

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS



La inclusión de grasa de sobrepeso en la dieta de cabras mejora la respuesta sexual al efecto macho

Por:

SANTOS ALFREDO MURILLO ÁLVAREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Diciembre, 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

La inclusión de grasa de sobrepeso en la dieta de cabras mejora la respuesta sexual al efecto macho

Por:

SANTOS ALFREDO MURILLO ÁLVAREZ

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:


Dr. Horacio Hernández Hernández
Presidente


MB. Ricardo Avilés Ruiz
Vocal


Dr. José Alfredo Flores Cabrera
Vocal


Dr. Gerardo Duarte Moreno
Vocal Suplente


MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

La inclusión de grasa de sobrepeso en la dieta de cabras mejora la respuesta sexual al efecto macho

Por:

SANTOS ALFREDO MURILLO ÁLVAREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dr. Horacio Hernández Hernández
Asesor Principal

MB. Ricardo Avilés Ruiz
Coasesor

Dr. José Alfredo Flores Cabrera
Coasesor

MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2019



AGRADECIMIENTOS

A Dios quien me da la dicha de poder cumplir un objetivo más en mi proyecto de vida. quien ha estado en los momentos más difíciles de mi camino.

A mi Alma Terra Mater, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por ser mi hogar durante estos años de estudio y por las facilidades y recursos que me brindó para realizar mis estudios de licenciatura.

A mis padres, Rogelio Murillo Castro y Martha Álvarez Sánchez quien se han sacrificado a lo largo de mi vida por darme lo mejor, apoyándome para lograr verme convertido en una persona profesionalista, gracias mis padres queridos los amo.

A mi esposa María Lucrecia Murillo Reyes quien ha sido mi compañera de vida a lo largo de estos años tan importantes, quien me ha dado su apoyo incondicional y su hermosa compañía además del amor que me ha motivado para lograr salir adelante día con día gracias mi amor este logro es de los dos.

A mi hermana Soledad Murillo Álvarez quien ha sido una gran compañía a lo largo de mi vida y un gran apoyo para mí.

A mi familia en especial a mi abuelita Eva Sánchez Moreno y mi abuelo Odilón Álvarez Ortiz por todos los buenos consejos y por el amor que unos grandes y queridos abuelos le pueden dar a su nieto, a mi abuelita por toda la tristeza que le cause al salir de casa para poder venir a estudiar una carrera.

Al M.B. Ricardo Avilés Ruiz, por su gran orientación, por tenerme paciencia en explicarme y ayudarme con este trabajo de investigación, como también brindarme todo su apoyo y permitirme ser parte de su proyecto para realizar mi tesis de titulación y por su gran amistad. MB ¡muchas gracias!

A todos los maestros e integrantes del Departamento de CIRCA, Dr. Horacio Hernández Hernández, Dr. José Alfredo Flores Cabrera, Dr. Gerardo Moreno Duarte, Dra. Ilda Graciela Fernández García, MC Andrés Sánchez Sánchez, MVZ Luis Sifuentes Meléndez por asesorarme y brindarme el apoyo para realizar mi tesis de licenciatura.

A todos aquellos maestros que me dieron clases en el transcurso de la carrera, por brindarme su conocimiento, experiencias laborales, su amistad y consejos, a todos muchas gracias.

Al productor de cabras Profesor Jesús Abasta (Matamoros, Coahuila),
por facilitar los animales utilizados en el proyecto de investigación de la presente
tesis.

DEDICATORIAS

A mis padres, Rogelio Murillo Castro y Martha Álvarez Sánchez por su confianza y el apoyo que me brindaron todo este tiempo.

A mi esposa María Lucrecia Murillo Reyes quien ha confiado en mí todo este tiempo, a quien amo con todo el corazón.

A mi hermana, Soledad Murillo Álvarez, a quién quiero mucho.

A toda mi familia, gracias a todos por su voto de confianza, sus consejos, toda su ayuda y su apoyo, muchas gracias a todos los que estuvieron y siguen estando conmigo.

A mi abuelito materno, Odilón Álvarez Ortiz, que uno de sus más grandes deseos en su vida fue verme realizado como una persona profesionalista, hasta el cielo abuelito, un fuerte abrazo.

RESUMEN

El objetivo de la presente tesis fue investigar si la inclusión de grasa de sobrepaso en la dieta de cabras en estabulación mejora la respuesta sexual al efecto macho. Se utilizaron 45 cabras lactantes, encastadas, múltiparas cuya fecha promedio de parto fue el 28 de diciembre \pm 5 días. En el grupo control ($n = 26$) las hembras se alimentaron con una dieta base que consistió de 1.0 kg de heno de alfalfa, 2.0 kg de ensilaje de sorgo y 0.2 kg de concentrado alimenticio. En el grupo experimental las hembras fueron alimentadas como las del grupo control, pero además a ellas se les ofreció diariamente en promedio 0.1 kg de grasa de sobrepaso (ácido palmítico 43%, ácido oleico 36%, ácido linoleico 9%, ácido esteárico 4%, ácido palmitoleico 3%). En los dos grupos experimentales, las crías se mantuvieron con las madres durante tres semanas y posteriormente fueron retiradas definitivamente de sus madres y éstas se ordeñaron una vez al día. Ambos grupos de cabras se sometieron al efecto macho el 27 de marzo, cuando tenían aproximadamente 90 días del tratamiento alimenticio. En ambos grupos el 100% de las hembras mostraron celo del día 5 al día 12 post-introducción de los machos ($P > 0.05$), Sin embargo, la duración fue mayor ($P < 0.05$) en las cabras del grupo experimental (43 ± 3.2 h) que en las del grupo control (36 ± 2.8 h). En ambos grupos el 100% de las hembras ovuló dentro de los 15 días post-introducción de los machos ($P > 0.05$). La tasa ovulatoria no difirió ($P > 0.05$) entre las cabras del grupo control (1.6 ± 0.1) y las del grupo experimental (1.7 ± 0.1). La prolificidad tampoco difirió ($P > 0.05$) entre las cabras del grupo control (1.6 ± 0.10) y las del grupo experimental (1.8 ± 0.12). Con estos resultados se puede concluir que la adición de grasa de sobrepaso en la dieta de cabras mantenidas en estabulación aumenta la respuesta sexual, a decir por la mayor duración del celo; sin embargo, la tasa ovulatoria no fue diferente entre las cabras que recibieron o no la grasa de sobrepaso.

Palabras clave: Cabras, Grasa de sobrepaso, Efecto macho, Celos, Ovulación

INDICE

Contenido	
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS	iii
RESUMEN.....	iv
INDICE.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCION.....	1
CAPÍTULO II.....	3
REVISION DE LITERATURA	3
2.1 <i>CICLO ESTRAL</i>	3
2.1.1 <i>Duración del ciclo estral en la cabra</i>	3
2.1.2 <i>Signos del estro</i>	3
2.1.3 <i>Fases del ciclo estral de la cabra</i>	4
2.2 <i>ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA DE LAS CABRAS</i>	5
2.3 <i>CONTROL DE LA ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA MEDIANTE EL EFECTO MACHO</i>	7
2.4 <i>FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RESPUESTA DE LAS HEMBRAS AL EFECTO MACHO</i>	8
2.4.1 <i>Factores asociados al macho</i>	8
2.4.2 <i>Factores no nutricionales asociados a las hembras</i>	9
2.4.3 <i>Factores nutricionales asociados a las hembras</i>	9
CAPÍTULO III.....	13
OBJETIVO.....	13
HIPÓTESIS.....	13
CAPÍTULO IV	14
MATERIALES Y METODOS	14
4.1 <i>Ubicación del experimento</i>	14
4.2 <i>Condiciones generales del estudio</i>	14
4.3 <i>Grupos de hembras experimentales</i>	15
4.4 <i>Machos utilizados</i>	15
4.5 <i>Efecto macho</i>	16

4.5.1. Determinación de estros a partir del día 5 al día 12 post-introducción de los machos.....	16
4.5.2 Actividad ovulatoria.....	17
4.6 Variables determinadas.....	17
4.6.1 Porcentaje de hembras que mostraron estro.....	17
Fue el número de hembras en cada grupo expuestas al macho que mostraron celo a partir del día 5 al día 12.....	17
4.6.2 Duración del estro.....	17
4.6.3 Porcentaje de hembras que ovularon.....	17
4.6.4 Tasa ovulatoria.....	17
4.6.5 Condición corporal.....	18
4.6.6 Prolificidad.....	18
4.7 Análisis de datos.....	18
CAPÍTULO V.....	19
RESULTADOS.....	19
5.1 Porcentaje de hembras que mostraron estro del día 5 al día 12 post-introducción de los machos.....	19
5.2 Duración del estro.....	20
5.3 Porcentaje de hembras que ovularon.....	21
5.4 Tasa ovulatoria.....	21
5.5 Condición corporal.....	21
5.6 Prolificidad.....	22
CAPÍTULO VI.....	23
DISCUSIÓN.....	23
CAPÍTULO VII.....	25
CONCLUSIÓN.....	25
CAPÍTULO IX.....	26
LITERATURA CITADA,.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Duración promedio del segundo estro después de la introducción de los machos foto-estimulados.	20
Figura 2	Prolificidad promedio (\pm EEP) registrada en el grupo de hembras control y experimental.	22

CAPÍTULO I

INTRODUCCION

Debido a las variaciones fotoperiódicas que se registren en las regiones subtropicales, y a las importantes variaciones estacionales de la disponibilidad del alimento para el mantenimiento de los animales en condiciones extensivas, algunos autores han sugerido que la alimentación es el principal factor que determina la actividad sexual en zonas subtropicales. La estacionalidad reproductiva es una característica de algunas razas caprinas originarias o adaptadas a las regiones subtropicales (Delgadillo *et al.*, 2003). Desde el punto de vista productivo, esta estacionalidad constituye un obstáculo para incrementar la frecuencia de las pariciones, provocando que la disponibilidad de leche y de cabrito durante el año no sea constante, lo que representa un serio problema de comercialización para el productor. Se han desarrollado diversos métodos para controlar la reproducción en el caprino y extender la estación reproductiva. Una forma de romper la estacionalidad es el efecto macho (Delgadillo *et al.*, 2008). En ovejas y cabras que se encuentran en anestro estacional, las cuales previamente son aisladas de los machos durante un periodo de tiempo, la introducción repentina de este provoca el reinicio de la actividad reproductiva cíclica. Del total de las hembras expuestas al macho cabrío, un porcentaje alto ovula dentro de los primeros tres a cinco días (Álvarez y Zarco, 2001). La cabra, al igual que la oveja y contrario a la vaca, tiene el potencial de presentar ovulaciones múltiples, pero esta habilidad puede ser afectada por una nutrición inadecuada.

El rendimiento reproductivo de caprinos y ovinos se puede mejorar por medio de periodos cortos y específicos de alimentación: “suplementación estratégica” (Martín *et al.*, 2004). Al respecto Ramírez *et al.* (2012), encontraron que la inclusión de maíz en la dieta en cabras durante los últimos 12 días de gestación reforzó la expresión del comportamiento materno durante el periodo postparto temprano. Por otro lado, Salgado *et al.* (2018), encontraron que la complementación durante 20 días de 500 gramos por día de maíz rolado en la dieta en cabras paridas en octubre y que se encontraron en anestro postparto, fue mayor el número de hembras que presentaron esto comparado con las que no se complementaron datos no publicados). Otros estudios han demostrado que la adición de grasa en la dieta incrementa las concentraciones de colesterol en circulación, las cuales originan una mayor síntesis de progesterona en las células luteales que se asocian con aumento en la tasa de concepción (Robinson *et al.*, 2002).

El efecto macho, es una técnica de bioestimulación reproductiva que permite inducir y sincronizar la actividad sexual de las cabras durante el período de anestro estacional (Delgadillo *et al.*, 2003). Se han estudiado ampliamente los factores fisiológicos y ambientales que pueden modificar la respuesta de las cabras al efecto macho, entre los diversos factores, está bien claro que la nutrición y por ello la condición corporal de las cabras puede tener una influencia sobre la respuesta sexual al efecto macho. Sin embargo, en las cabras lactantes que reciben la inclusión de grasa de sobrepeso en su dieta, no se conoce si ello pueda afectar la respuesta al efecto macho.

CAPÍTULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1 CICLO ESTRAL

El ciclo estral es un periodo de tiempo el cual incluye la aparición de características morfológicas y cambios fisiológicos en los ovarios y el tracto genital, que conducen a la expresión del estro, la ovulación y fertilización e implantación embrionaria (Fatet *et al.*, 2011). Se entiende por ciclo estral el intervalo de tiempo entre el inicio de la conducta de estro y el inicio de otro evento de conducta estral (Chemineau *et al.*, 1992).

2.1.1 Duración del ciclo estral en la cabra

La duración del ciclo del celo se define por el intervalo entre dos expresiones sucesivas del celo o dos ovulaciones sucesivas. Si bien la duración promedio del ciclo del celo de la cabra es de 21 días, su duración es muy variable (Fatet *et al.*, 2011).

2.1.2 Signos del estro

El estro se manifiesta en la cabra por un incremento en su actividad física, así como pequeñas descargas de *mucus* por la vagina, agitaciones constantes de la cola, aumento en la frecuencia de micción y enrojecimiento de la vulva (Mogedas, 2015). El comportamiento de celo se divide en dos fases: atracción del sexo opuesto o proceptividad y receptividad (Beach, 1976). La primera consiste en la búsqueda y estimulación del macho por parte de la hembra, y en la segunda se produce el reflejo

de inmovilización de la cabra como respuesta al estímulo por parte del macho, lo que induce a la monta y a la cópula (Fabre-Nys, 2000).

2.1.3 Fases del ciclo estral de la cabra

El ciclo ovárico se divide clásicamente en dos fases: la fase folicular (proestro y estro) y la lútea (metaestro y diestro, Senger, 2003).

Proestro.

En esta fase el tejido celular que rodea el óvulo es activado por la hormona foliculo estimulante (FHS), se multiplica y forma una cavidad llena de líquido. El foliculo estimulante secreta los estrógenos hormonas que altera el comportamiento de la hembra. Esta fase tiene una duración de 1 a 3 días.

Estro.

En esta fase el tamaño del foliculo y la secreción de estrógenos son mayores. La hembra acepta al macho. La duración de esta fase varía de 24 a 48 horas. El (día 0) del ciclo se designa generalmente el primer día del estro (Fatet *et al.*, 2011).

La descarga preovulatoria de LH tiene una duración de 8 a 10 horas con un nivel que supera los 50 ng/ml en plasma y el pico máximo se produce de 10 a 15 horas después del inicio del estro (Chemineau *et al.*, 1982).

En el periodo preovulatorio sobre la túnica albugínea del ovario actúan enzimas colagenasas, activando el proceso de colagenolisis, vasoconstricción y también apoptosis en las células de la teca externa en la superficie del foliculo preovulatorio. Estos mecanismos de transformación de las células foliculares,

conducen a la ovulación que se produce alrededor de 20 horas después del pico preovulatorio de LH (Pelletier *et al.*, 1982).

Metaestro.

Terminado los síntomas del celo provocados por las elevadas concentraciones de estradiol, el folículo se rompe y el óvulo cae al infundíbulo y pasa al oviducto donde es fertilizado por el espermatozoide. Las paredes del folículo siguen creciendo y se transforman en un cuerpo amarillo (cuerpo lúteo). Este último inicia la producción de progesterona que actúa sobre el útero y lo prepara para la gestación.

Diestro.

Fase última donde continúa la secreción de progesterona. Si la cabra no se encuentra preñada el cuerpo lúteo se destruye o se lisa por una hormona llamada prostaglandina $F_2 \alpha$ ($PGF_2 \alpha$). Si la cabra quedó preñada, el ectodermo del embrión a partir del día 12- ó 13- secreta una proteína de la familia de las interferonas que altera la secreción hormonal y evita la lisis del cuerpo lúteo y resiste la acción de la $PGF_2 \alpha$ (Senger, 2003).

2.2 ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA DE LAS CABRAS

La actividad sexual se inicia cuando el periodo diario de horas-luz disminuye, lo cual ocurre en otoño e invierno. La estacionalidad reproductiva es una estrategia de adaptación que permite a los animales nacer en un momento en que las condiciones climáticas y ambientales favorecen su sobrevivencia y desarrollo (Broson, 1985; Álvarez *et al.*, 1999). Esta estacionalidad reproductiva es una

característica de algunas razas caprinas originarias de zonas templadas o adaptadas a las regiones subtropicales.

En los caprinos locales del norte de México, en particular los de la Comarca Lagunera (26°N), existe una estacionalidad reproductiva. En los machos el periodo de reposo sexual ocurre de enero a abril y está caracterizada por una baja concentración plasmática de testosterona, bajo peso testicular, incremento de latencia en la eyaculación, reducción cuantitativa y cualitativa de la producción espermática y baja de libido. La máxima expresión de estos parámetros se alcanza durante los meses de septiembre a noviembre (Delgadillo *et al.*, 2003). Mientras que en las hembras aisladas del macho, presentan un anestro estacional (asociado con la ausencia de estros y ovulaciones) desde febrero–marzo hasta agosto–septiembre, cuando inicia la época natural de reproducción (Duarte *et al.*, 2008). Esta época natural de reproducción de las hembras se caracteriza por una sucesión de ciclos estrales y ováricos de aproximadamente 21 días de duración. Otro ejemplo de ello son las cabras criollas de Argentina (30°S), las Cashmere de Australia (28°S). En estas razas, la estación sexual inicia en verano-otoño y termina a finales de invierno (Restall, 1992; Delgadillo *et al.*, 2002; Rivera *et al.*, 2002; Duarte *et al.*, 2010).

La estacionalidad caprina es una de las limitaciones más serias en la reproducción de la especie, que si bien es cierto es una característica genética dada por la selección natural, desde el punto de vista productivo constituye una desventaja para incrementar la frecuencia de las pariciones. Además, ello provoca que la disponibilidad de leche y cabritos durante el año no sea constante, lo que

representa un serio problema de comercialización para el productor. Se han desarrollado diversos métodos para controlar la reproducción en el caprino y extender la estación reproductiva (Álvarez *et al.*, 1999).

2.3 CONTROL DE LA ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA MEDIANTE EL EFECTO MACHO

El efecto macho es un fenómeno de bioestimulación que consiste en la introducción repentina de un macho sexualmente activo a un grupo de hembras anovulatorias. Ello causa que las cabras responden al estímulo de éste, provocándose el reinicio de la actividad cíclica reproductiva. Del total de las hembras expuestas al macho, un porcentaje alto ovula dentro de los primeros 11 días de contacto (Flores *et al.*, 2000).

El efecto macho es un fenómeno complejo y multifactorial que se traduce en una secuencia de eventos endocrinos y comportamentales en las hembras anovulatorias seguida a la exposición al macho sexualmente activo. La respuesta de las hembras al estímulo emitido por el macho, es un incremento inmediato en la frecuencia pulsátil de LH, que en la cabra va de 0.3 pulsos en 3 horas antes de la introducción de los machos a 2.2 pulsos en tres horas después de la introducción de éstos (Walkden -Brown *et al.*, 1999). La amplitud de los pulsos se incrementa también de 0.5 ng/ml a 1.7 ng/ml después de la introducción de los machos (Álvarez y Zarco, 2001). El incremento en la secreción de LH provoca un pico preovulatorio de esta hormona entre 6 -12 horas después de la introducción del macho y como consecuencia se produce la ovulación aproximadamente a 24 horas después (Walkden-Brown *et al.*, 1999). Chemineau (1983) reportó al observar directamente

por laparoscopia la actividad ovárica de las hembras caprinas Criollas de la Isla de Guadalupe del Caribe, que en los primeros días (promedio 2.8 días) después de la introducción de los machos, el 97 % de las hembras ovularon, y el 62 % de éstas presentaron un comportamiento de estro. Después, el 75 % de las cabras presentan un ciclo ovárico corto de 3 a 8 días (promedio 5.3) de duración. Los ciclos cortos son siempre seguidos por una segunda ovulación con un cuerpo lúteo de duración normal y asociado a un estro en un 90 % de las hembras. En las cabras Criollas de la Comarca Lagunera, Flores *et al.* (2000) obtuvieron resultados similares a los de Chemineau (1983). Un primer pico de ovulaciones fue detectado durante los primeros 6 días (promedio 3.5), y un segundo pico de ovulaciones entre los días 7 y 11 (promedio 9.1), después de la introducción de los machos.

2.4 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RESPUESTA DE LAS HEMBRAS AL EFECTO MACHO

2.4.1 Factores asociados al macho

Entre los factores propios de los machos que se ha determinado como más importante para inducir a las cabras anovulatorias es el intenso comportamiento sexual desplegado por los mismos (Flores *et al.*, 2000). De éste modo, se puede inducir una intensa actividad sexual del macho al someterlos a 2.5 meses de días largos artificiales, iniciando el 1 de noviembre, seguido de la exposición a días cortos naturales (Ponce *et al.*, 2014). Este tratamiento resulta en que los machos muestren una elevada conducta sexual, modelo que se le ha denominado como macho fotoestimulado (Loya-Carrera *et al.*, 2014).

De este modo, se ha determinado que al utilizar los machos fotoestimulados no es necesaria la separación previa por al menos un mes entre los 2 sexos (Véliz *et al.*, 2006; Gallego-Calvo *et al.*, 2014), ni es necesaria la previa experiencia sexual del macho (Fernández *et al.*, 2018) para obtener un adecuada respuesta sexual de las hembras anovulatorias.

2.4.2 Factores no nutricionales asociados a las hembras

De igual manera, se ha determinado que siempre y cuando se pongan en contacto las hembras estacionalmente anovulatorias con machos fotoestimulados, no es necesaria la presencia del macho por varios días; con solo un día de contacto con el macho se induce la ovulación en las hembras (Ponce *et al.*, 2015). Del mismo modo, con solo exponer unos minutos u horas de contacto diario con el macho fotoestimulado es suficiente para inducir la ovulación en las hembras (Bedos *et al.*, 2010; Bedos *et al.*, 2012; Ramírez *et al.*, 2017). De igual manera, no importa si existe un reconocimiento interindividual previo o familiaridad entre las hembras y el macho (Muñoz *et al.*, 2016). También se ha demostrado que siempre y cuando se utilicen machos fotoestimulados el número de partos previos de las cabras, ni su experiencia sexual previa modifican la respuesta al efecto macho (Luna-Orozco *et al.*, 2008; Fernández *et al.*, 2011).

2.4.3 Factores nutricionales asociados a las hembras

La nutrición, el peso vivo y la condición corporal como reflejo de la misma pueden condicionar la reproducción en diferentes momentos del estado reproductivo, tanto durante la vida adulta como durante el periodo puberal e incluso

la alimentación durante la gestación puede afectar la vida posterior de los animales (Zarazaga *et al.*, 2015).

La cabra, al igual que la oveja y contrario a la vaca, tiene el potencial de presentar ovulaciones múltiples, pero esta habilidad puede ser afectada por una nutrición inadecuada. En caprinos y ovinos que han sido criados con bajos niveles nutricionales, se han observado bajos niveles reproductivos (Lindsay *et al.*, 1993). En cabras, uno de los factores más importantes que afecta negativamente la respuesta al efecto macho es la baja condición corporal al momento del empadre (Urrutia *et al.*, 2003; Fitz-Rodríguez *et al.*, 2009).

En las hembras caprinas, la mayor parte de gasto de energía se invierte después de la fertilización, en los últimos 2 meses antes del parto (Blache y Martin, 2009) donde se puede sufrir una desnutrición, que podría tener importantes consecuencias para las madres como para las crías recién nacidos. En el semiárido del norte de México, las tasas de mortalidad de las crías pueden alcanzar hasta el 25%, por factores relacionados con la desnutrición de las madres durante la gestación tardía (Ramírez *et al.*, 2012).

El rendimiento reproductivo de caprinos y ovinos se puede mejorar por medio de periodos cortos y específicos de alimentación: “suplementación estratégica” (Martin *et al.*, 2004). De todo lo anterior se han implementado técnicas nutricionales que ayudan en un mejor desempeño reproductivo de las hembras al momento del empadre.

En cabras, el aporte de un suplemento alto en energía y proteína por un periodo corto (flushing) mejora la respuesta sexual y reproductiva de las cabras expuestas al efecto macho. Se observan tres efectos del suplemento alimenticio sobre el peso corporal y la tasa ovulatoria. En el efecto “agudo” se observa un incremento de la tasa ovulatoria en ausencia de un cambio detectable en el peso corporal. En el efecto “dinámico” se observa un incremento de la tasa ovulatoria acompañado de un incremento en el peso corporal. En el efecto “estático” no se produce un aumento de la tasa ovulatoria ni de peso corporal, porque las hembras tienen un alto peso corporal (Scaramuzzi *et al.*, 2006; Goodman y Inskeep., 2006). En las cabras criollas de la Comarca Lagunera De Santiago-Miramontes *et al.* (2009) demostró que cuando se mantienen experimentalmente con una condición corporal reducida, debido a una subnutrición, ellas muestran una estación sexual de duración corta y una baja tasa ovulatoria comparado con las bien nutridas. Por el contrario, cuando las cabras mantenidas en pastoreo extensivo y se les proporciona un complemento alimenticio se incrementa la tasa de ovulación y la tasa de preñez al ser sometidas al efecto macho (De Santiago-Miramontes *et al.*, 2008; Fitz-Rodríguez *et al.*, 2009).

Las grasa de sobrepaso es aquella que al ser sometida a diversos procesos se hace "inerte al rumen", pasando por este sin interferir con la fermentación de la fibra, quedando libre en el abomaso y luego es digerida con alta eficiencia en el intestino. Esta grasa es empleada como concentrado energético en la alimentación animal, y se disocia en un medio ácido (pH 3, Herrera y Calleja, 2011). Las grasas son importantes en la alimentación de los rumiantes por su alto contenido

energético. En rumiantes, la actividad reproductiva está asociada con la disponibilidad de energía. En la cabra, la adición de grasa en la dieta incrementa las concentraciones de colesterol en circulación (Rapetti *et al.*, 2009; Titti, 2011), las cuales originan una mayor síntesis de progesterona en las células luteales que se asocian con aumento en la tasa de concepción (Nieto *et al.*, 2010).

Hasta hoy está muy documentado los factores no nutricionales y nutricionales involucrados en el efecto macho, sin embargo, se desconoce si el adicionar o alimentar a las hembras por un periodo de al menos 3 meses antes y durante el efecto macho con un ingrediente energético como la grasa de sobrepeso pueda modificar la respuesta sexual al efecto macho.

CAPÍTULO III

OBJETIVO

El objetivo de la presente tesis fue determinar si la respuesta sexual al efecto macho puede mejorar con la adición de grasa de sobrepeso en la dieta de cabras lactantes.

HIPÓTESIS

La adición de grasa de sobrepeso en la dieta de cabras lactantes, mejora la respuesta sexual en respuesta al efecto macho.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y METODOS

Los resultados descritos en la presente tesis fueron obtenidos en animales que se mantuvieron en buenas condiciones y prácticas de manejo, las cuales durante el experimento se llevaron a cabo según lo estipulado en la Norma Oficial Mexicana (NOM-062-ZOO-1999).

4.1 Ubicación del experimento

El experimento se realizó con un productor cooperante cuya unidad de producción contaba con un inventario de 200 cabezas de ganado caprino y se localiza en el Ejido Andalucía municipio de Matamoros Coahuila, México. La cual se sitúa a una latitud 26° N. y una altitud que varía de 1100 a 1400 msnm. La precipitación es de 230 mm/año y las temperaturas promedio mínimas y máximas son de 3.9 y 40.5 °C presentándose en los meses de diciembre y junio, respectivamente. (INAFED, 2017).

4.2 Condiciones generales del estudio

Para este trabajo se utilizaron 45 cabras lactantes encastadas multíparas, cuya fecha promedio de parto fue el 28 de diciembre \pm 5 días (promedio \pm EEP). Al inicio del experimento todas las cabras adultas se encontraban con una condición corporal (CC) de 1.8 ± 0.04 y con una prolificidad promedio de 1.7 ± 0.1 crías. Las crías se mantuvieron con las madres durante las cuatro semanas postparto. Posteriormente, las crías fueron vendidas y las madres se ordeñaron una vez al día.

La dieta base que recibieron todas las cabras consistió en heno de alfalfa (1.0 kg/animal: 1.95 Mcal de EM/kg de MS; 16.2% PC); concentrado comercial (0.2 kg/animal: 1.7 Mcal de EM/kg de MS; 18% PC., Generaleche, Purina®, Irapuato, Mexico) y ensilaje de sorgo (1.0 kg/animal: 0.6 Mcal EM/kg de MS; 1.7% PC), sales minerales y agua a libre acceso.

4.3 Grupos de hembras experimentales

En el grupo control (GC; n=26), las cabras se alimentaron desde 3 meses antes y durante el efecto macho con la dieta base antes mencionada y no se les adicionó grasa de sobrepaso. Estas cabras se encontraban a 96 ± 3.2 días de lactancia.

En el grupo experimental (GE; n=19) las cabras se alimentaron desde 3 meses antes del efecto macho con la dieta antes mencionada, pero además se les adicionó en la dieta grasa de sobrepaso (ácidos grasos saponificados, 100 g/cabra/día durante tres meses previos al efecto macho y durante el mismo). La composición química de la grasa de sobrepaso fue: ácido palmítico 43%, ácido oleico 36%, ácido linoleico 9%, ácido esteárico 4%, ácido linolenico 4%, ácido palmitoleico 3%. Resultando el 99.0% de ácidos grasos que aportaron en total 6.27 Mcal de EM/kg de MS y 0.0% PC (Proan Lagunero S, Torreón, México). Estas cabras se encontraban a 90 ± 3.4 días en lactancia.

4.4 Machos utilizados

Se utilizaron 4 machos cabríos Criollos de 2 a 3 años de edad. Los machos se sometieron previamente a un tratamiento luminoso desde el mes de noviembre a 2.5 meses de días largos artificiales, seguido del fotoperiodo natural. Este

tratamiento induce una intensa actividad sexual durante el periodo natural de reposo sexual (Delgadillo *et al.*, 2002) y se les ha denominado machos fotoestimulados.

4.5 Efecto macho

El 27 de marzo a las 08:00 h se pusieron en contacto las hembras con los machos fotoestimulados. La proporción macho/hembra utilizada fue de 1 macho por cada 10-13 hembras. Para ello, cada grupo experimental se dividió en 2 corrales. Los machos fueron intercambiados diariamente entre los 4 corrales de hembras. Los machos permanecieron con las cabras durante 18 días.

Antes del efecto macho ninguna cabra estaba cíclica, lo cual se determinó mediante la realización de una ecografía transrectal 8 días antes de la introducción de los machos.

4.5.1. Determinación de estros a partir del día 5 al día 12 post-introducción de los machos.

Los estros de las cabras se determinaron dos veces al día (08:00 h y 18:00 h) durante 10 días a partir de día 5 al día 12 post-introducción de los machos y para ello en las mañanas y por las tardes los machos se cambiaban de corral para estimular la búsqueda de cabras en estro. El criterio que se utilizó para determinar si una hembra estaba o no en estro fue la inmovilidad y/o aceptación de la monta por el macho (Chemineau *et al.*, 1992). Cada vez que se detectaba una hembra en estro, esta fue retirada del corral para evitar interferencia con el macho y permitir que éste detectara otras hembras en estro.

4.5.2 Actividad ovulatoria

La proporción de hembras que ovularon en los dos grupos fue determinada mediante 2 ecografías transrectales realizadas los días 5 y 12 después de la introducción del macho. Se consideró que una hembra había ovulado cuando se observó al menos un cuerpo lúteo en uno de los ovarios en la ecografía realizada al día 15 post-introducción del macho.

4.6 Variables determinadas

4.6.1 Porcentaje de hembras que mostraron estro

Fue el número de hembras en cada grupo expuestas al macho que mostraron celo a partir del día 5 al día 12.

4.6.2 Duración del estro

La duración del estro se consideró como el tiempo en horas desde el inicio hasta la terminación del estro en cada hembra.

4.6.3 Porcentaje de hembras que ovularon

Fue el número de hembras de cada grupo a las que en el ultrasonido se les observó un cuerpo lúteo funcional entre el total de hembras puestas en contacto con el macho.

4.6.4 Tasa ovulatoria

Fue determinada mediante el número de cuerpos lúteos registrados (todos los animales del grupo) en ambos ovarios dividido entre el número de hembras que ovularon en cada grupo, los 15 después de la introducción de los machos.

4.6.5 Condición corporal

La CC se midió en todas las cabras solo 2 veces: desde 3 meses antes del efecto macho (antes de la suplementación) y al inicio del efecto macho. Para la condición corporal se utilizó la técnica descrita por Walkden-Brown *et al.* (1994), la cual consiste en estimar por palpación la cantidad de tejido muscular y grasa de la región lumbar del animal. Utilizando una escala de valores que van del 1 a 4 puntos con una precisión de 0.5.

4.6.6 Prolificidad

Fue determinada mediante el número de crías registradas al nacimiento dividido entre el número de hembras que parieron.

4.7 Análisis de datos

Se utilizó la prueba de Fisher para comparar el porcentaje de cabras que ovularon. La tasa ovulatoria y prolificidad se comparó con una U de Mann-Whitney. Ambos análisis se realizaron con el software SYSTAT 13 (San José, CA). La duración del estro y latencia al estro fueron comparadas mediante una prueba de t de Student.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 Porcentaje de hembras que mostraron estro del día 5 al día 12 post-introducción de los machos.

En ambos grupos, el 100% de las hembras caprinas expuestas a los machos sexualmente activos mostró un celo a partir del día 5 post-introducción de los mismos (P=1).

5.2 Duración del estro

En la Figura 1 se muestra la media (\pm EEM) de la duración del estro calculado en el segundo pico (del día 5 al día 12 post-introducción de los machos), la cual fue mayor en las cabras del GE que el de las cabras del GC ($P < 0.05$).

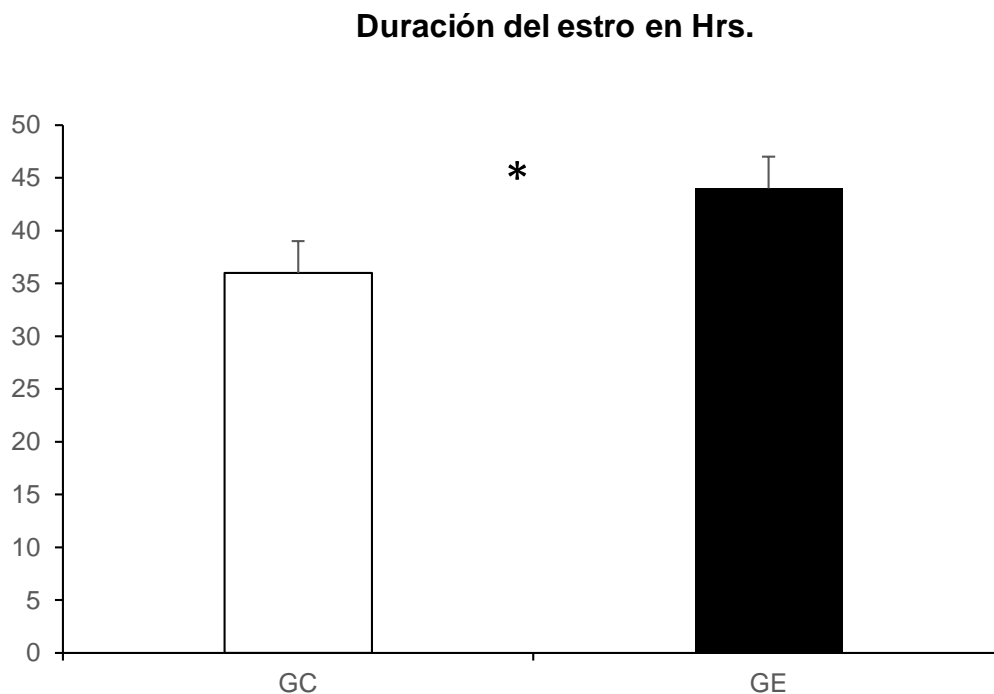


Figura 1. Duración promedio del día 5 al día 12 post-introducción de los machos foto-estimulados en las cabras del GC (36 \pm 3.06 h.) que fueron alimentadas con una dieta base y en las cabras del GE (43.58 \pm 2.79 h.) en las que además de la dieta base se les proporcionó 0.1 kg de grasa protegida. El * denota diferencia estadística significativa ($P < 0.05$).

5.3 Porcentaje de hembras que ovularon

En ambos grupos se determinó mediante la ecografía realizada a los 15 días post-introducción de los machos que el 100% de las hembras mostraron ovulación ($P=1$).

5.4 Tasa ovulatoria

La tasa ovulatoria de las hembras del GC (1.65 ± 0.10) no difirió de la tasa ovulatoria registrada en las hembras del GE (1.74 ± 0.13 ; $P>0.05$, prueba de U de Mann Whitney).

5.5 Condición corporal

La condición corporal al inicio de la suplementación del GE y GC fue de 1.7 ± 0.05 y 1.8 ± 0.04 , respectivamente.

Al día de la introducción de los machos, se encontró una diferencia estadística significativa en cuanto a la condición corporal del GE en comparación ($P<0.05$) con el GC (2.6 ± 0.1 y 2.0 ± 0.1 , respectivamente).

5.6 Prolificidad

En la figura 3 se muestra la prolificidad de hembras de ambos grupos, en la que se observa que no existió una diferencia significativa ($P > 0.05$; prueba de U de Mann Whitney).

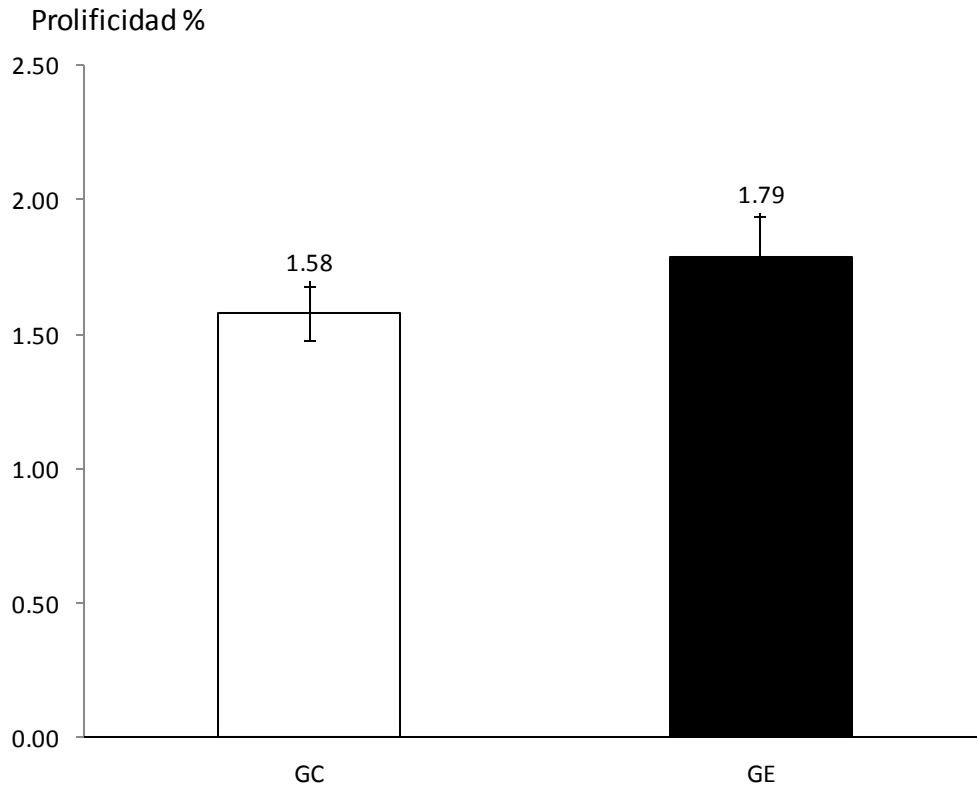


Figura 2. Prolificidad promedio (\pm EEP) registrada en el grupo de hembras control (GC; $n = 26$; barra blanca) que se alimentó solo con la dieta base y de las hebras que en su dieta se les adicionó grasa de sobrepeso (GE; $n = 19$; barra negra).

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN

Los resultados de la presente tesis confirman que en las cabras que se adiciona en la dieta grasa de sobrepaso (lípidos protegidos), muestran una mayor duración del estro inducido por el macho. Sin embargo, esta adición no modificó la tasa ovulatoria, el porcentaje de hembras en estro y la latencia al estro en comparación con las cabras que no se les adicionó grasas de sobrepaso en la dieta.

Este resultado difiere con lo reportado en ovejas Dorset en las cuales el celo fue inducido con esponjas intravaginales y en las que la adición de grasa de sobrepaso no adelantó ni incremento la duración del celo (Nieto *et al.*, 2010).

Sin embargo los resultados de la presente tesis están en parte en acuerdo con lo que encontró Casals (1992) quien al proporcionar 150 gramos de grasa de sobrepaso (jabones cálcicos) a ovejas múltiparas y 100 gramos a ovejas primíparas, la tasa de ovulación tendió a aumentar (1.5 vs 1.3). Sin embargo, este mismo autor encontró que el 100% de las ovejas múltiparas y primíparas suplementadas ovularon, mientras que solo el 58% de las ovejas primíparas no suplementadas ovuló.

En estudios previos, algunos autores (Teleni y Rowe, 1986; y Scaramuzzi y Downing, 1990) asociaron la mayor tasa de ovulación en ovejas con aumentos en sus nivel de glucosa en sangre. Al respecto, en estas mismas cabras del presente estudio se encontró que las hembras lactantes a las que se les incluyó grasa de sobrepaso en su dieta tuvieron mayores niveles de colesterol y triglicéridos

en sangre en comparación con las cabras no fueron suplementadas (Reyes, 2019). Sin embargo, en la presente tesis la adición de grasa de sobrepaso no incrementó la tasa ovulatoria en las cabras.

En nuestro estudio, aunque no existió diferencia estadística la prolificidad fue mayor en las cabras que a las que se les adicionó grasa de sobrepaso en la dieta en comparación con las que no se les adiciono grasa de sobrepaso. En el estudio llevado a cabo por Casals (1992) la prolificidad fue más elevada en los grupos de ovejas multíparas y primíparas suplementados con grasa de sobrepaso que en las no suplementadas (1.56 y 1.22, respectivamente vs 1.06 y 1.00, respectivamente). Por lo tanto, ello hace suponer que el incluir grasa de sobrepaso en la dieta antes del empadre ejerce mejoras en algunos parámetros reproductivos.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIÓN

En la presente tesis se confirmó que en las cabras que se adiciona en la dieta grasa de sobrepaso, tienen un mejor respuesta sexual al efecto macho, por la mayor duración del estro registrado en el grupo complementado.

Sin embargo la tasa ovulatoria, prolificidad y el porcentaje de hembras en estro no fue estadísticamente significativa en comparación con las cabras que no se les adicionó grasas de sobrepaso en la dieta.

CAPÍTULO IX

LITERATURA CITADA,

Álvarez, L.R., Ducoing, A.E. W., Zarco, L.A.Q., Trujillo, A.M.G. 1999. Conducta estral, concentraciones de LH y función lútea en cabras en anestro estacional inducidas a ciclar mediante el contacto con cabras en estro. *Veterinaria México*. 301, 25-31.

Álvarez, L.R y Zarco, L.A. Q. 2001. Los fenómenos de bioestimulación en ovejas y cabras. *Veterinaria México*. 32, 117-129.

Beach, F. 1976. Sexual Attractivity, Proceptivity, and Receptivity in Female Mammals. *Hormones and Behavior*. University of California, Berkeley. 7, 105-138.

Bedos, M., Flores, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Keller, M., Malpoux, B., Poindron, P., Delgadillo, J.A. 2010. Four hours of daily contact with sexually active males is sufficient to induce fertile ovulation in anestrus goats. *Hormones and Behavior*. 58, 473–477.

Bedos, M., Velázquez, H., Fitz-Rodríguez, G., Flores, J.A., Hernández, H., Duarte, G., Vielma, J., Fernández, I.G., Retana-Márquez, M.S., Muñoz-Gutierrez, M., Keller, M., Delgadillo, J.A. 2012. Sexually active bucks are able to stimulate three successive groups of females per day with a 4 – hour periodo of contact. *Physiology & Behavior*. 106, 259–263.

Blache, D y Martin, G.B. 2009. Focus feeding to improve reproductive performance in male and female sheep and goats – How it works and strategies for using it.

Options Méditerranéennes. Nutritional and foraging ecology of sheep and goats. Zaragoza: CIHEAM / FAO / NAGREF. (Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens. 85, 351-364.

Brosion F.H. 1985. Mammalian reproduction: An ecological perspective . Biology Reproduction. 32: 1-26.

Carrillo-Torres, R.A. 2019. La adición de grasa de sobrepeso en la dieta de cabras estabuladas incrementa la producción de leche y algunos perfiles metabólicos en sangre. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México: 29 p.

Casals, R. 1992. Efectos de la utilización de lípidos protegidos en la alimentación de ovejas de ordeño durante los periodos de lactación y cubrición. Tesis de Doctorado. Universitat autònoma de Barcelona. Barcelona España: 134 p.

Chemineau, P., Gauthier, D., Poirier, J.C., Saumande, J. 1982. Plasma levels of LH, FSH, Prolactin, oestradiol 17-beta and Progesterone during natural and induced estrus in the dairy goat. Theriogenology. 17, 313-323.

Chemineau, P., 1983. Effect on oestrus and ovulation of exposing creole goats to the male three times of the year. Journal of reproduction and fertility. 67, 65-72.

Chemineau, P., Daveau A., Maurice F., Delgadillo J.A. 1992. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. Small Ruminant Research. 8, 299-312.

de Castro, T., Rubianes, E., Menchaca, A., Rivero, A. 1999. Ovarian dynamics, serum estradiol and progesterone concentrations during the interovulatory interval in goats. *Theriogenology*. 52, 399-411.

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpoux, B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *Journal Animal Science*. 80, 2780-2786.

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Veliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Malpoux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamiento fotoperiódicos y el efecto macho. *Veterinaria México* . 34, 69-79.

Delgadillo, J.A., Vielma, J., Flores, J. A., Veliz, F.G., Duarte, G., Hernández, H. 2008. La calidad del estímulo emitido por el macho determina la respuesta de las cabras sometidas al efecto macho. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 9, 39-45.

De Santiago-Miramontes, M.A., Rivas-Muñoz, R., Muñoz-Gutiérrez, M., Malpoux, B., Scaramuzzi, R.J., Delgadillo, J.A. 2008. The ovulation rate in anoestrous female goats managed under grazing conditions and exposed to the male effect is increased by nutritional supplementation. *Animal Reproduction Science*. 105, 409–416.

De Santiago-Miramontes, M.A., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2009. Body condition is associated with a shorter breeding season and reduced ovulation rate in subtropical goats. *Animal Reproduction Science* 114, 175–182.

Duarte, G., Flores, J.A., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Domestic animal endocrinology*. 35, 362–370.

Duarte, G., Nava-Hernández, M.P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2010. Ovulatory activity of female goats adapted to the subtropics is responsive to photoperiod. *Animal Reproduction Science*. 120, 65-70.

Fabre, C. 2000. Le comportement sexuel des caprins : controle hormonal et facteurs sociaux. *INRA Productions Animales*. 13, 11-23.

Fatet, A., Pellicer- Rubio, M.T., Leboeuf, B. 2011. Reproductive cycle of goats. *Animal Reproduction Science*. 124, 211–219.

Fernández, I.G., Luna-Orozco, J.R., Vielma, J., Duarte, G., Hernández, H., Flores, J.A., Gelez, H., Delgadillo, J.A. 2011. Lack of sexual experience does not reduce the responses of LH, estrus or fertility in anestrus goats exposed to sexually active males. *Hormones and Behavior*. 60, 484-488.

Fernández, I.G., Flores, E., Flores, J.A., Hernández, H., Vielma, J., Fitz-Rodríguez, G., Duarte, G. 2017. Absence of previous sexual experience did not modify the response of anoestrous goats to photostimulated bucks in Spring. *Italian Journal Of Animal Science*. 17, 306-311.

Fitz-Rodríguez, G. 2009. El suplemento alimenticio mejora las tasas de ovulación y gestación en las cabras manejadas en condiciones extensivas y expuestas al efecto macho. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 52 p.

Fitz-Rodríguez, G., De Santiago-Miramontes, M.A., Scaramuzzi, R.J., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2009. Nutritional supplementation improves ovulation and pregnancy rates in female goats managed under natural grazing conditions and exposed to the male effect. *Animal Reproduction Science*. 116, 85–94.

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

Gallego-Calvo, I., Gatica, M.C., Celi, I., Guzmán, J.L., Delgadillo, J.A., Zarazaga, L.A. 2014. No previous isolation of female goats is required for novel males to induce a male effect, especially if direct physical contact is established. *Theriogenology*. 82, 1310-1315.

Goodman, L.,R y Inskeep, E.K.. 2006. Neuroendocrine Control of the Ovarian Cycle of the Sheep. *Knobil and Neill's Physiology of Reproduction, Third Edition* edited by Jimmy D. Neill, Elsevier. Division of Animal and Veterinary Sciences, West Virginia University, Morgantown, West Virginia: pp. 2389-2447.

Herrera, F.C.V y Calleja, F.H. 2011. Caracterización de las grasas de sobrepaso por medio de cromatografía de gases. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. Poza Rica-Tuxpan, Veracruzana, México. 56 p.

Hernández, R and Díaz, T. 2011. Las grasas sobrepasantes y su efecto sobre la actividad productiva y reproductiva en rumiantes. *Innovación & Tecnología en la Ganadería* Doble Propósito, de

la Fundación GIRARZ, C. González-Stagnaro, N. Madrid-Bury y E. Soto Beloso (eds). Ediciones Astro Data S.A. ISBN 978-980-6863-10-1. 33: pp. 333-343.

INAFED. (2017). Coahuila Matamoros. Recuperado el 12 de diciembre de 2018. De: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM05coahuila/municipios/05017a.html>.

Lindsay, D., Graeme, M.B., Williams I.H. 1993. Nutrición and Reproducción. *Reproduction in Domesticated Animals*. 17, 459-491.

Loya-Carrera, J.A., Bedos, M., Ponce- Covarrubias J.L., Hernández H., Chemineau P., Keller M., Delgadillo J.A. 2014. Swiching photo-stimulated males between groups of goats does not improve the reproductive response during the male effect. *Animal Reproduction Science*. 146, 21-26.

Loya-Carrera, J.A. 2017. Los caprinos sexualmente inexpertos que participan en el efecto macho no muestran respuesta sexual y reproductiva diferente a los caprinos con experiencia sexual previa. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México: 66 p.

Luna-Orozco, J.R., Fernández, I.G., Gelez H., Delgadillo, J.A.(2008) Parity of female goats does not influence their estrous and ovulatory reponses to the male effect. *Animal Reproduction Science*. 106:352–360.

Martin, G.B., Rodger, J., Blache, D. 2004. Nutritional and enviromental effects on reproduction is small ruminants. *Reproduction, Fertility and Development*. 16, 491-501.

Mogedas, M.M. 2016. Sincronización de la ovulación y el ciclo inducido por el efecto "macho" mediante la administración de progesterona por vía intravaginal en cabras en período de anestro estacional. Tesis de Doctorado. Universidad Complutense de Madrid Facultad de Veterinaria: 137 p.

Muñoz, A.L., Chesneau D., Hernández, H., Bedos, M., Duarte, G., Vielma, J., Zarazaga, L.A., Chemineau, P., Keller, M., Delgadillo, J.A. 2017. Sexually active bucks counterbalance the seasonal negative feedback of estradiol on LH in ovariectomized goats. *Domestic Animal Endocrinology*. 60, 42.49.

NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. (R. Council, Ed) Dairy Production Guide (Seven Re). Washington, D.C. National Academy Press.
<https://profsite.um.ac.ir/~kalidari/software/NRC/HELP/NRC%202001.pdf>

Nieto, R., Sánchez, M. T., Mejía, O., Olivares, L., Peralta, J.J., Cordero, J.L., Molina, P., Cárdenas, M. 2010. Grasa de sobrepeso en ovejas con diferente espesor de grasa dorsal, respuesta hormonal y principales variables reproductivas. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 20, 665-673.

Orita, J., Tanaka, T., Kamomae, H., Kaneda, Y. 2000. Ultrasonographic observation of follicular and luteal dynamics during the estrous cycle in Shiba goats. *J. Reprod. Dev.* 46:31-37.

Pelletier, J., Gonzalez-Stagnaro, C., Baril, G., Corteel, J.M. 1982. Induced preovulatory discharge of LH during the seasonal anoestrus of the goat. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. 294, 867-870.

Ponce, J.L., Velázquez H., Duarte, G., Bedos, M., Hernández, H., Keller, M., Chemineau, P., Delgadillo, J.A. 2014. Reducing exposure to long days from 75 to 30 days of extra-light treatment does not decrease the capacity of male goats to stimulate ovulatory activity in seasonally anovulatory females. *Domestic Animal Endocrinology*. 48, 119-125.

Ramírez, S., Bedos M., Chasles, M., Hernández, H., Flores, J.A., Vielma, J., Duarte, G., Retana-Márquez, M.S., Keller, M., Chemineau, P., Delgadillo, J.A. 2016. Fifteen minutes of daily contact with sexually active male induces ovulation, but delays its timing in seasonally anestrous goats. *Theriogenology*. 1, 87-148.

Rapetti, L., Crovetto, G.M., Galassi, G., Sandrucci, A., Succi, G., Tamburini, A., Battelli, G. 2002. Effect of maize, rumen-protected fat and whey permeate on energy utilisation and milk fat composition in lactating goats. *Italian Journal of Animal Science*. 1, 43-54.

Ramírez, S.V., Terrazas, A., Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Serafín, N., Vielma, J., Duarte, G., Fernández, I.G., Fitz, G., Hernández, H. 2012. Inclusion of maize in the grazing diet of goats during the last 12 days of gestation reinforces the expression of maternal behaviour and selectivity during the sensitive period. *Livestock Science*. 148, 52–59.

Ramírez, S.V., Terrazas, A., Delgadillo, J.A., Serafín, N., Flores, J.A., Elizundia, J.M., Hernández, H. 2012. Feeding corn during the last 12 days of gestation improved colostrum production and neonatal activity in goats grazing subtropical semi-arid rangeland. *Journal of Animal Science*. 90, 2362–2370.

Restall, B.J. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Animal Reproduction Science*. 27, 305-318.

Rivera, G.M., Alanis, G.A., Chaves, M.A., Ferrero, S.B., Morello, H.H. 2002. Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. *Small Ruminant Research*. 48, 109-117.

Robinson, R.S., Pushpakumara, P, G., Cheng, Z ., Peters, A.R., Abayasekara, D.R. *Reprod*. 124: 119-131. 2002., Wathes, D.C. 2002. Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on ovarian and uterine function in lactating dairy cows. *Reproduction*. 124, 119-131.

Salgado, A., Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Duarte, G., Vargas, A., López, H., Sifuentes, P., Sánchez A., Hernández H. 2019. La adición de maíz en la dieta de cabras en pastoreo durante el postparto temprano acelera la respuesta estral al efecto macho. Memoria de artículos en extenso y resúmenes “XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C.” *Revista Mexicana de Agroecosistemas* . 6, 954-960.

Scaramuzzi, R.J y Downin, J.A. 1990. Nutrient effects on ovulation rate, ovarian function and the secretion of gonadotrophic and metabolic hormones. *Journal of Reproduction and Fertility Supplemen*. 25-28.

Scaramuzzi, R.J., Campbeell, B.K., Downing, J.A., Kendalu, N.R., Khalid, M., Muñoz-Gutitiérrez, M., Somchit, A. 2006. A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones

and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reproduction Nutrition. Dev.* 46, 339–354.

Senger, P.L. 2005. *Pathways to Pregnancy and parturition*. 2 ed. Cadmus Professional Communications. Washington. US:373.

Teleni, E y Rowe, J.B. 1986. Ovulation rate of ewes: role of energy and protein. *Journal of the Departamento f Agriculture, Western Australia, Series 4* 27, 36-38.

Titti, H. 2011. Effects of varying levels of protected fat on performance of Shami goats during early and mid-lactation. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 35, 57-74.

Urrutia, C.A., Gámez H.G., Ramírez B.M. 2003. Influencia del pastoreo restringido en el efecto macho en cabras en baja condición corporal durante la estación de anestro. *Técnica Pecuaria en México*. 41, 251-260.

Vielma, J., Terrazas, A., Véliz, F.G., Flores, J.A., Hernández, H., Duarte, G., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2008. Las vocalizaciones de machos cabríos no estimulan la secreción de la LH ni la ovulación en las cabras anovulatorias. *Técnica Pecuaria en México*. 46, 25-36.

Veliz, F.G., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2006. Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrous female goats. *Animal Reproduction Science*. 92, 300–309.

Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Norton, B.W., Scaramuzzi, R.J., Martín, G.B. 1994. Effect of Nutrition on seasonal patterns of LH, FSH and testosterone

concentration, testicular mass, sebaceous gland volume and adouir in astraulian cashmere goats. *Journal of Reproduction and Fertility*. 102, 351-360.

Walkden-Brown, S. W., Martin, G. B., Restall, B.J. 1999. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *Journal of Reproduction and Fertility*. Supplement. 54, 243-257.

Zarazaga, L.A., Gallego, C.L., Guzmán, J.L. 2015. La nutrición como moduladora de la reproducción en caprinos Mediterráneos. 1er. Congreso Internacional de Ciencias Veterinarias FMVZ-UNAM.