

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



El complemento alimenticio durante el anestro estacional incrementa la gestación de las cabras bioestimuladas con machos sexualmente activos.

Por:

**GUADALUPE HERMENEGILDO PÉREZ VÁSQUEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Torreón, Coahuila, México  
Noviembre 2019

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

El complemento alimenticio durante el anestro estacional incrementa la gestación de las cabras bioestimuladas con machos sexualmente activos.

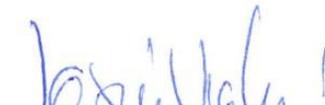
Por:

**GUADALUPE HERMENEGILDO PÉREZ VÁSQUEZ**

TESIS

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

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

  
Dr. Jesús Vielma Sifuentes  
Presidente

Aprobada por:

  
Dr. Gonzalo Fitz Rodríguez  
Vocal

  
Dr. Horacio Hernández Hernández  
Vocal

  
Dra. Ilda Graciela Fernández García  
Vocal Suplente

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



Torreón, Coahuila, México  
Noviembre 2019

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

El complemento alimenticio durante el anestro estacional incrementa la gestación  
cabras bioestimuladas machos sexualmente activos.

Por:

**GUADALUPE HERMENEGILDO PÉREZ VÁSQUEZ**

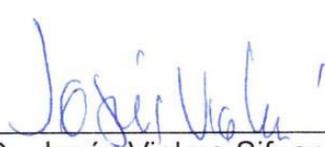
TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

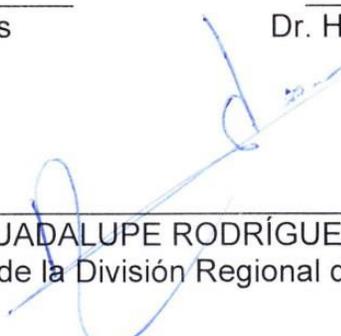
  
\_\_\_\_\_  
Dr. Gonzalo Fitz Rodríguez  
Asesor Principal

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Jesús Vielma Sifuentes

Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Horacio Hernández Hernández

Coasesor

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

Torreón, Coahuila, México  
Noviembre 2019



## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios**, por darme mucha fe y fuerza durante los 5 años de mi formación Profesional y por la paciencia y tranquilidad que me dio en todo el proceso de la titulación.

**A mis padres**, mi madre Lucía Vásquez Maces gracias por darme la vida y quien supo ayudarme tanto económica y emocionalmente no solo durante los años de mis estudios, si no en todos mis años de vida y darme fuerzas para siempre salir adelante, ayudándome incondicionalmente en mi vida. A mi padre Fernando Pérez Méndez quien desafortunadamente no está físicamente conmigo desde hace 12 años, pero estoy seguro que nunca me ha dejado solo espiritualmente, y me da siempre la fortaleza para salir adelante y nunca dejarme vencer.

**A mis hermanos**, Elizabeht Yesenia Pérez Vásquez, Ubaldo Fernando Pérez Vásquez y Aurelio Maximino Pérez Vásquez, quiénes me han ayudado cuando los he necesitado, brindándome su apoyo incondicionalmente aun así cuando sé que no me he portado bien con ellos.

**A mi Alma Terra Mater**, la Institución quien me ha dado las bases de mi profesión y mi formación académica, gracias por darme la oportunidad de ser parte de la familia buitre.

**Al Dr. Gonzalo Fitz Rodríguez**, por tanto apoyo emocional que me ha ofrecido, así como el apoyo de su tiempo por ser mi asesor principal y aceptarme en ser parte de su experimento de investigación para posteriormente ayudarme en la realización y elaboración de esta tesis, gracias por la paciencia y tiempo que me ha brindado, en todo este proceso.

**A los Doctores del Centro de Reproducción Caprina**, al Dr. Jesús Vielma Sifuentes, Dr. Horacio Hernández Hernández, Dr. José Alfredo Flores Cabrera, Dra. Ilda Graciela Fernández García, por brindarme de su apoyo y conocimiento tanto en el transcurso de la carrera así como en la realización de mi tesis.

## DEDICATORIA

**A mis padres**, Lucía Vásquez Maces y Fernando Pérez Méndez, a quienes nunca me cansaré de agradecerles por tanto, por darme la vida y nunca dejarme solo en los momentos más difíciles que he vivido y no negarme el derecho a estudiar aunque mi madre es el principal motor que me motiva a seguir adelante y no me daré por vencido.

**A mis hermanos**, Elizabeth Yesenia Pérez Vásquez, Ubaldo Fernando Pérez Vásquez y Aurelio Maximino Pérez Vásquez.

**A Fernanda Alexa Pérez Tomás**, mi sobrinita, quien ha sido una de mis mayores motivaciones para salir adelante porque sé que me quiere mucho y quiero ser un ejemplo a seguir para ella, quien siempre tendrá mi apoyo incondicional.

**A Daniel Padrón Segura**, quien es una persona en la que siempre me ha ayudado en muchas cosas durante la carrera y quien se ha ganado mi confianza porque sé que siempre podré contar con él, gracias por todo este apoyo mutuo.

**A toda mi familia en general**, por tanto mis padres como mis hermanos me han apoyado, detrás de este esfuerzo también está mi familia quienes me han motivado a salir adelante desde que mi padre falleció, gracias a mis abuelos, tíos, primos, cuñada y sobrinos maternos y paternos por tanto apoyo tanto económico como emocional.

## I. RESUMEN

El objetivo de la presente tesis fue investigar si un complemento alimenticio en cabras incrementa la tasa de gestación, bioestimuladas por machos sexualmente activos. Además, determinar su efecto en la respuesta sexual y reproductiva de las hembras. Un grupo de cabras (n=30) fue alimentado sólo con la vegetación disponible en las áreas de pastoreo. Otro grupo de cabras (n=30) fue alimentado como el grupo anterior, pero además cada hembra recibió un complemento compuesto de maíz roado (350 g), pasta de soya (150 g) durante toda la gestación, iniciando desde el momento de la introducción de los machos. El porcentaje de ovulación fue registrado y la tasa ovulatoria fue determinada por ultrasonografía transrectal el día 18 post introducción de los machos. La tasa ovulatoria fue comparada con la prueba U de Mann-Whitney. La proporción de hembras gestantes se compararon con una prueba de  $\chi^2$ . La tasa ovulatoria fue más alta en el grupo complementado nutricionalmente ( $1.7 \pm 0.2$ ) que en el grupo no-complementado ( $1.3 \pm 0.3$ ,  $P < 0.000$ ). La proporción de hembras gestantes a los 45 días post introducción de los machos no fue diferente entre el grupo complementado nutricionalmente (83%; 25/30) y el no complementado (78%; 21/27;  $P = 0.222$ ). Sin embargo, a los 120 días de gestación si existió diferencia significativa entre el grupo complementado (70%; 21/30) y el no complementado (26%; 7/27;  $P = 0.001$ ). Se concluye que un complemento alimenticio ofrecido a las cabras durante el efecto macho y la gestación, incrementa la tasa ovulatoria y está asociado a mantener la gestación cuando se adelanta la época de partos y se estimula a las hembras con machos sexualmente activos.

*Palabras Clave:* Bioestimulación sexual, Cabras, Nutrición, Reproducción

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	ii
I. RESUMEN.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
II. INTRODUCCIÓN.....	1
III. REVISIÓN DE LITERATURA:.....	3
3.1. Estacionalidad reproductiva en los pequeños rumiantes.....	3
3.2. Estacionalidad reproductiva en los machos cabríos y cabras de zonas subtropicales.....	5
3.3. Bioestimulación sexual en hembras.....	7
3.3.1. Bioestimulación “Efecto Macho” .....	7
3.4. Respuesta de las hembras al efecto macho.....	7
3.5. Complementación alimenticia en pequeños rumiantes.....	9
3.6. El complemento nutricional en la respuesta reproductiva de las hembras caprinas.....	10
3.7. Principales factores que causan pérdida de la gestación .....	11
3.7.1. Estrés Calórico.....	11
3.7.2. Factores infecciosos .....	11
3.7.3. Factores Ambientales (la alimentación en el pastoreo ó consumo de plantas tóxicas) .....	13
3.8. El complemento alimenticio, la tasa de preñez y la pérdida de la gestación .....	14
IV. OBJETIVO.....	15

V. HIPÓTESIS .....	15
VI. MATERIALES Y MÉTODOS:.....	16
6.1. Localización del experimento.....	16
6.2. Sistema de producción .....	17
6.3. Machos .....	18
6.7.2. Tasa ovulatoria .....	22
6.8. Análisis estadísticos .....	23
VII. RESULTADOS.....	24
7.1. Actividad ovulatoria .....	24
7.2 Tasa Ovulatoria .....	24
7.3 Tasa de gestación .....	25
VIII. DISCUSIÓN .....	26
IX. CONCLUSIONES.....	28
X. LITERATURA CITADA .....	29

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.- Bases geofísicas del fotoperiodo.....</b>	<b>4</b>
---	----------

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Tabla 1.-</b> Causas de aborto.....	12
<b>Tabla 2.-</b> Tasa de gestación.....	25

## II. INTRODUCCIÓN

La caprinocultura a nivel mundial se destina principalmente para producción de carne y leche (Chetroui *et al.*, 2013). Dos tercios del hato caprino mundial se localiza en áreas subtropicales y semiáridas (Chetroui *et al.*, 2013; De Lima *et al.*, 2015). En México el 64% de la población caprina se concentra en estas áreas teniendo una población de 8,725,172 millones de caprinos (SIAP, 2017).

La Comarca Lagunera es una de las principales regiones productoras de leche de cabra y cabrito en el país, actividad que se ha mantenido de generación en generación, representando la principal fuente de trabajo de muchas familias rurales (Vargas *et al.*, 1990; FIRA, 1999). El inventario de esta región es de 416,820 caprinos manteniéndose estable en los últimos 6 años (SIAP, 2017). La disponibilidad de los productos y subproductos derivados de los caprinos varía durante el año como consecuencia de la estacionalidad reproductiva que presentan los machos y las hembras. Sin embargo, la producción de carne y leche de cabra puede incrementarse si los partos ocurren antes de la estación natural de reproducción (Delgadillo *et al.*, 2004; Delgadillo *et al.*, 2017). En las condiciones semiáridas del norte de México, las cabras satisfacen sus necesidades nutritivas principalmente a través del consumo de la vegetación nativa disponible; sin embargo, una parte del año, esta vegetación es escasa o no cuenta con los nutrientes suficientes que requiere la cabra (Mellado *et al.*, 1991; Morand-Fehr *et al.*, 2007) y sólo en los meses de verano es cuando incrementa la disponibilidad

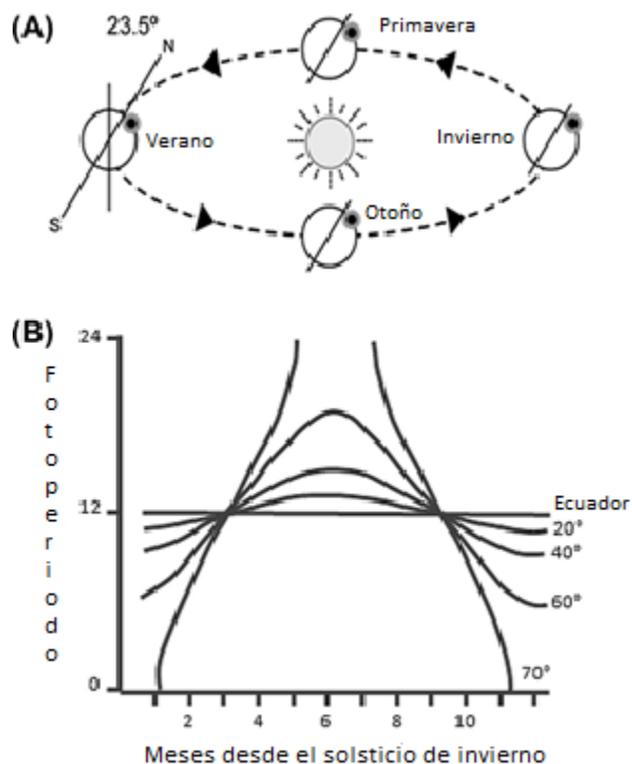
de alimento, entonces los animales consumen lo necesario para cubrir sus requerimientos nutricionales (Ramírez *et al.*, 1995).

Desde hace algunos años se han desarrollado técnicas alternativas para inducir de la actividad sexual de las hembras y los machos durante el anestro estacional y reposo sexual (Delgadillo *et al.*, 2003). Respectivamente, el efecto macho se destaca entre las técnicas de bioestimulación sexual en los caprinos, además se han desarrollado otras estrategias como la complementación alimenticia cuya finalidad es incrementar el potencial reproductivo de las hembras. Estas dos técnicas se han se utilizan de manera individual y existen pocos datos que permitan evaluar su efectividad con la finalidad de mejorar el rendimiento reproductivo de las hembras. Es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo determinar si el proporcionar un complemento alimenticio, incrementa la tasa de ovulatoria y mantiene la gestación, en cabras anéstricas bioestimuladas con machos sexualmente activos.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA:

#### 3.1. Estacionalidad reproductiva en los pequeños rumiantes

La estacionalidad reproductiva es una característica común en muchas especies de mamíferos. Las cabras originarias de latitudes templadas y subtropicales muestran una estacionalidad reproductiva (Delgadillo *et al.*, 2006; González-Flores *et al.*, 2017). Debido a consideraciones geofísicas básicas del fotoperiodo: la órbita de la tierra alrededor del sol, y la inclinación de 23 ° en el eje de rotación de la Tierra en relación con su plano de órbita solar se manifiesta el fotoperiodo que es una característica fundamental del planeta. Estas consideraciones conducen a un ciclo anual de cambio de exposición a la luz solar que se experimenta en el mundo entero con una amplitud que varía dramáticamente basado en la latitud: en polos iluminación continua se reemplaza por oscuridad continua a intervalos de 6 meses, mientras que en las zonas ecuatoriales la duración del día y el cenit del mediodía varían imperceptiblemente en el transcurso del año (Figura 1; Hazlerigg y Simonneaux, 2015).



**Figura 1.-** Bases geofísicas del fotoperiodo. A) El eje de rotación de la tierra está inclinado  $23^\circ$  perpendicular al plano de rotación alrededor del sol. El punto lleno representa una ubicación de referencia en una latitud norte alta. B) muestra una marcada amplitud de la variación anual de la duración del día, desde un día casi constante de 12 horas en las regiones ecuatoriales hasta 24 horas en las regiones polares (modificado de Hazlerigg y Simonneaux, 2015).

En los hemisferios norte y sur, los machos muestran cambios drásticos en la secreción de testosterona, libido, el tamaño testicular y la calidad y cantidad de la producción de espermatozoides (Walkden-Brown *et al.*, 1997; Pérez-Clariget *et al.*, 1998; Delgadillo *et al.*, 2004). Las cabras también muestran variaciones estacionales en la ovulación y el comportamiento estral (Restall, 1992; Rivera *et*

*al.*, 2003). En las cabras locales de Argentina (30° S), un período anovulatorio se produce en primavera y verano, debido a las bajas variaciones de fotoperiodo en latitudes subtropicales (Rivera *et al.*, 2003).

### 3.2. Estacionalidad reproductiva en los machos cabríos y cabras de zonas subtropicales

En la Comarca Lagunera situada en el norte de México (26°N), los machos cabríos locales presentan un periodo de actividad sexual en los meses de mayo a diciembre, mientras que el reposo sexual ocurre de enero a abril. Esta estacionalidad se caracteriza por variaciones en concentraciones plasmáticas de testosterona, comportamiento sexual, peso testicular y aumento de la producción espermática cuantitativa y cualitativa (Delgadillo *et al.*, 1999).

En cabras la actividad reproductiva es caracterizada por la conducta estral y ovulación a partir de agosto-septiembre (otoño) y finaliza en febrero-Marzo (invierno). En estas hembras la estación de anestro caracterizado por la ausencia de conducta estral y ovulaciones durante la primavera y el verano (Duarte *et al.*, 2008). En las cabras del subtrópico mexicano se asumió y demostró también la existencia de estacionalidad reproductiva donde el periodo de inactividad sexual o de anestro ocurre de marzo a agosto, considerando la reducción marcada o la ausencia de partos 5 meses después, duración correspondiente a la gestación en cabras, mientras que el periodo de actividad sexual ocurre de junio a febrero (Delgadillo *et al.*, 2003). En cabras de las latitudes subtropicales de Australia y

Argentina, el comportamiento del estro y la actividad ovárica comienzan en otoño y terminan en invierno (Rivera *et al.*, 2003).

Un estudio realizado en esta región demostró que en cabras alojados de manera intensiva y con un nivel de alimentación que cubria sus requerimientos nutricionales, mostraron una variación estacional en su actividad sexual, así como las que se encuentran de manera extensiva y subalimentadas. Lo que sugiere que la reducción en la disponibilidad de alimentos observada durante el período de anestro estacional no es el factor responsable de la disminución en la actividad sexual y endocrina de las cabras en latitudes subtropicales (Duarte *et al.*, 2008; Delgadillo *et al.*, 2011).

La estacionalidad reproductiva que presentan los caprinos y ovinos se debe a que están reguladas por un ritmo endógeno de la reproducción y a la interpretación por el sistema nervioso central de la duración de la noche, lapso durante el cual ocurre la secreción de melatonina por la glándula pineal (Karsch *et al.*, 1984; Chemineau *et al.*, 2006).

Las cabras locales de la Comarca Lagunera expresan variaciones estacionales en la actividad reproductiva y endocrina, muestran un claro contraste entre una temporada de reproducción que se extiende de septiembre a febrero caracterizada por ciclos ováricos regulares y estro en todas las hembras, y una temporada de anestro estacional con un número muy limitado de ciclos ováricos y estro en algunos animales, que fueron modificadas por la disponibilidad de alimentos y los sistemas de manejo (Duarte *et al.*, 2008).

### 3.3. Relaciones sociosexuales en cabras anéstricas

#### 3.3.1. Bioestimulación “Efecto Macho”

En los pequeños rumiantes una forma de bioestimulación sexual, es la técnica conocida como el “efecto macho”. Esta técnica de biestimulación ha sido ampliamente documentada en ovejas y cabras (Martin *et al.*, 1986; Chemineau, 1987). Es un método eficaz para inducir la actividad reproductiva durante el anestro estacional, pero solo si se usan machos sexualmente activos (Flores *et al.*, 2000; Pellicer-Rubio *et al.*, 2008; Delgadillo *et al.*, 2009). Los machos sexualmente activos inducen la actividad estral y ovulatoria en las hembras anovulatorias.

#### 3.4. Respuesta de las hembras al efecto macho

La bioestimulación socio-sexual, el “efecto macho” es mediado por una combinación de estímulos del macho, como son el auditivo, visual, olfativo y táctil, para generar una respuesta por parte de la hembra (Mellado y Hernández, 1996; Walkden-Brown *et al.*, 1999). El macho percibe las feromonas de la hembra, por medio del sistema olfatorio, desde la mucosa olfativa, bulbo olfatorio y órgano vomeronasal hasta el núcleo olfatorio, activando centros de control del eje hipotálamo- hipófisis- gónadas (Hawken y Martin, 2012). El contacto de los machos y las hembras caprinas y ovinas provocan un incremento en la frecuencia

y amplitud de los pulsos de LH, culminando en un pico preovulatorio de esta hormona que provoca la ovulación (Poindron *et al.*, 1980; Chemineau *et al.*, 1986; Martin *et al.*, 1986; Vielma *et al.*, 2009). La ovulación ocurre generalmente en un período de dos a cuatro días después de la introducción del macho. En las ovejas se ha descrito que la primera ovulación no es acompañada de estro, mientras que en las cabras, una proporción variable manifiestan un comportamiento estral en la primera ovulación inducida por el macho (Walkden-Brown *et al.*, 1999). En las cabras criollas de la Isla de Guadalupe, un 97% de hembras ovulan durante los primeros 7 días de contacto con los machos, esta primera ovulación está asociada con comportamiento estral en un 62%. Además, estas cabras presentan un ciclo ovárico corto. Este ciclo corto es seguido por una segunda ovulación y la subsecuente formación de un cuerpo lúteo de duración normal. La segunda ovulación está asociada con un estro en el 90% de las hembras (Chemineau, 1987; Delgadillo *et al.*, 2002; Delgadillo *et al.*, 2017).

### 3.5. Complementación alimenticia en pequeños rumiantes

En el norte de México, en latitudes subtropicales, los pequeños rumiantes se mantienen bajo condiciones de pastoreo extensivo, alimentándose solo de la vegetación natural, y sin complementos alimenticios (Duarte *et al.*, 2008). En muchas regiones, los períodos de escasez de la vegetación natural son predecibles de un año a otro. Sin embargo, la temporada de escasez podría ser durante el invierno (regiones templadas), el otoño (regiones mediterráneas) o la primavera (algunas regiones subtropicales, Martin *et al.*, 2010). Considerando esta disponibilidad que tienen, los rumiantes salvajes y domesticados de estas regiones, presentan estrategias reproductivas, particularmente durante la preñez. (Lindsay *et al.*, 1993; Martin *et al.*, 2010)

Los sistemas de producción caprina de estas regiones están sujetos a las fluctuaciones en la disponibilidad de alimentos durante todo el año (Silanikove, 2000), estas variaciones en la cantidad y calidad de alimentos, tienen un reflejo en la condición corporal, que puede afectar la función reproductiva, tanto el macho como la hembra para iniciar su pubertad o madurez sexual (Adam y Robinson, 1994). En el manejo reproductivo de las cabras y ovejas se han identificado periodos en las que el enfoque de la alimentación es utilizado para el proceso reproductivo: tasa ovulatoria, sobrevivencia embrionaria y mantenimiento de la preñez hasta el parto (Martin y Kadokawa, 2006).

### 3.6. El complemento nutricional en la respuesta reproductiva de las hembras caprinas

En los rumiantes, la alimentación actúa en dos niveles: a).- hipotálamo (permitiendo o evitando la ovulación). b).- nivel ovárico (afectando la tasa ovulatoria; Scaramuzzi y Martin, 2008), se ha demostrado durante cada etapa del proceso reproductivo, que la alimentación juega un papel importante (Martin *et al.*, 2004). En cabras y ovejas, al ofrecer un complemento nutricional durante 7 ó 10 días, se incrementa la tasa ovulatoria (Nottle *et al.*, 1997; Fitz-Rodríguez *et al.*, 2009). Este incremento se debe probablemente a la estimulación del crecimiento de folículos ovulatorios y a la disminución de la atresia folicular (Nottle *et al.*, 1997; Muñoz-Gutiérrez *et al.*, 2002; Somchit *et al.*, 2007). Además, cuando se proporciona el complemento alimenticio aumenta los niveles de glucosa e insulina en sangre (Haruna *et al.*, 2009; Zabuli *et al.*, 2010; Somchit *et al.*, 2011), este aumento en los niveles de glucosa se ha asociado con el incremento de la tasa ovulatoria (Scaramuzzi *et al.*, 2010; 2015).

### 3.7. Principales factores que causan pérdida de la gestación

La pérdida de la gestación es la principal causa de la falla reproductiva. La etiología es de naturaleza diversa, pero puede resumirse en factores como: estrés calórico, infecciosos (enfermedades) y nutricionales (Sreenan *et al.*, 2001).

#### 3.7.1. Estrés Calórico

El estrés calórico es un factor medioambiental que causa pérdidas embrionarias, causando estrés por las altas temperaturas que tienen como resultado de un desequilibrio entre la producción de calor metabólico dentro del cuerpo del animal y su disipación a los alrededores, lo que a su vez afecta el consumo de alimento, y por supuesto la eficiencia reproductiva de los animales (Das *et al.*, 2016). Además, pueden ser causa para retrasar o suprimir los signos de estro y muerte embrionaria (Córdova *et al.*, 2008).

#### 3.7.2. Factores infecciosos

Uno de los factores que provocan pérdida de la gestación en los pequeños rumiantes son las enfermedades infecciosas causadas por bacterias, virus y protozoarios (Moeller, 2001; Givens y Marley, 2008). Existen importantes diferencias entre las ovejas y las cabras en el comportamiento de algunos organismos infecciosos que causan el aborto, porque la epidemiología es diferente en las dos especies (Matthews, 2016). En los ovinos los principales agentes infecciosos que causan muerte embrionaria son: *Campylobacter spp.*, *Listeria*

*monocytogenes*, *Brucella spp.*, *Salmonella spp.*, *Chlamydophila abortus*, *Anaplasmosis phagocytophilum*, *Yersinia spp.*, *Toxoplasma gondi*, *Border disease virus*, *Bluetongue*, entre otras. Mientras que en cabras los principales agentes infecciosos de pérdida embrionaria son: *Listeria monocytogenes*, *Chlamydophila abortus*, *Brucella melitensis*, *Coxiella burnetti*, *Mycoplasma spp.*, *Leptospira spp.*, *Toxoplasma gondii*, *Caprine herpesvirus*, entre otras (Moeller, 2001; Givens y Marley, 2008; tabla 1 ; Matthews, 2016).

**Tabla 1.-** Causas de aborto

Luteolisis	Infección
Trauma	Aborto enzootico
Estrés	Toxoplasmosis
	Listeriosis
Intoxicaciones	Campylobacter
Prostaglandinas	Fiebre Q
Corticosteroides	Leptospirosis
Envenenamiento	Salmonelosis
Plantas	Tickborne fever
Gusanos	Brucela
Nutrición	Neosporosis/sarcocystosis
Inanición	Herpesvirus caprino 1
Deficiencia de Vitamina A	Cualquier bacteria responsable de una bacteremia
Deficiencia de magnesio	Enfermedad del pie y boca
	Anormalidades en el desarrollo fetal

Tomado de Matthews 2016, donde destaca los agentes infecciosos y no infecciosos que causan abortos.

### 3.7.3. Factores Ambientales (la alimentación en el pastoreo ó consumo de plantas tóxicas)

En las áreas de pastoreo existen plantas que contienen algunos compuestos secundarios o contaminantes que pueden tener un efecto negativo en el eje reproductivo, ya sea porque son tóxicos o porque interfieren en el sistema que controla la función reproductiva (Ben-Salem et al., 2004). En Coahuila en la región sur centro del estado se observa la presencia de plantas tóxicas como el trompillo (*Solanum eleagnifolium*), tronadora (*Acacia wootonii*), hierba loca (*Astragalus mollisimus*) (Cantú, 2011). Por ejemplo, cuando los caprinos consumen la planta mimosa tenuiflora (conocida en México como tepescohuite), causa muerte embrionaria si se ingiere en los primeros 60 días de gestación, la inducción de la muerte puede deberse a una ingesta alta de la planta que produce dosis mayores de toxina necesarias para la pérdida del embrión en cabras gestantes, y un bajo consumo de esta planta puede causar malformaciones en el embrión (Dantas et al., 2012). Las plantas tienen la habilidad de acumular grandes cantidades de nitrato, el cual es potencialmente tóxico para las cabras. El consumo de forraje con altos contenidos de nitratos y nitritos provocan abortos de 10 a 14 días después de la ingesta (Matthews, 2016). En otras regiones como en Brasil existen plantas tóxicas (*Poincianella pyramidalis* y *Amorimia septentrionalis*) las cuales al ser consumidas por las de cabras causa la muerte embrionaria, provocando el aborto (Silva et al., 2017; Dos Santos et al., 2018).

### 3.8. El complemento alimenticio, la tasa de preñez y la pérdida de la gestación

Un complemento alimenticio durante 14 o 28 días a partir de la segunda ovulación inducida por el macho aumentó la tasa de preñez bajo condiciones extensivas (Fitz-Rodríguez *et al.*, 2009). El momento y duración en que se proporciona un complemento alimenticio pueden también disminuir las pérdidas embrionarias (Molle *et al.*, 1997). Así, el complemento alimenticio puede utilizarse en pequeños rumiantes mantenidos en sistemas de producción extensivos (Scaramuzzi *et al.*, 2006), donde la disponibilidad de alimento es reducida y la condición corporal es de 1-1.5 (escala de 1-4), donde las cabras reducen el éxito reproductivo (Mellado *et al.*, 1994). El complemento alimenticio proporcionado en diferentes momentos también puede disminuir las pérdidas embrionarias (Molle *et al.*, 1997). Además, se ha sugerido que las bajas tasas de partos pueden ser reflejo de las pérdidas embrionarias y son debido a una nutrición deficiente después de ocurrido el apareamiento (Mellado *et al.*, 1996). Con el propósito de mejorar la eficiencia reproductiva de los caprinos se han utilizado dos herramientas en conjunto (el complemento alimenticio y efecto macho; Fitz-Rodríguez *et al.*, 2009). Por los antecedentes que se han descrito acerca del efecto que tiene el complemento alimenticio sobre la tasa de gestación y la sobrevivencia embrionaria se propone estudiar si el complemento alimenticio durante la gestación disminuye la pérdida de gestación.

#### **IV. OBJETIVO**

Determinar si al proporcionar un complemento alimenticio, incrementa la tasa de ovulación y mantiene la gestación, en cabras anestrícas expuestas a machos sexualmente activos.

#### **V. HIPÓTESIS**

El complemento alimenticio incrementa la tasa de ovulación y contribuye al mantenimiento de la gestación, en cabras alimentadas en pastoreo extensivo.

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS:

### 6.1. Localización del experimento

El experimento se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Torreón, Coahuila y el Ejido Morelos II, perteneciente al municipio de Matamoros, Coahuila. Ambos lugares ubicados en la Comarca Lagunera, esta región se encuentra a una latitud de 25° 32' 40" Norte, longitud 103° 26' 30" Oeste, con una altitud entre 1,122 y puede variar a 1,400 metros sobre el nivel del mar. La región es de clima seco, muy caluroso en verano alcanzando hasta 40° grados Centígrados y fríos en invierno, con temperaturas que oscilan entre los 8 ° y 0 °, llegando incluso al -7 ° grados Centígrados. Con escasas lluvias durante el año que oscilan entre 100 y 300 mm como media anual; la mayoría de estas precipitaciones van desde abril hasta octubre (INEGI, 2019).

Este trabajo se realizó en abril, período de anestro estacional de las hembras caprinas. Los procedimientos y actividades realizadas en este trabajo se apegaron a las especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio (NOM-062-ZOO-1999).

## 6.2. Sistema de producción

El sistema de producción caprina que prevalece en la Comarca Lagunera que es la cuenca lechera más importante del país, corresponde al tipo extensivo, es decir, dependen para su alimentación de la vegetación de los agostaderos sobrepastoreados de pobre calidad y de esquilmos agrícolas. De lo anterior se deduce que en la región coexisten varios sistemas de producción los cuales son diferentes por aspectos como: recursos económicos, forma de organización, manejo del hato, tamaño del hato, productos que obtienen, insumos que utilizan, etc.

El sistema de producción identificado para este hato caprino es el pastoreo sedentario. Se caracteriza por utilizar la misma ruta de pastoreo diariamente, regresando al corral por la tarde, donde los animales no reciben ningún tipo de complementación alimenticia. Su producción está orientada a la venta de leche y cabrito y en menor escala la venta de animales de desecho (Hoyos *et al.*, 1987).

### 6.3. Machos

En esta investigación se emplearon 5 machos cabríos (criollos) del mismo hato caprino al que pertenecen las hembras. Estos machos se alojaron en un corral de 6 X 6 metros abierto donde se les proporcionó un tratamiento fotoperiodico, seguido de las variaciones naturales del fotoperiodo hasta el final del estudio (Delgadillo *et al.*, 2002). Además, fueron alimentados con heno de alfalfa y concentrado comercial (14% PC). También se les proporcionó agua fresca y limpia a libre acceso y sales minerales.

#### 6.4. Tratamiento fotoperiódico

Los machos empleados en este experimento, recibieron un tratamiento fotoperiódico, 16 horas de luz y 8 horas de obscuridad por día, del 1 de noviembre al 15 de enero. Esto se logró con la combinación de luz artificial y natural. Se estableció un sistema de encendido y apagado en 4 tiempos. Las luces se encendían por las mañanas a las 6:00 am y se apagaban a las 9:00 am cuando ya había luz natural. Por las tardes las luces se encendían a las 17:00 pm y se apagaban a las 22:00 pm. La intensidad de la luz artificial fue de 300 lux a la altura de los ojos de los machos.

Posteriormente al concluir el tratamiento fotoperiodico es necesario 2.5 meses de la percepción días naturales, es decir dias cortos. Este tratamiento fotoperiodico estimula la actividad sexual de los machos cabríos durante el periodo de reposo (Delgadillo *et al.*, 2002). En condiciones artificiales, cuando los machos son sometidos a cambios en la duración del día, los días largos inhiben la actividad sexual, mientras que los días cortos la estimulan (Delgadillo *et al.*, 2004).

Los machos cabríos al percibir estos cambios en horas luz y disminución de horas luz provocadas por este tratamiento fotoperiodico se incrementan los niveles plasmáticos de testosterona, así como su conducta sexual, la cual no difiere de la conducta observada en los machos durante la estación sexual natural (Delgadillo *et al.*, 2002; Delgadillo *et al.*, 2003; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007).

## 6.5. Hembras

Las hembras caprinas anovulatorias empleadas, se mantenían en un sistema extensivo de producción, donde la mayor parte del día eran llevadas a pastorear a diferentes áreas, donde se alimentaban, por las tardes eran alojadas en corrales abiertos. Se seleccionaron 60 cabras, de un hato de la región con base a su peso y condición corporal.

En el mes de febrero se realizó el manejo zootécnico que consistió en la aplicación de desparasitante y vitaminas, descorne e identificación de los animales (aretado). En el mes de marzo se formaron los grupos experimentales.

La anovulación fue determinada mediante un ultrasonido portátil (SSD ALOKA 500) equipado con un transductor de 7.5 MHz. La presencia de un cuerpo lúteo en uno o ambos ovarios fue el criterio para determinar si la hembras estaba cíclica (De Castro *et al.*, 1999; Simões *et al.*, 2005).

Las hembras caprinas que se seleccionaron se dividieron en dos grupos de 30 hembras cada uno, en base a su peso y condición corporal. El grupo complementado  $40.67 \pm 4.6$  kg de peso corporal (pc) y una condición corporal (cc) de  $1.8 \pm 0.3$ , respectivamente; mientras que el grupo No-complementado  $42.6 \pm 4.3$  pc y  $1.7 \pm 0.2$ .

## 6.6. Alimentación

Un grupo de cabras (grupo No- complementado) se alimentó solamente de la flora natural existente en las áreas de pastoreo. Otro grupo de cabras (grupo complementado), se alimentó también de la flora nativa existente en las áreas de pastoreo, y además recibió un complemento alimenticio conformado por 350 g de maíz roado y 150 g de pasta de soya, que se ofreció de manera individual. El contacto entre hembras y machos duró 21 días. El complemento alimenticio se ofreció en dos partes (50 % antes del pastoreo y 50% después del pastoreo) a las 08:00 horas y a las 18:00 horas.

## 6.7. Variables estudiadas.

### 6.7.1. Actividad ovulatoria

La actividad ovulatoria se determinó mediante ultrasonido transrectal 18 días después de la introducción del macho. El criterio para determinar si una hembra había ovulado fue la presencia de al menos un cuerpo lúteo en uno o ambos ovarios.

### 6.7.2. Tasa ovulatoria

La tasa ovulatoria se determinó observando y registrando el número de cuerpos lúteos que se presentaron en uno o ambos ovarios al momento de realizarse el ultrasonido.

### 6.7.3. Tasa de gestación (45 días)

En los dos grupos se determinó el número de cabras gestantes a los 45 días después de la introducción de los machos sexualmente activos que fueron tratados fotoperiodicamente. Para ello se realizó un ultrasonido, utilizando un transductor transrectal de 7.5 MHz., determinando la preñez mediante la observación del saco gestacional (Schrick *et al.*, 1993).

## 6.8. Análisis estadísticos

Las proporciones de hembras que ovularon y la gestación se compararon mediante una prueba de  $\chi^2$ . La tasa ovulatoria se comparó mediante una prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. Los análisis estadísticos se realizaron usando el programa SYSTAT 10 (EVENSTON, IL, USA, 2000). Los resultados se expresan en promedio  $\pm$  el error estándar de la media (EEM).

## VII. RESULTADOS

### 7.1. Actividad ovulatoria

El porcentaje total de cabras que ovularon durante los 15 días en las que se realizó el efecto macho fue del 90% (27/30) en el grupo No-complementado y no difirió  $P>0.076$  del que presentó el grupo complementado 100% (30/30).

### 7.2 Tasa Ovulatoria

La tasa ovulatoria registrada en el grupo No-Complementado fue de  $1.3 \pm 0.3$  cuerpos lúteos y fue significativamente menor que la registrada en el grupo complementado ( $1.7 \pm 0.2$  cuerpos lúteos;  $P= 0.000$ ).

### 7.3 Tasa de gestación

La tasa de gestación registrada en el grupo No-Complementado y el grupo Complementado se muestra en la siguiente tabla 2

	<b>Grupo Complementado</b>	<b>Grupo No-Complementado</b>	<b>P</b>
Tasa de gestación 45d	(25/30) 83%	(21/27) 78%	0.222
Tasa de gestación 60d	(23/30) 77%	(19/27) 70%	0.596
Tasa de gestación 90d	(23/30) 77%	(19/27) 70%	0.590
Tasa de gestación 120 d	(21/30) 70%	(7/27) 26%	0.001

## VIII. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio muestran que el complemento alimenticio en cabras bioestimuladas con machos sexualmente activos durante el anestro estacional, en un sistema de producción de pastoreo sedentario incrementa la tasa ovulatoria, y mantiene la gestación. El porcentaje de ovulación registrado no mostró diferencia significativa. Mientras que en la tasa ovulatoria si existió una diferencia significativa al compararlas con las cabras que no recibieron un complemento alimenticio. Después de la introducción del macho un número variable de hembras exhiben estro en la primera ovulación (seguido en la mayoría de los casos de un ciclo corto) y la segunda ovulación inducida por el macho siempre es acompañada de estro (Walkden-Brown *et al.*, 1999). En el presente trabajo la tasa ovulatoria fue mayor en el grupo complementado que el grupo No-complementado. Fitz-Rodríguez *et al.* (2009), encontraron que una complementación alimenticia durante 7 días en cabras en anestro a partir de la introducción de los machos cabríos sexualmente activos, incrementan la tasa ovulatoria, en la segunda ovulación inducida por los machos bioestimulados. Cuando se ofrece un complemento alimenticio a las cabras se incrementa la tasa ovulatoria (Zabuli *et al.*, 2010), este efecto también es observado en ovejas (Scaramuzzi *et al.*, 2013). Johnson *et al.* (2011) encontraron que cuando combinan el efecto macho y la nutrición en ovejas: primero, que existe un efecto de la condición corporal en la proporción de hembras que responden a este estímulo del macho y segundo; que un complemento alimenticio de corta duración está asociado a una alta proporción de hembras que responden al efecto macho.

Rassu et al. (2004), encontraron que cuando se ofrece un complemento alimenticio a las ovejas durante un mes después de la concepción se incrementa la tasa de gestación. Fitz-Rodríguez et al. (2009) demostró en cabras que un complemento alimenticio durante 14 días a partir de la segunda ovulación inducida por el macho mejora la tasa de gestación. Un complemento alimenticio durante las últimas ocho semanas de gestación en ovejas disminuyó la pérdida de gestación (Sormunen y Jauhiainen, 2001). Por otro lado, Ren et al. (2018) ofrecieron un complemento alimenticio a las cerdas durante periodos intermitentes y mantuvo la gestación. Nuestro estudio combina dos técnicas que se utilizan para mejorar la producción y el rendimiento reproductivo de las cabras durante el anestro estacional: el efecto macho y un complemento nutricional para aumentar la tasa ovulatoria y mantener la gestación. Esta combinación de estímulos logran en su conjunto una mayor respuesta sexual y reproductiva.

## **IX. CONCLUSIONES**

Los resultados del presente trabajo permiten concluir que un complemento alimenticio ofrecido a las cabras bioestimuladas con machos sexualmente activos incrementa la tasa ovulatoria y la tasa de gestación, esta gestación se mantuvo hasta en parto, mientras que en el grupo No-complementado hubo pérdida de la gestación.

## X. LITERATURA CITADA

- Adam, C. L., Robinson, J. J. 1994. The role of nutrition and photoperiod in the timing of puberty. *Proceedings of the Nutrition Society*. 53(1): 89-102.
- Ben-Salem, H., Nefzaoui, A., Makkar, H. P. S. 2004. Towards better utilisation of non- conventional feed sources by sheep and goats in some African and Asian countries. *Nutrition and feeding strategies of sheep and goats under harsh climates*. CIHEAM. 59(5):177-187.
- Cantú, B. J. E. 2011. Manejo y mejoramiento de pastizales. Torreón, Coahuila, México. 320 p.
- Chemineau, P. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats. A review. *Livest Prod Sci*. 17: 135-147.
- Chemineau, P., Normant, E., Ravault, J. P., Thimonier, J. 1986. Induction and persistence of pituitary and ovarian activity in the out-of-season lactating dairy goat after a treatment combining a skeleton photoperiod, melatonin and the male effect. *J. Reprod. Fert*. 78(2):497-504.
- Chemineau, P., Pellicer-Rubio, M. T., Lassoued, N., Khaldi, G., Monniaux, D. 2006. Male-induced short oestrous and ovarian cycles in sheep and goats: a working hypothesis. *Reprod. Nutr. Dev*. 46(4):417-429.
- Chetroui, R., I. Calin., G. Niculescu. 2013. Worldwide trends and orientations of raising goats. MPRA. Disponible en [https://mpr.ub.uni-muenchen.de/53460/1/MPRA\\_paper\\_53460.pdf](https://mpr.ub.uni-muenchen.de/53460/1/MPRA_paper_53460.pdf) (Consultado 05 Noviembre. 2019).
- Córdova, I. A., Córdova, J. M. S., Córdova, J. C. A., Guerra, L. J. E. 2008. Procedimientos para aumentar el potencial reproductivo en ovejas y cabras. *Rev. vet*. 19(1): 67-79.

- Dantas, A. F. M., Riet-Correa, F., Medeiros, R. M. T., Lopes, J. R., Gardner, D. R., Panter, K., Mota, R. A. 2012. Embryonic death in goats caused by the ingestion of *Mimosa tenuiflora*. *Toxicon*. 59(5):555-557.
- Das, R., Sailo, L., Verma, N., Bharti, P., Saikia, J., Intiwati, Kumar, R. 2016. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. *Vet. World*. 9(3):260–268.
- 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(3):399-411.
- De Lima, F. T., Marques, R., Bueno, A. R., Feijó de Sousa, V. A. 2015. Estudo exploratório do mercado das potencialidades de consumo do leite de cabra e seus derivados entre paulistanos. *Informações Econômicas*. 45 (3): 30-37.
- Delgadillo J. A., Flores, J. A., Véliz, F., Duarte, G., Vielma, J., Hernández, H., Fernández, I. 2006. Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. *Reprod. Nutr. Dev*. 46(4):391-400.
- Delgadillo, J. A., Canedo, G. A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpoux, B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male creole goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology*. 52(4):727-737.
- Delgadillo, J. A., Chemineau, P., Keller, M. 2017. Using socio-sexual stimulations for sustainable goat production under subtropical latitudes. In: Simões J., Gutiérrez C. (eds) *Sust. Goat Prod. Adv. Env. I*: Springer, Chan, 89-99.
- Delgadillo, J. A., Fitz-Rodríguez, G., Duarte, G., Véliz, F. A., Carrillo, E., Flores, J. A., Vielma, J., Hernández, H., Malpoux, B. 2004. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropic. *Reprod. Fert. Dev*. 16(4):471-478.

- Delgadillo, J. A., Flores, J. A., Véliz, F. G., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, M. P., Malpoux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. *Vet. Méx.* 34(1): 69-79.
- 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. *J. Anim. Sci.* 80(11):2780-2786.
- Delgadillo, J. A., Flores, J. A., Véliz, F., Duarte, G., Vielma, J., Hernández, H., Fernández, I. 2006. Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. *Reprod. Nutr. Dev.* 46(4):391-400.
- Delgadillo, J. A., Gelez, H., Ungerfeld, R., Hawken, P. A., Martin, G. B. 2009. The “male effect” in sheep and goats—Revisiting the dogmas. *Behav. Brain Res.* 200(2):304-314.
- Delgadillo, J. A., Ungerfeld, R., Flores, J. A., Hernández, H., Fitz-Rodríguez, G. 2011. The ovulatory response of anoestrous goats exposed to the male effect in the subtropics is unrelated to their follicular diameter at male exposure. *Reprod. Dom. Anim.* 46(4):687-691.
- Delgado, R. F. 2016. Caracterización de los sistemas de producción caprina en la provincia Ciego de Ávila. *Pastos y Forrajes* 39(1): 64-71.
- Dos-Santos, J. R. S., Lopes, J. R. G., Madeiros, R. M. A., Riet-Correa, F. 2018. Embryonic mortality and abortion in goats caused by ingestion of *Poincianella pyramidalis*. *Pesq. Vet. Bras.* 38(7):1259-1263.
- Duarte, G., Flores, J. A., Malpoux, B., Delgadillo, J. A. 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Dom. Anim. Endoc.* 35(4):362-370.

- FIRA. (1999) "Oportunidades de desarrollo en la industria de la leche y carne de cabra en México", boletín informativo. 32(13) Noviembre FIRA, México. 2-9 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. *Anim. Reprod. Sci.* 116(1-2):85–94.
- Flores, J. A., Véliz, F. G., Pérez-Villanueva, J. A., Martínez de la Escalera, G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpaux, B., Delgadillo, J. A. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol. Reprod.* 62(5):1409-1414.
- Givens, D. M., Marley, M. S. D. 2008. Infectious causes of embryonic and fetal mortality. *Theriogenology.* 70(3):270-285.
- González-Flores, O., Hoffman, K. L., Delgadillo, J. A., Keller, M., Paredes, R. G. 2017. Female sexual behavior in rodents, lagomorphs, and goats. *Horm. Brain. Behav.* 3(1):59-82.
- Haruna, S., Kuroiwa, T., Lu, W., Zabuli, J., Tanaka, T., Kamomae, H. 2009. The effects of short-term nutritional stimulus before and after the luteolysis on metabolic status, reproductive hormones and ovarian activity in goats. *J. Reprod. Dev.* 55(1):39-44.
- Hawken, P. A. R., Martin, G. B. 2012. Sociosexual stimuli and gonadotropin-releasing hormone/luteinizing hormone secretion in sheep and goats. *Domest. Anim. Endocr.* 43(2):85-94.
- Hazlerigg, D., Simonneaux, V. 2015. Seasonal regulation of reproduction in mammals. 4 ed. Knobil and Neill's *Physiology of Reproduction*. Pittsburgh, PA, USA. pp1575-1604.

Hoyos, F. G., H. Salinas, G. P., Sáenz, E. 1987. Caracterización de los sistemas caprinos en la Comarca Lagunera. Reporte del proyecto de sistemas de producción caprino en la Comarca Lagunera. INIFAP – CIID, 1986 - 87. SARH, Matamoros Coah., México. 5-9.

INEGI, México. 2019. <https://www.inegi.org.mx>

Johnson, L., Fabre Nys, C., Chanvailon, A., Francois, D., Fassier, T., Menassol, J. B., Brown, H. M., Lardic, L., Scaramuzzi, R. J. 2001. The effect of Short-Term supplementation and body condition on the pituitary and ovarian responses of anoestrous ewes to the “Ram Effect”. *J. Veterinar. Sci. Technol.* 5(2): 1-10.

Karsch, F. J., Bittman, E. L., Foster, D. L., Goodman, R. L., Legan, S. J., Robinson, J. E. 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Proceedings of the 1983 Laurentian Hormone Conference.* 40(1):185-232.

Lindsay, R. D., Martin, G. B., Williams, I. H. 1993. Nutrition and reproduction. *Reproduction in domesticated animals.* *Reprod. Dom. Anim.* 17(2):459-491.

Martin, G. B., Blache, D., Miller, D. W., Vercoe, P. E. 2010. Interactions between nutrition and reproduction in the management of the mature male ruminant. *J. Anim. Sci.* 4(7): 1214-1226.

Martin, G. B., Kadokawa, H. 2006. “Clean, Green and Ethical”. Case Study: Reproductive efficiency in small ruminants. *J. Reprod. Dev.* 52(1):145-152.

Martin, G. B., Milton, J. T. B., Davidson, R. H., Banchemo Hunzicker, G. E., Lindsay, D. R., Blache, D. 2004. Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. *Anim. Reprod. Sci.* 82-83:231-245.

Martin, G. B., Oldham, C. M., Cognié, Y., & Pearce, D. T. 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams — A review. *Livest. Prod. Sci.* 15(3):219-247.

- Martin, G. B., Walkden-Brown, S. W. 1995. Nutritional influences on reproduction in mature male sheep and goats. *J. Reprod. Fert.* 49:437-449.
- Matthews, J. 2016. *Diseases of the Goat*, 4 Ed. John Wiley & Sons, Ltd. 18-34 p
- Mellado, M., Foote, R. H., Rodriguez, A., Zarate, P. 1991. Botanical composition and nutrient content of diets selected by goats grazing on desert grassland in northern Mexico. *Small Rumin. Res.* 6(1-2):141-150.
- Mellado, M., Hernández, J. R. 1996. Ability of androgenized goat wethers and does to induce estrus in goats under extensive conditions during anestrus and breeding seasons. *Small Rumin. Res.* 23(1):37-42.
- Mellado, M., Vera, A., Loera, H. 1994. Reproductive performance of crossbred goats in good or poor body condition exposed to bucks before breeding. *Small Rumin. Res.* 14(1):45-48.
- Moeller, R. B. 2001. Causes of caprine abortion: Diagnostic assessment of 211 cases (1991–1998). *J. Vet. Diagn. Invest.* 13(3):265-270.
- Molle, G., Landau, S., Branca, A., Sitzia, M., Fois, N., Ligios, S., Casu, S. 1997. Flushing with soybean meal can improve reproductive performances in lactating Sarda ewes on a mature pasture. *Small Rumin. Res.* 24(3):157-165.
- Morand-Fehr, P., Fedele, V., Decandia, M., Le Frileux, Y. 2007. Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Rumin. Res.* 68(1-2): 20-34.
- Muñoz-Gutiérrez, M., Blache, D., Martin, G. B., Scaramuzzi, R. J. 2002. Folliculogenesis and ovarian expression of mRNA encoding aromatase in anoestrous sheep after 5 days of glucose or glucosamine infusion or supplementary lupin feeding. *Reproduction.* 124(5):721-731.

- NORMA Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. 2001: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/203498/NOM-062-ZOO-1999\\_220801.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/203498/NOM-062-ZOO-1999_220801.pdf)
- Nottle, M. B., Kleemann, D. O., Grosser, T. I., Seamark, R. F. 1997. Evaluation of a nutritional strategy to increase ovulation rate in Merino ewes mated in late spring-early summer. *Anim. Reprod. Sci.* 47(4):255-261.
- Pellicer-Rubio, M. T., Leboeuf, B., Bernelas, D., Forgerit, Y., Pougard, J. L., Bonné, J. L., Senty, E., Breton, S., Brun, F., Chemineau, P. 2008. High fertility using artificial insemination during deep anoestrus after induction and synchronisation of ovulatory activity by the “male effect” in lactating goats subjected to treatment with artificial long days and progestagens. *Anim. Reprod. Sci.* 109(1-4):172-188.
- Pérez-Clariget, P., Bermúdez, J., Andersson, H., Burgueño, J. 1998. Influence of nutrition on testicular growth in Corriedale rams during spring. *Reprod. Nutr. Dev.* 38(1):529-538.
- Pointron, P., Le-Neindre, P. 1980. Endocrine and sensory regulation of maternal behavior in the ewe. *Adv. Study Behav.* 11(1):75-119.
- Ramírez, R. G., Alonso, D. S., Hernández, G., Ramírez, B. 1995. Nutrient intake of range sheep on a buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) pasture. *Small Rumin. Res.* 17(2): 123-128.
- Rassu, S., Enne, G., Ligios, S., Molle, G., 2004. Nutrition and reproduction. In: Pulina, G. (Ed.), *Dairy Sheep Nutrition*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 109–128
- Ren, P., Yang, X. J., Railton, R., Jendza, J., Anil, L., Baidoo, S. K. 2018. Effects of different levels of feed intake during four short periods of gestation and housing systems on sows and litter performance. *Anim. Reprod. Sci.* 188:21–34.

- Restall, B. J. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim. Reprod. Sci.* 27(4):305-318.
- Rivas-Muñoz, R., Fitz-Rodríguez, G., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J. A. 2007. Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous or discontinuous exposure to males. *J. Anim. Sci.* 85(5):1257-1263.
- Rivera, G. M., Alanis, G. A., Chavez, M. A., Ferrero, S. B., Morello, H. H. 2003. Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. *Small Rumin. Res.* 48(2):109-117.
- Sáenz-Escárcega, P., Hoyos, F. G., Salinas, G. H., Espinoza, A. J., Guerrero, B. A., Contreras, G. E. 1991. Establecimiento de módulos caprinos con productores cooperantes. In: *Evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera. Coahuila, México: Matamoros.* pp. 24-34.
- Scaramuzzi, R. J., Brown, H. M., Dupont, J. 2010. Nutritional and metabolic mechanisms in the ovary and their role in mediating the effects of diet on folliculogenesis: A perspective. *Reprod. Dom. Anim.* 45(3):32-41.
- Scaramuzzi, R. J., Campbell, B. K., Downing, J. A., Kendall, N. R., Khalid, M., Muñoz-Gutiérrez, M., Somchit, A. 2006. A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reprod. Nutr. Dev.* 46(4):339-354.
- Scaramuzzi, R. J., Martin, G. B. 2008. The importance of interactions among nutrition, seasonality and socio-sexual factors in the development of hormone-free methods for controlling fertility. *Reprod. Dom. Anim.* 43(2):129-136.
- Scaramuzzi, R. J., Oujagir, L., Menassol, J.-B., Freret, S., Piezel, A., Brown, H. M., Fabre Nys, C. 2013. The pattern of LH secretion and the ovarian response to the "ram effect" in the anoestrous ewe is influenced by body condition but not by short-term nutritional supplementation. *Reprod. Fert. Develop.* 26(8): 1154.

- Scaramuzzi, R. J., Zouaïdi, N., Menassol, J. B., Dupont, J. 2015. The effects of intravenous, glucose versus saline on ovarian follicles and their levels of some mediators of insulin signalling. *Reprod. Biol. Endocr.* 13(6):1-14.
- Schrick, N. F., Keith Inskip, E., Butcher, R. L. 1993. Pregnancy rates for embryos transferred from early postpartum beef cows into recipients with normal estrous cycles. *Biol. Reprod.* 49(3):617-621.
- SIAP, (2017). Población caprina en México 2008-2017. Recuperado el 05 de Noviembre de 2019. De: [http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/412565/Caprino\\_2017.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/412565/Caprino_2017.pdf).
- Silanikove, N. 2000. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Rumin. Res.* 35(3):181-193.
- Silva, C. A. L., Pessoa, D. A. N., Lopes, J. R. G., Dos-Santos, J. R. S., Olinda, R. G., Riet-Correa, F. 2017. Embryonic death and abortion in goats caused by ingestión of *Amorimia septentrionalis*. *Pesq. Vet. Bras.* 37(12):1401-1404.
- Simões, J., Potes, J., Azevedo, J., Almeida, J. C., Fontes, P., Baril, G., Mascarenhas, R. 2005. Morphometry of ovarian structures by transrectal ultrasonography in serrana goats. *Anim. Reprod. Sci.* 85(3-4):263-273.
- Somchit, A. A. 2011. Influence of nutritional management on folliculogenesis in ewes. *Thai J. Vet. Med. Suppl.* 41(3):25-29.
- Somchit, A., Campbell, B. K., Khalid, M., Kendall, N. R., Scaramuzzi, R. J. 2007. The effect of short-term nutritional supplementation of ewes with lupin grain (*Lupinus luteus*), during the luteal phase of the estrous cycle on the number of ovarian follicles and the concentrations of hormones and glucose in plasma and follicular fluid. *Theriogenology.* 68(7):1037-1046.

- Sormunen-Cristian, R., Jauhiainen, L. 2001. Comparison of hay and silage for pregnant and lactating finnish Landrace ewes. *Small Rumin. Res.* 39(1):47–57.
- Sreenan, J. M., Diskin, M. G., Morris, D. G. 2001. Embryo survival rate in cattle: a major limitation to the achievement of high fertility. *Fert. High-Prod. Dairy Cow.* 26(1):93-104.
- Vargas, L. S., Vázquez, A. R., Mora., Nava, C. R. 1990. Memorias de la VI reunión nacional sobre caprinocultura. San Luis Potosí, S.L.P, México. Pp. 135-140.
- Vielma, J., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B., & Delgadillo, J. A. 2009. Male sexual behavior contributes to the maintenance of high LH pulsatility in anestrous female goats. *Horm. Behav.* 56(4), 444-449.
- Walkden-Brown, S. W., Martin, G. B., Restall, B. J. 1999. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 52(1):243-257.
- Walkden-Brown, S. W., Restall, B. J., Scaramuzzi, R. J., Martin, G. B., Blackberry, M. A. 1997. Seasonality in male Australian Cashmere goats: long term effect of castration and testosterone or estradiol treatment on changes in LH, FSH and Prolactin concentrations and body growth. *Small Rumin. Res.* 26(3):239-252.
- Zabuli, J., Tanaka, T., Lu, W., Kamomae, H. 2010. Intermittent nutritional stimulus by short-term treatment of high-energy diet promotes ovarian performance together with increases in blood levels of glucose and insulin in cycling goats. *Anim. Reprod. Sci.* 122(3-4):288-293.