G-Bien presentaron un ciclo estral de corta duración ( $4.3 \pm 0.3$  días), mientras que solamente una hembra del G-Mal presentó ciclo estral de corta duración (5 días;  $P < 0.05$ ).



**Figura 1.** Porcentaje diario de cabras Alpino-Francés bien alimentadas (G-Bien) que presentaron actividad estral después de la exposición a machos sexualmente activos. El día 0 es el día de la introducción de los machos.



**Figura 2.** Porcentaje diario de cabras Alpino-Francés mal alimentadas (G-Mal) que presentaron actividad estral después de la exposición a machos sexualmente activos. El día 0 es el día de la introducción de los machos.

#### **4.1.2 Índice de gestación**

En las hembras del G-Bien el 90% (9/10) se diagnosticó gestante a los 45 días después de la introducción de los machos, mientras que en el G-Mal solamente el 30% de las hembras (3/10) se diagnosticó gestante ( $P < 0.05$ ).

#### **4.1.3 Índice de parición**

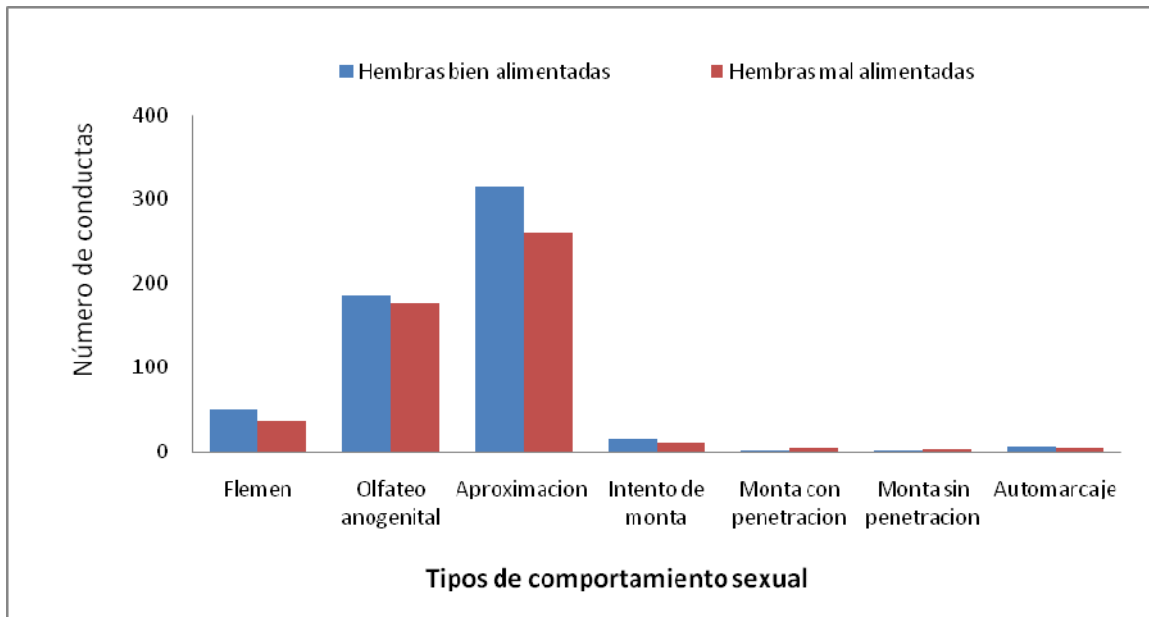
En las hembras del G-Bien el 80% (8/10) parió mientras que solamente el 20% (2/10) de las hembras del G-Mal parió ( $P < 0.05$ ).

#### **4.1.4 Índice de prolificidad**

Las hembras del G-Bien tuvieron una prolificidad de  $1.6 \pm 0.5$  crías por hembra, mientras que las hembras del G-Mal tuvieron una prolificidad de  $1.0 \pm 0$  crías por hembra

## **4.2 Comportamiento sexual de los machos**

El comportamiento sexual de los machos tratados con días largos continuos al ponerlos en contacto con cabras bien y mal alimentadas se muestra en la Figura 3. Las conductas sexuales registradas de los machos al ponerlos en contacto con las hembras del G-Bien fue similar en la mayoría de las conductas sexuales (olfateos anogenitales, flehmen, intento de montas, montas, automarcajes) que cuando estuvieron con las hembras del G-Mal ( $P>0.05$ ).



**Figura 3.** Comportamiento sexual de los machos Alpino-Francés al ponerlos en contacto con cabras Alpino-Francés anovulatorias bien alimentadas y mal alimentadas ( $P > 0.05$ ).



## V. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran que las cabras Alpino-Francés bien alimentadas del norte de México muestran una mejor respuesta sexual que las mal alimentadas al someterse a machos sexualmente activos a la mitad el anestro estacional.

La baja respuesta sexual de las cabras Alpino-Francés mal alimentadas expuestas a machos sexualmente activos, es contraria a lo encontrado por Véliz *et al.* (2006a, 2009) quienes reportan que las hembras expuestas a machos sexualmente activos inducen a la mayoría de las cabras al estro y ovulación. En efecto, estos autores concluyen que la actividad sexual de los machos es el factor más importante en la inducción de la actividad sexual de las hembras. Sin embargo, en el presente estudio el comportamiento sexual desplegado por los machos en contacto con las hembras de ambos grupos de hembras fue similar, lo cual sugiere que la actividad sexual de los machos no fue el factor que influyó a la baja respuesta de las hembras mal alimentadas. Sin embargo, los resultados del presente estudio son similares a los reportados por Mellado *et al.* (1994) en donde las cabras Criollas emaciadas, en contacto con machos sólo un 62% presentaron estro en un período de 12 días, mientras que las hembras con buena condición corporal un 78% muestran conducta estral en un lapso de sólo 8 días. Estos datos sugieren que tanto en las hembras Alpino- Francés como en las Criollas la condición corporal es un factor muy importante en su respuesta al efecto macho.

La alta respuesta de las hembras bien alimentadas es equivalente a lo obtenido en caprinos locales del norte de México en similares condiciones. En efecto, en los machos estimulados a una intensa actividad sexual mediante días largos continuos seguido de días cortos naturales, estimulan la actividad sexual de más del 85% de las hembras (Véliz *et al.*, 2006a).

Se ha probado que en razas muy estacionales como la utilizada en el presente estudio la introducción de machos en reposo sexual en grupos de hembras anéstricas estimulan la actividad sexual de un reducido número de hembras (Walkden-Brown *et al.*, 1993; Véliz *et al.*, 2002, 2006a) mientras que la exposición a machos sexualmente activos durante esta misma época puede inducir a la mayoría de las hembras al estro (Carrillo *et al.*, 2007; Véliz *et al.*, 2002, 2006a).

En el presente estudio se puede concluir que la alta respuesta de las cabras bien alimentadas expuestas a machos sexualmente activos a la mitad del anestro pudo deberse a la intensa actividad sexual desplegada por los machos sometidos a un tratamiento fotoperiódico y a la capacidad de respuesta de las hembras provista por la buena alimentación.

## **VI. CONCLUSIÓN**

Las cabras Alpino-Francés bien alimentadas del norte de México responden sexualmente mejor al efecto macho que las mal alimentadas durante el anestro estacional.

## REFERENCIAS

- Aguilar MM. La condición corporal no afecta la actividad reproductiva de las cabras Alpino del subtropico mexicano. 2008. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México.
- Atti N Thériez M, Abdennebi L. Relationship between ewe body condition at mating and reproductive performance in the fat-tailed Barbarine breed. *Anim Res* 2001(50):135-144.
- Allen DM, Lamming GE. Some effect of nutrition on the growth and sexual development of ewelambs. *J. Agr. Sc. Cambridge* 1961(57): 87-95.
- Boyazoglu J, Morand-Fehr P. Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality. A critical review. *Small Rumin Res* 2001(40):1-11.
- Bronson FH, Heideman PD. Seasonal regulation of reproduction in mammals. In: Knobil E, Neil JD, editors. *The Physiology of reproduction*. 2<sup>nd</sup> edition. Raven press: New York. 1994:541-583.
- Cantú JE. *Zootecnia de Ganado caprino*. 2<sup>o</sup>. Edición, Departamento de Producción Animal. 2004, UAAAN-UL.
- Carrillo E, Véliz FG, Flores JA, Delgadillo JA. El decremento en la proporción macho-hembras no disminuye la capacidad para inducir la actividad estral de cabras anovulatorias. *Tec Pec Mex*. 2007(45):319-328.
- Chemineau P. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats. A review. *Livest Prod Sci* 1987(17):135-147.
- Chemineau P, Daveau A, Maurice F, Delgadillo JA. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Rumin Res* 1992(8):299-312.
- Cruz-Castrejón U, Veliz FG, Rivas-Muñoz R, Flores JA, Hernández H, Duarte Moreno G. Respuesta de la actividad sexual a la suplementación alimenticia de machos cabríos tratados con días largos, con manejo extensivo a libre acceso. *Tec Pec Mex* 2007 45(1):93-100.

- Delgadillo JA, Canedo GA, Chemineau P, Guillaume D, Malpaux B. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in Creole goats in subtropical northern México. *Theriogenology*, 1999(52):727-737.
- Delgadillo JA, Flores JA, Véliz FG, Hernández HF, Duarte G, Vielma J, Poidron P, Chemineau P, Malpaux B. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J Anim Sci* 2002(80):2780-2786.
- Delgadillo JA. 2005. Inseminación artificial en caprinos. Editorial trillas. pp: 33.
- Duarte G. Estacionalidad reproductiva y efecto del fotoperiodo sobre la actividad sobre la actividad ovulatoria de las hembras caprinas de la Comarca Lagunera (Tesis de doctorado). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 2000.
- Duarte G, Flores JA, Malpaux, B, Delgadillo, J.A. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Domest Anim Endocrinology* 2008 (35):362-370.
- De Santiago-Miramontes MA, Rivas-Muñoz R, Muñoz-Gutierrez M, Malpaux B, Scaramuzzi R.J, Delgadillo J.A. 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* 2008 (105):409-416.
- De Santiago-Miramontes MA. La complementación alimenticia incrementa la tasa ovulatoria en las cabras sometidas al efecto macho, y la baja condición corporal reduce la duración de la estación sexual. (Tesis de doctorado) Torreón, Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. 2008
- De Santiago-Miramontes MA, Malpaux B, Delgadillo JA. Body condition is associated with a shorter breeding season and reduced ovulation rate in subtropical goats. *Anim Reprod Sci* 2009(114):175-182.

- Evans ACO, Duffy P, Haynes N, Boland MP. Waves of follicle development during the estrous cycle in sheep. *Theriogenology* 2000(53):699-715.
- FAO. *Perspectivas Alimentarias*. Septiembre 1999(4): 9909-9910
- FAO. *Production Yearbook*. FAO Publ., Rome, Italy, 1998(52):235.
- FAO. *Production Yearbook*. FAO Publ., Rome, Italy, 2006(52):235.
- Flores JA, Véliz FG, Pérez-Villanueva JA, Martínez de la Escalera G, Chemineau P, Poindron P, Malpoux B, Delgadillo JA. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol Reprod* 2000(62):1409-1414.
- Hafez ESE. Studies on the breeding season and reproduction of the ewe. *J Agric Sci* 1952 (42):189-265.
- Haenlein GFW. J, past, present, and future perspectives of small ruminant dairy Research *Dairy Sci* 2001(84):2097-2115.
- Heredia M, Porras A, Velásquez A, Bores R, Rojas S. 2003. Evaluación del "efecto macho" y de la condición corporal sobre la estacionalidad reproductiva de la oveja pelibuey. *Memorias de 3<sup>er</sup> congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos*.77-9; Viña del Mar, Chile: ALEPRYCS, 2003: Rep-14.
- Kirkwood RN, Forbes JM, Hughes PE. Influence of boar contact on attainment of puberty in gilts after removal of olfactory bulbs. *J Reprod Fertil* 1981(61):193-196.
- Lamond DR, Gaddy RG, Kennedy SW. Influence of season and nutrition on luteal plasma progesterone in Rambouillet ewes. *J Anim Sci* 1972(34):626-629.
- Lindsay DR, Signoret JP. Influence of behavior on reproduction. *Proceedings of 9<sup>th</sup> International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination*. Madrid, España, 1980(1):83-92.

- Malpaux B, Thiéry JC, Chemineau P. Melatonin and the seasonal control of reproduction. *Reproduction Nutrition and Development* 1999 39(3):355-66.
- Malpaux B. The neuroendocrine control of seasonal rhythms. In: Conn PM, Freeman ME, editors. *Neuroendocrinology in physiology and medicine*. Totowa (NJ): Human Press, 2000:435-451.
- Martin GB, Oldham CM, Cognié Y, Pearce DT. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams. A review. *Livest Prod Sci* 1986(15):219-247.
- Martin GB, Hötzel MJ, Blache D, Walkden-Brown SW, Blackberry MA, Boukhling R, Fisher JS, Miller DW. Determinants of the annual pattern of reproduction in mature male Merino and Suffolk sheep: modification of responses to photoperiod by an annual cycle in food supply. *Reprod Fertil Dev* 2002(14):165-175.
- Mellado M, Vera A, Loera H. Reproductive performance of crossbred goats in good or poor body condition exposed to bucks before breeding. *Small Rumin Res* 1994(14):45-48.
- Mellado M, Hernández JR. Ability of androgenized goat wethers and does to induce estrus in goats under extensive conditions during anestrus and breeding seasons. *Small Rumin Res* 1996(2):37-42.
- Nottle MB, Kleemann DO, Seamark RF. Effect of previous undernutrition on the ovulation rate of Merino ewes supplemented with lupin grain. *Anim Reprod Sci* 1997b(49):29-36.
- Rekwot PI, Ogwu D, Oyedipe EO, Sekoni VO. Effects of bull exposure and body growth on onset of puberty in Bunaji and Friesian X Bunaji heifers. *Reprod Nut Dev* 2001(40):359-367.
- Rekwot PI, Ogwu D, Oyedipe EO, Sekoni VO. The role of pheromones and biostimulation in animal reproduction. *Anim Reprod Sci* 2001(65):157-170.
- Restall BJ. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim Reprod Sci* 1992(27):305-318.

- Rosa HJD, Bryant MJ. The ram effect as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. A review. *Small Rumin Res* 2002(45):1-16.
- O'Callaghan D, Donovan A, Sunderland SJ, Boland MP, Roche JF. Effect of the presence of male and female flock mates on reproductive activity in ewes. *J Reprod Fertil* 1994(100):497-503.
- SYSTAT 10, SPSS Inc., 2000. Evanston, IL, USA..
- Sáenz-Escárcega P, Hoyos G, Salinas G, Martínez M, Espinoza JJ, Guerrero A, Contreras. Establecimiento de módulos caprinos con productores cooperantes. En: Flores Álvarez S, Editor. Evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y agropecuarias, Torreón Coahuila:1991:124-134.
- SAGARPA. 2003. Boletín informativo México, D.F.
- SAGARPA. 2005. Boletín informativo, México, D.F
- Signoret JP. The influence of the ram effect on the breeding activity of ewes and its underlying physiology. In: Oldham CM, Martin GB, Purvis IW, editors. *Reproductive Physiology of Merino Sheep: Concepts and Consequences*. University of Western Australia: Perth, 1990:59–70.
- Tanaka T, Akaboshi N, Inoue Y, Kamomae H, Kaneda Y. Fasting-induced suppression of pulsatile luteinizing hormone secretion is related to body energy status in ovariectomized goats. *Anim Reprod Sci* 2002(72):185-196.
- Thimonier J, Cognié Y, Lassoued N, Khaldi G. L'effet male chez les ovins:une Technique actuelle de maitrise de la reproduction. *INRA Prod Anim* 2000, 13(4):223-231.
- Ungerfeld R, Forsberg M, Rubianes E. Overview of the response of anoestrous ewes to the ram effect. *Reprod Fertil Dev* 2004(16):479-490.
- Vanderbergh JG. Effect of the presence of a male on the sexual maturation of female mice. *Endocrinology* 1967(81):345-349.
- Véliz FG, Moreno S, Duarte G, Vielma J, Chemineau P, Poindron P, Malpaux B, Delgadillo JA. Male effect in seasonally anovulatory lactating goats



- depends on the presence of sexually active bucks, but not estrous females. *Anim Reprod Sci* 2002(72):197-207.
- Véliz FG, Poindron P, Malpaux B, Delgadillo JA. Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrous female goats. *Anim Reprod Sci* 2006a(92):300-309.
- Véliz FG, Poindron P, Malpaux B, Delgadillo JA. Positive correlation between the liveweight of anestrous goats and their response to the male effect with sexually active bucks. *Reprod Nutr Dev* 2006b(6):1-6.
- Véliz FG, Carrillo E. Estacionalidad reproductiva de los machos caprinos de la raza Alpino del subtrópico mexicano. XLIII Reunión Nacional de investigación Pecuaria. Del 19 al 21 de noviembre 2007, Sinaloa, México, 91.
- Véliz FG, Meza-Herrera CA, De Santiago-Mramontes MA, Arellano-Rodriguez G, Leyva C, Rivas-Muñoz R, Mellado M. effect of parity and progesterone priming on induction of reproductive function in Sannen goats by buck exposure. *Livestock Science* 2009 (en prensa).
- Valencia J, Zarco L, Ducoing A, Murcia C, Navarro H. Breeding season of Criollo and Granadina goats under constant nutritional level in the Mexican highlands. *Livest Reprod Latin Am* 1990:321-333.
- Wright PJ, Geytenbeek PE, Clarke IJ. The influence of nutrient status of post-partum ewes on ovarian cyclicity and on the oestrous and ovulatory responses to ram to ram introduction. *Anim Reprod Sci* 1990(23):293-303.
- Walkden-Brown SW, Restall BJ, Henniawati. The male effect in Australian cashmere goats. 3. Enhancement with buck nutrition and use of oestrous females. *Anim Reprod Sci* 1993(32):69-84.
- Walkden-Brown SW, Restall BJ, Norton BW, Scaramuzzi RJ, Martin GB. 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* 1994a(102):351-360.

Zarazaga LA, Guzman JL, Dominguez C, Perez MC, Prieto R. Effect of plane of nutrition on seasonality of reproduction in Spanish Payoya goats. Anim Reprod Sci 2005(87):253-267.