

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



**Efecto de la administración de GnRH sobre el comportamiento sexual de
carneros de la raza Dorper.**

Por:

DANIEL HUMBERTO PIZAÑA TELLO

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 PRODUCCIÓN ANIMAL

Efecto de la administración de GnRH sobre el comportamiento sexual de carneros de la raza Dorper.

Por:

DANIEL HUMBERTO PIZAÑA TELLO

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:

F. D. H. R.

Dr. Fernando Arellano Rodríguez
Presidente

Dr. Juan Manuel Guillen Muñoz
Vocal

Dr. Oscar Ángel García
Vocal

Dra. Viridiana Contreras Villareal
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

Efecto de la administración de GnRH sobre el comportamiento sexual de carneros de la raza Dorper.

Por:

DANIEL HUMBERTO PIZAÑA TELLO

TESIS

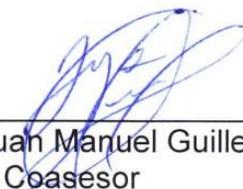
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:

F. A - 11 - 2.

Dr. Fernando Arellano Rodríguez
Asesor Principal


Dr. Juan Manuel Guillen Muñoz
Coasesor


Dr. Oscar Ángel García
Coasesor


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



Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2019

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Mater por aceptarme ser parte de ella, darme formación como un profesionalista y siempre estaré agradecido.

A mis hermanos, Julián y Dulce por ser parte de mi familia, darme su apoyo incondicional y siempre confiar en mí.

A mis queridos amigos Narro, Manuel, Santiago, Luis, Emmanuel, Diego, Leonardo, por estar conmigo desde que los conocí, brindarme su apoyo, regañarme, motivarme, por ser compañeros, colegas, amigos y familia, siempre estaré agradecido con ustedes por formar un lazo de amistad.

Al Dr. Oscar Ángel García, gracias brindarme todo su apoyo, permitirme ser parte de este proyecto, siempre estaré agradecido por su amistad, por los consejos recibidos y por siempre tenerme la atención durante la realización de mi tesis de titulación a pesar de que lo molestaba mucho. Gracias Doc.

A mis asesores, Dr. Fernando Arellano Rodríguez, Dr. Juan Manuel Guillen Muñoz por permitirme ser parte de este proyecto, brindarme todo su apoyo y los consejos recibidos.

Al Dr. Fernando E. Zatarain Hernández, por complementar mi formación como profesionalista, por todo su apoyo brindado y consejos bien recibidos.

A mis compañeros de trabajo, Alfredo, Lázaro, Santiago, Armando, Ramón, Ángel, quienes me brindaron todo su apoyo, enseñanza y consejos recibidos.

A mis primos, Felipe, Fortino, Emmanuel, quienes estuvieron conmigo, brindándome su apoyo y consejos bien recibidos.

DEDICATORIA

A Dios, por darme esta oportunidad de cumplir con una de mis grandes metas, darme toda la fuerza, salud y por ser mi motor día a día, el valor y la perseverancia para saber salir adelante ante cualquier circunstancia.

A mi padre, Humberto Pizaña Rosales, con mucho cariño, con días desvelo, cansado, desbastado, con ganas de rendirme, pero siempre tú, con tus palabras de aliento y motivarme a finalizar mi tesis, que todos estos años de trabajo por siempre darme la mejor educación posible para lograr verme como un profesionalista, ha valido la pena y serán concluidos pronto, que estés tan orgulloso como lo estoy de mi misma. Gracias por todo tu esfuerzo, por jamás rendirte, trabajar arduamente por nunca verme carecer, darme lo justo que necesitaba, apoyarme en mis sueños y metas, quererme, darme consejos, pero también regañarme, enojarte por mis malas decisiones, pero aun así queriéndome como hijo. Esto es por ti Papá, gracias.

A mi madre, María Tello Díaz, es un orgullo que seas mi madre y esperó esté muy orgullosa de mi como yo lo estoy, es por eso que te dedico mi tesis de titulación, gracias por todos los sacrificios que has dado por mí, jamás rendirte, trabajar arduamente por ser mejor persona día con día, formarme como hijo, humano y profesionalista, apoyarme y motivarme aunque a veces pienses que fracasare, por confiar ciegamente en mí y saber que sere el mejor profesionalista, por quererme y amarme, es inigualable el amor de una madre y es por eso que esto es por ti Madre. Gracias.

RESUMEN

Para evaluar si la aplicación de GnRH induce el comportamiento sexual de carneros de la raza Dorper, se llevó a cabo un estudio en el norte de México (26° N) en el que se utilizaron 12 carneros, los cuales fueron divididos en 2 grupos (n=6 c/u), con un peso corporal (80.0±2.8) y una condición corporal de (3.3±0.2 escala del 1-5). El primer grupo (GnRH) de carneros recibió 100 µg de GnRH vía IM cada 3 d durante una semana (7 d). Mientras que un segundo grupo (CONT) recibió 0.5 ml de solución salina fisiológica vía IM cada 3 d durante una semana (7 d). Al final de los tratamientos, a cada grupo de machos se les realizó una prueba de comportamiento sexual, para lo cual se expuso cada macho a una hembra en estro durante 15 min y se registró el comportamiento sexual apetitivo (CSA; olfateo-anogenital, aproximación, pataleo, vocalización) y el comportamiento sexual consumatorio (CSC; deservaine, intento de monta y monta completa, monta con deservaine y monta con eyaculación). La frecuencia de conductas de CSA y CSC se compararon mediante una prueba de χ^2 , utilizando el paquete estadístico SYSTAT 12. Se observaron diferencias estadísticas (P<0.05) tanto para el CSA, como para el CSC, con una mayor proporción de carneros grupo GnRH 77% vs un 23% del grupo CONT, con proporciones similares tanto para CSA como para CSC. Los resultados del estudio sugieren que la administración de GnRH en carneros de la raza Dorper del norte de México (26°N) induce el comportamiento sexual. Por lo anterior, el tratamiento con GnRH durante una semana puede ser utilizado para inducir un mejor desempeño reproductivo de los carneros.

Palabras Clave: GnRH, administración, CSA, CSC.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICTORIA	II
RESUMEN	III
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO	3
3. HIPÓTESIS	3
4. REVISIÓN DE LA LITERATURA	4
4.1. LA OVINOCULTURA	4
4.2. ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA DE LOS PEQUEÑOS RUMIANTES.....	4
4.3. FISIOLÓGÍA DEL EJE HIPOTALAMO-HIPOFISIARIO.	6
4.4. CONTROL REPRODUCTIVO DE LA HEMBRA	7
4.5. CONTROL REPRODUCTIVO DEL MACHO.....	8
4.6. FACTORES QUE REGULAN LA ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA EN EL MACHO	9
4.6.1. FOTOPERIODO.....	9
4.6.2. NUTRICIÓN.....	10
4.6.3. CLIMA	10
4.7. INDUCCIÓN DE LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA EN EL MACHO	11
4.7.1. BIOESTIMULACIÓN SEXUAL.....	11
4.7.2. EFECTO MACHO-HEMBRA.....	12
4.7.3. EFECTO HEMBRA-MACHO.....	13
4.8. INDUCCIÓN DEL COMPORTAMIENTO SEXUAL CON TRATAMIENTOS HORMONALES....	14
4.8.1. GnRH (hormona liberadora de gonadotropinas)	14
4.8.2. Testosterona	14
4.8.3. Melatonina	15
5. MATERIALES Y METODOS	17
5.1. LOCALIZACIÓN Y CONDICIONES AMBIENTALES	17
5.2. ANIMALES Y SU MANEJO	17
5.3. TRATAMIENTO DE LOS MACHOS.....	17
5.4. VARIABLES A EVALUAR	18
5.4.1. PRUEBA DE COMPORTAMIENTO SEXUAL	18
5.4.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	18
6. RESULTADOS	19
7. DISCUSIÓN	21
8. CONCLUSIÓN	23
9. LITERATURA CITADA	24

1. INTRODUCCIÓN

La actividad reproductiva de los pequeños rumiantes se ve afectada por varios factores, como el fotoperiodo, la raza, la presencia del macho, la nutrición (Álvarez *et al.*, 1999; Arroyo, 2011). En los pequeños rumiantes (ovejas y cabras) la actividad reproductiva se inicia cuando las horas luz comienzan a disminuir (Álvarez *et al.*, 2001), lo cual ocurre durante la época de otoño-invierno. Lo anterior, es una forma de adaptación de los animales, que permite a estos la utilización de una serie de mecanismos complejos que informan al animal sobre el estado actual del ambiente y que estos nazcan cuando las condiciones climáticas y ambientales son las más favorables para asegurar el desarrollo y sobrevivencia (Chemineau *et al.*, 2010; Arroyo, 2011). En las ovejas y cabras otro factor importante que rige los ciclos reproductivos y su expresión lo representa la presencia de compañeros con actividad sexual manifiesta, lo cual se conoce que la actividad reproductiva se acelera si existen machos sexualmente activos “efecto macho” (Delgadillo *et al.*, 2009) o hembras en estro “efecto hembra” en el rebaño (Hawken y Martín, 2012). Según (Álvarez *et al.*, 2001) en ovejas y cabras en anestro estacional la introducción de un macho sexualmente activo provoca el reinicio de la actividad reproductiva. Las variaciones fotoperiódicas dependientes de la actividad sexual están acompañadas por cambios detectables en el comportamiento sexual, el tamaño testicular (Hassanin *et al.*, 2013) y la secreción de hormonas (Roselli *et al.*, 2004). El efecto sobre las hormonas reproductivas se manifiesta principalmente al alterar la secreción de GnRH, la que a su vez promueve la liberación de las hormonas

hipofisarias FSH y LH, y más tarde, la secreción de testosterona por los testículos (Polat *et al.*, 2011). Los cambios estacionales en el tamaño y la función testicular se regulan a través de las acciones de LH y FSH. La LH, hormona esencial para el desarrollo y mantenimiento del comportamiento sexual y la libido. Sin embargo, uno de los uno de los factores más importantes que influyen en la bioestimulación es el comportamiento sexual de los machos es (Álvarez y Zarco, 2001; Hawken y Martin, 2012).

En las cabras y ovejas durante el anestro estacional, se puede inducir y sincronizar la actividad sexual con la introducción de un macho a lo cual se le denomina “efecto macho”. Sin embargo, para que se pueda inducir la actividad sexual, los machos deben mostrar un 80% del comportamiento sexual (Veliz *et al.*, 2006). Otros tratamientos han sido destinados a mejorar el flujo sanguíneo testicular y, a su vez, aumentar la función testicular y la fertilidad en el macho, como la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y la gonadotropina coriónica humana (hCG) se consideran hormonas importantes utilizadas en la reproducción y herramientas valiosas para evaluar si la función del sistema endocrino y reproductor del macho es óptima (Gárbor *et al.*, 1997; Parvalier *et al.*, 2015; Samir *et al.*, 2015). Existen otras opciones para inducir la actividad sexual de los machos durante la época de reposo sexual, entre ellos, el tratar a los machos cabríos con testosterona exógena vía intramuscular durante tres semanas (Luna-Orozco *et al.*, 2012; Ángel-García *et al.*, 2015), el cual resulta más barato comparado con los tratamientos fotoperiódicos. Además, existen pocos estudios sobre el comportamiento sexual en carneros a través de la estimulación de la GnRH (Samir *et al.*, 2015).

2. OBJETIVO

- 2.1.1. Evaluar los componentes del comportamiento sexual en machos de la raza Dorper tratados con GnRH en el norte de México.

3. HIPÓTESIS

- 3.1.1. Los machos tratados con GnRH muestran una mayor proporción de los componentes del comportamiento sexual tanto apetitivo como consumatorio.

4. REVISIÓN DE LA LITERATURA

4.1. La Ovinocultura

La producción ovina en el mundo se desarrolla bajo sistemas de pastoreo. Esta situación constituye una gran ventaja económica por el ahorro en los costos de producción, pues estos sistemas generan la mejor relación costo/beneficio y además dan algunas ventajas comparativas a la calidad nutricional de la carne, pero a su vez son muy susceptibles a las variaciones climatológicas estacionales y altamente vulnerables a las sequías extremas (FAO, 2010).

A pesar de que México ha ido avanzando en mejorar su productividad, sólo genera el 70% de la carne ovina que consume, por lo que tiene un mercado interno potencial de unas 30,000 toneladas anuales. Además, nuestro país ha recibido la petición de exportar carne y animales a países como Jordania, Turquía, Libia, India y Corea del sur, además de Centroamérica (Bobadilla-Soto *et al.*, 2017).

La ovinicultura es una actividad difundida en la mayor parte del territorio nacional. A pesar de esto, el inventario ovino nacional no es suficiente para lograr satisfacer la demanda, ya que se necesita importar carne de otros países. A nivel nacional, los estados de México, Hidalgo, Veracruz y Oaxaca ocupan el primero, segundo, tercer y cuarto lugar, respectivamente y poseen el 43.68% del inventario nacional (SAGARPA, 2010).

4.2. Estacionalidad reproductiva de los pequeños rumiantes

El término estacionalidad sexual se refiere a que durante una determinada época del año algunas especies tienen periodos de actividad e inactividad sexual. Existen factores que directamente influyen sobre la reproducción, como la duración del día

y la noche, las interacciones sociales, el fotoperiodo, estrés, nutrición y factores hormonales (Arroyo, 2011; Hawken y Martín, 2012). Los pequeños rumiantes detectan y condicionan su respuesta de actividad reproductiva, presentándose en general durante el final del verano y en el otoño. Esta época se caracteriza por presentar una disminución en las horas luz, el cual es un fenómeno natural que ha sido incorporado por la especie caprina y ovina, como un proceso sincronizador para su reproducción (Cueto *et al.*, 2000). La reproducción es descrita como estacional, en donde el inicio y la duración de la actividad reproductiva depende de varios factores, tales como: la presencia del macho, el sistema de producción y específicamente el fotoperiodo (Duarte *et al.*, 2008). La estacionalidad reproductiva que presentan los caprinos y ovinos debe a 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).

Los pequeños rumiantes son animales poliéstricos estacionales, es decir, presentan actividad sexual únicamente en una estación variada del año, con lo cual, la actividad reproductiva se relaciona íntimamente con el ritmo de producción de la carne, leche y sus derivados (Álvarez y Zarco, 2001). La actividad reproductiva de los animales domésticos puede ser influenciada por varios factores como son: la raza, la localización, el fotoperiodo y la alimentación entre otras (Carillo *et al.*, 2010).

Los animales con reproducción estacional como los ovinos y caprinos con el fin de asegurar la supervivencia de su descendencia y por consiguiente de su especie enfrentan las condiciones del medio ambiente con una estrategia reproductiva bien

definida: seleccionan la época del año más favorable para sus partos en las cuales abundan de alimentos que son adecuados para el desarrollo de sus recién nacidos (Cheminueau *et al.*, 2010). Generalmente ocurren en la primavera, donde encuentran el clima y la disponibilidad de alimento (Heideman, 1994). Para programar su actividad reproductiva los animales utilizan el fotoperiodo (Goodman, 1994).

4.3. Fisiología del eje Hipotalamo-Hipofisiario.

La liberación de la hormona GnRH, producidas por el hipotálamo tiene un efecto en la producción de la hormona luteinizante (LH) y la hormona folículo estimulante (FSH) secretadas en la hipófisis. Las gonadotropinas, en la hembra influyen en el control del desarrollo de los folículos ováricos, ovulación, formación y función del cuerpo lúteo. En el macho estimulan la esteroideogénesis en las células de Leyding y de Sertolí. La inhibina, activina y folistatina son producidas por las gónadas y reguladas por la liberación de FSH por la pituitaria. La inhibina reduce la producción de FSH mientras que la activina aumenta la producción de FSH independientemente del GnRH (Squires, 2003).

Según (Álvarez *et al.*, 2001) en ovejas y cabras en anestro estacional la introducción de un macho sexualmente activo provoca el reinicio de la actividad reproductiva. En efecto, el entorno social, los estímulos sensoriales, las señales socio sexuales, pueden alterar profundamente muchos procesos fisiológicos y de comportamiento, incluyendo reproducción (Wyatt, 2010; Hawken y Martín, 2012). Lo anterior, resulta en la activación de la secreción de la hormona luteinizante (LH) y la ovulación sincronizada (Gelez y Fabre-Nys, 2004; Chanvallon *et al.*, 2010). Sin embargo, esta

respuesta puede ser afectada por varios factores como duración del contacto entre machos y hembras, proporción de hembras por macho, nulo contacto entre individuos, intensidad del estímulo, y la edad de los animales (Hawken y Martín, 2012).

4.4. Control reproductivo de la hembra

Los caprinos detectan las variaciones anuales en la duración del fotoperiodo, utilizan una compleja red neural a nivel central y transforman la señal luminosa en una señal hormonal a través de la síntesis y secreción de melatonina (Malpoux *et al.*, 1996). En este mecanismo, la luz es captada en el ojo, a través de la retina, la señal luminosa, se transforma en una señal eléctrica que es conducida de la retina al hipotálamo por medio del tracto retinohipotalámico; en el hipotálamo, el núcleo supraquiasmático capta la señal y posteriormente se transfiere al núcleo paraventricular; finalmente al cerebro posterior, específicamente al ganglio cervical superior; en este punto se libera noradrenalina, la cual es captada por los receptores alfa y beta adrenérgicos, en la membrana basal de los pinealocitos, se induce la síntesis de N-acetil-transferasa, enzima fundamental en la síntesis de melatonina (Arent, 1998); de esta manera, la hormona se sintetiza en los pinealocitos de la glándula pineal durante las horas de oscuridad a partir del aminoácido triptófano (McMillen *et al.*, 1998). La menor duración en la secreción de melatonina durante los días largos, permite la síntesis de dopamina e induce el anestro estacional. Durante los días cortos, la mayor duración en la síntesis y secreción de melatonina, inhibe la producción de dopamina, con el subsecuente restablecimiento de la actividad estral y la ovulación (Karsh, 1984; Viguie *et al.*, 1997). La actividad sexual de las cabras puede ser inducida durante los periodos de anestro, utilizando

hormonas exógenas, tales como: progestágenos, eCG, melatonina, prostaglandina, entre otros (Menchaca *et al.*, 2003; Delgadillo *et al.*, 2003). El análisis con las diferentes categorías que componen el estado reproductivo del rebaño resulta de gran interés por construir la base del control de la reproducción en la ganadería (Bertot *et al.*, 2006).

4.5. Control reproductivo del macho.

Aunque la actividad espermática y el comportamiento sexual siempre están presentes hay una variación marcada según la estación del año en que se encuentren (Chemineau *et al.*, 2010), durante el reposo sexual la secreción de LH, de testosterona, el peso testicular y de producción espermática cualitativa y cuantitativa se encuentran reducidos (Delgadillo *et al.*, 1999; Delgadillo *et al.*, 2001), por lo tanto en dicho periodo el comportamiento sexual de los machos se ve reducido, el número de montas disminuye y las copulaciones pueden desaparecer totalmente. Esta estacionalidad reproductiva depende principalmente de las variaciones anuales del fotoperiodo (Delgadillo *et al.*, 2004; Duarte *et al.*, 2010), esta acción se genera a nivel de eje hipotálamo – hipofisario – gonadal mediante la vía de la epífisis o glándula pineal. Dicha glándula recibe las variaciones de horas luz por día y actúa transformando los impulsos ópticos en hormona melatonina (Lincoln, 1980; Chemineau *et al.*, 1986). Gracias a la melatonina se regula la secreción de GnRH (hormona liberadora de gonadotropinas), la que a su vez influye sobre la secreción de gonadotropinas LH y FSH. Durante el día la información lumínica captada inhibe la síntesis de dicha hormona, por lo que la melatonina solo es sintetizada durante la noche. Durante los días largos la duración de la secreción

será corta, mientras que en los días cortos esta duración de la secreción será más extensa (Mailliet *et al.*, 2004).

4.6. Factores que regulan la estacionalidad reproductiva en el macho

Existen factores capaces de alterar este equilibrio: el fotoperiodo que por la vía sensorial ocular modula la intensidad de la actividad sexual; la presencia de parejas sexualmente a través de la vía sensorial olfativa y el nivel alimenticio (Chemineau y Delgadillo, 1993). En el macho las características reproductivas también se ven influenciadas por la época del año. La nutrición es especialmente importante en la producción, calidad seminal e intensidad de la libido, por lo que los sementales deben recibir suplementación antes del empadre. También se ha demostrado el efecto del fotoperiodo sobre la actividad sexual (Trejo, 1989; Delgadillo *et al.*, 2004)

4.6.1. Fotoperiodo

La repetibilidad del ciclo anual de reproducción observado en los caprinos locales de la Comarca Lagunera sugiere que el fotoperiodo sincroniza el inicio y final de la actividad sexual en estos animales (Delgadillo *et al.*, 2004). El fotoperiodo controla la secreción de melatonina, esta hormona es la responsable de la sincronización del ritmo anual de la reproducción. El estímulo luminoso recibido en la retina, es transmitido hasta la glándula pineal, la cual secreta melatonina solamente los períodos de oscuridad. Una larga duración en la secreción de melatonina es percibida como un día corto, mientras que una corta duración de secreción es percibida como día largo. Los modos de acción de la melatonina no son conocidos totalmente pero el efecto final durante un día corto es modular la secreción de GnRH

que a su vez controla la secreción de LH y FSH (Karsh *et al.*, 1984; Mailliet *et al.*, 2004).

4.6.2. Nutrición

Otro factor que se ha mencionado importante en la modulación de la actividad sexual de los pequeños rumiantes es la alimentación (Delgadillo *et al.*, 2004). Los factores nutricionales necesarios para una reproducción exitosa son la energía, proteínas, vitaminas y minerales. Los niveles de energía de la dieta, así como la calidad de los forrajes influyen considerablemente en las características del eyaculado y actúan como moduladores de su calidad (Delgadillo *et al.*, 2000). Se encontró una correlación entre el desarrollo testicular y el incremento de peso corporal (Delgadillo y Chemineau, 1992), por lo que en situaciones de subalimentación, el testículo experimenta una pérdida volumétrica muy superior a la evidenciada en el peso total del animal (relación 3:1) (Thwaites y Hannan, 1989). Cuando los caprinos adultos son alimentados con raciones bajas en energía por períodos prolongados, la libido y la producción de testosterona son afectados mucho antes que las características del semen; los efectos de la desnutrición pueden corregirse cuando los animales ya están maduros, pero es más difícil en animales jóvenes por el daño permanente causado al epitelio germinal de los testículos (Hafez, 1993).

4.6.3. Clima

Una variación en el clima por época caracteriza a la mayoría de los animales y, como consecuencia, los mamíferos al menos tienen una tendencia a la estacionalidad (Fajersson, 1999). Las razas originarias de las zonas tropicales, en

donde las variaciones fotoperiódicas son de baja amplitud, el inicio de la actividad sexual, puede iniciarse en cualquier época del año (Chemineau *et al.*, 1984). Por ello, en estas latitudes el fotoperiodo no tiene influencia alguna sobre el inicio de la actividad sexual. La disponibilidad de la alimentación, el régimen de lluvias o la temperatura son los factores del medio ambiente que modulan en estas latitudes, la actividad reproductiva de los caprinos (Ortavant *et al.*, 1985).

4.7. Inducción de la actividad reproductiva en el macho

Existen diversas razones para manipular la actividad sexual en los caprinos. Primero, la sincronización de estro puede servir para controlar el tiempo de reproducción y la ocurrencia de los partos para un mejor manejo del rebaño y facilitar en gran medida la utilización de los programas de inseminación artificial, fecundación *in vitro* y la ovulación múltiple, así como la transferencia de embriones (Córdova-Izquierdo *et al.*, 2008; González-Stagnaro, 1993). De igual modo, el control de la reproducción permite inducir la actividad sexual en animales con reproducción estacional lo cual disminuiría el intervalo de tiempo requerido para producir nuevas generaciones de individuos dentro del hato.

4.7.1. Bioestimulación sexual

La bioestimulación refiere a los efectos estimativos de un macho o una hembra para la activación fisiológica reproductiva causados entre individuos. En este fenómeno están implicadas señales como las feromonas. Estas feromonas son mensajeros químicos orgánicos secretados por las glándulas exocrinas. Son parte muy importante en la reproducción animal ya que juegan un papel en la preservación de

las especies por su interacción en el proceso de Bioestimulación sexual (Álvarez y Zarco *et al.*, 2001; Córdova *et al.*, 2002).

4.7.2. Efecto macho-hembra

El efecto macho constituye un estímulo social que permite iniciar la actividad reproductiva tanto en ovejas y en cabras (Flores *et al.*, 2000; Álvarez y Zarco, 2001; Delgadillo *et al.*, 2003). En la actualidad, es una técnica de bioestimulación que se utiliza en diferentes latitudes del mundo para inducir la actividad sexual de las hembras anéstricas (Walkden-Brown *et al.*, 1999; Delgadillo *et al.*, 2003). En las cabras y las ovejas que pertenecen a las zonas y que presentan anestro estacional, la actividad sexual puede ser estimulada y sincronizada mediante la introducción de un macho inducido a la actividad sexual, este estímulo provoca un incremento de la pulsatilidad de la LH, sincroniza el estro y la ovulación (Flores *et al.*, 2000; Rosa *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2004; Martin *et al.*, 2004; Ungerfeld *et al.*, 2004; Veliz *et al.*, 2006). La secreción de la LH permanece elevada mientras exista el contacto macho-hembra. (Vielma *et al.*, 2009). Los machos tratados fotoperiódicamente, son capaces de estimular la actividad sexual de las hembras mantenidas en condiciones extensivas de igual manera que aquellas mantenidas en confinamiento (Fitz-Rodríguez, 2004; Delgadillo *et al.*, 2006).

Sin embargo, en las razas que no manifiestan una marcada estacionalidad reproductiva, la actividad sexual de las hembras puede ser estimulada por los machos en cualquier época del año (Chemineau, 1983). En las razas caprinas estacionales, la respuesta de las hembras al efecto macho es mejor cuando se realiza un mes antes del inicio del periodo natural de actividad sexual o un mes

después del final de la estación sexual anual (periodo de transición) (Mellado *et al.*, 2000). Sin embargo, la introducción repentina de machos sexualmente activos es capaz de inducir a la actividad sexual en las hembras en la época de anestro estacional (Delgadillo *et al.*, 2002). Otro factor muy importante para que la mayoría de las hembras respondan adecuadamente al ser sometidas al efecto macho, es el tiempo de contacto entre ambos sexos (Bedos *et al.*, 2010) demostraron que el contacto de sólo 4 h diarias con machos sexualmente activos, es suficiente para estimular la actividad ovulatoria en cabras anovulatorias.

4.7.3. Efecto hembra-macho

Al igual que las hembras son estimuladas en el efecto macho, los machos cabríos también pueden ser estimulados por la presencia de hembras en estro para que a su vez estimulen a otras hembras en anestro. Este proceso se le denomina “efecto hembra indirecto” (Álvarez y Zarco., 2001; Schanbacher *et al.*, 1987) demostraron que en ovinos la estimulación de los machos por hembras inducidas artificialmente al estro es más eficiente durante el periodo de reposo sexual de los machos. Estos responden con un incremento en la frecuencia de los pulsos de LH y un incremento de los niveles de LH plasmáticos acompañado también de un aumento de los niveles de testosterona. Estos autores también observaron en los machos estimulados que se manifestaron las conductas como aproximaciones, olfateos anogenitales, pataleos, montas y montas con eyaculación cuando fueron puestas en contacto con las hembras en celo.

4.8. Inducción del comportamiento sexual con tratamientos hormonales

4.8.1. GnRH (hormona liberadora de gonadotropinas)

La GnRH es un decapeptido sintetizado en el núcleo arcuato, supraquiasmático y en el área preóptica del hipotálamo. Esta hormona actúa esencialmente en las células de la glándula pituitaria llamadas gonadotrofos, donde existen receptores específicos para esta hormona, los cuales son responsables de la síntesis y la liberación de las gonadotropinas. La respuesta de la hipófisis a la GnRH depende de la relación entre la concentración plasmática de LH y estradiol. Se ha demostrado que las inyecciones repetidas de GnRH aumentan la concentración de progesterona plasmática en las hembras y de testosterona en los machos (Ruckebush *et al.*, 1994). Se ha observado que al administrar GnRH por medio de infusión constante, sus receptores presentes en adenohipófisis, regulan en forma descendente la secreción de LH hasta llegar a cero, no obstante, si se le administra GnRH en forma episódica con la frecuencia de una dosis por hora se estimula la secreción de LH. La LH y FSH influyen en la producción de esteroides sexuales por las gónadas y afecta la espermatogénesis, ovogénesis y ovulación. La LH estimula a las células de Leydig para secretar testosterona, esta hormona ejerce un efecto de retroalimentación inhibiendo la secreción de la LH, al actuar directamente sobre la secreción de GnRH del hipotálamo (Ganong, 2000).

4.8.2. Testosterona

La testosterona es la hormona principal de los testículos, ya que es un esteroide que se sintetiza a partir de la androstenediona. La secreción de testosterona se encuentra bajo el control de la LH, y el mecanismo mediante el cual la LH estimula

a las células de Leydig incluye a la formación de AMP cíclico y actividad de RNA mensajero (Ruckebush *et al.*, 1994). La testosterona junto con otros andrógenos ejerce un efecto retroalimentador inhibitor sobre la secreción de LH actuando directamente sobre la hipófisis, inhibiendo la secreción de GnRH del hipotálamo. Junto con la FSH la testosterona mantiene la espermatogénesis (Chemineau y Delgadillo, 1994)

Los machos cabríos tratados con testosterona inducen eficientemente a cabras de anestro. Por ejemplo (Crocker *et al.*, 1982), reportaron que mediante el tratamiento con testosterona a machos cabríos castrados se indujo a la actividad estral el 74% de las cabras en los primeros 13 días, después de la introducción de los machos, mientras que el grupo testigo expuesto a machos cabríos castrados no tratados fue solamente del 17%.

4.8.3. Melatonina

La época de actividad reproductiva está regulada por un ritmo hormonal endógeno, sincronizado por estímulos del medio ambiente, siendo el fotoperiodo el más importante. Estímulos de luz solar son recibidos por la retina y transmitidos a la glándula pineal, donde se convierten a estímulos hormonales (melatonina), misma que regula el eje reproductivo endocrino (Gerlach y Aurich, 2000). Los tratamientos con melatonina exógena, imitan el efecto de días cortos, generalmente estimulan la actividad reproductiva de los criadores de días corto. En las ovejas de latitudes templadas, implantes subcutáneos son normalmente insertados alrededor del solsticio de verano (Haresign *et al.*, 1990).

El uso comercial de la melatonina exógena en ovejas y cabras ha sido autorizado en varios países de la Unión Europea. En latitudes mediterráneas, los implantes de melatonina han sido por lo general utilizados alrededor del equinoccio de primavera, precedida por la separación de las hembras de los machos por 45 días. Esto optimiza la actividad reproductiva, facilitando una mejor sincronización de parto (Chemineau *et al.*, 1996). Recientemente se ha demostrado que el uso de la melatonina (Zarazaga *et al.*, 2009) o una combinación de días largos y melatonina (Zarazaga *et al.*, 2011) induce la actividad reproductiva durante el anestro estacional sin separación de los machos. Sin embargo, el uso de días largos solo no induce el estró en un porcentaje suficientemente alto de las hembras (Zarazaga *et al.*, 2011).

El uso del efecto macho, acompañado por días largos artificiales y / o implantación de melatonina, es muy eficaz en las latitudes mediterráneas, aumentando el rendimiento reproductivo respecto a la alcanzada por el efecto macho solo. Altos rendimientos reproductivos fueron vistos en el macho después de la administración de melatonina sola (Zarazaga *et al.*, 2009) o melatonina en combinación con días largos, pero no con días largos solos (Zarazaga *et al.*, 2011).

5. MATERIALES Y METODOS

5.1. Localización y condiciones ambientales

El experimento fue realizado de abril a mayo, en una explotación de ovinos con manejo intensivo en un área semidesértica del norte de México (Comarca Lagunera, 26° 23'N, 104'O, altitud 1140 msnm). Con una precipitación media anual de área de estudio es de 230 mm y una altitud de 1122 msnm. La temperatura ambiente es de 41 °C en mayo y junio y bajas de 3°C en diciembre y enero. Los rangos de humedad relativa van desde 26,14 % y 60.59 y duración de hora luz de 13 h, 41 min durante el solsticio de verano (junio) a 10 h, 19 min en solsticio de invierno (diciembre).

5.2. Animales y su manejo

Se utilizarán 12 machos de la raza Dorper, de 2 a 4 años de edad, con fertilidad probada (utilizados en monta natural), que fueron divididos en dos grupos (n=6 c/u) homogéneos en cuanto a peso y condición corporal. Los carneros son alimentados dos veces al día (1000 y 1800 h) con sobrante de ganado lechero (17% PC y 1.5 EM), y reciben sales minerales y agua a libre acceso.

5.3. Tratamiento de los machos

A un primer grupo de machos (GnRH) se le aplicarán 100 µg de acetato de busserelina vía IM cada 3 d durante una semana (7 d). Mientras que un segundo grupo (CONT) recibió 0.5 ml de solución salina fisiológica vía IM cada 3 d durante una semana (7 d).

5.4. Variables a evaluar

5.4.1 Prueba de comportamiento sexual

Al finalizar los tratamientos cada macho de ambos grupos fue expuesto a una hembra estrogenizada, para lo cual se aplicaron 2 mg de cipionato de estradiol vía IM, se les realizó una prueba de comportamiento sexual (1h x 2 d), en donde se registró el comportamiento sexual apetitivo (CSA: Flemen, Olfateo genital, Aproximaciones, Pataleo, Vocalización y Desenvaine del pene), así como también el comportamiento sexual consumatorio (CSC: Intento de monta, Monta y Monta con eyaculación).

5.4.2 Análisis estadísticos

Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) usando el procedimiento Modelo Lineal General (GLM). Las medias obtenidas del número de frecuencias de cada componente del comportamiento sexual fueron comparadas a través de una Chi². Todos los datos fueron analizados utilizando el paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc. Cary. NC. USA, V9.1). Las diferencias se consideraron significativa a un valor de $P \leq 0.05$.

6. RESULTADOS

Los resultados sobre el porcentaje de los componentes del comportamiento sexual (CSA, CSC) mostrado por ambos grupos se muestran en el cuadro 1. Se observaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) tanto para el CSA, como para el CSC, encontrándose de manera general que los carneros del grupo GnRH mostraron la mayor proporción (GnRH 77% vs un 23% grupo CONT), con proporciones similares tanto para CSA (77.1%) como para CSC (76.5%). Mientras que el grupo control mostro las proporciones más bajas del comportamiento sexual tanto para el CSA como para el CSC (23%).

Cuadro 1. Distribución del comportamiento sexual apetitivo (CSA) y consumatorio (CSC) de carneros de la Raza Dorper tratados con 100 µg de GnRH o carneros no tratados (Control) expuestos a una hembra en estro durante 15 minutos en el mes de noviembre (26°, LN).

Variables	Día 0		Día 7	
	Control	GnRH	Control	GnRH
CSA %	57.4 ^a	42.6 ^a	22.9 ^a	77.1 ^b
Olfateos ano-genital (n)	21 ^a	22 ^a	15 ^a	35 ^b
Aproximaciones (n)	28 ^a	15 ^a	5 ^a	29 ^b
Pataleos (n)	23 ^a	15 ^a	2 ^a	10 ^b
Vocalizaciones (n)	2 ^a	3 ^a	0 ^a	0 ^a
Total	74.0	55.0	22.0	74.0

CSC %	45.6 ^a	54.4 ^a	23.5 ^a	76.5 ^b
Desenvaine (n)	29 ^a	27 ^a	3 ^a	25 ^b
Intentos de monta (n)	0 ^a	2 ^a	2 ^a	3 ^a
Montas completas (n)	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Montas con desenvaine (n)	4 ^a	11 ^a	3 ^a	5 ^a
Montas con eyaculación (n)	3 ^a	3 ^a	4 ^a	6 ^a
Total	36.0	43.0	12.0	39.0

a,b Literales con superíndice diferentes entre columnas difieren a $P \leq 0.05$

7. DISCUSIÓN

El comportamiento sexual realizado por el grupo tratado con GnRH fue mayor en comparación con el grupo control. Es probable que este intenso comportamiento sexual mostrado por el grupo GnRH pudo deberse probablemente a que cuando se aplica GnRH se alcanzan niveles sanguíneos elevados de testosterona. En efecto, se conoce que la administración de GnRH en equinos provoca el aumento de las concentraciones de LH y testosterona (Parlaviet *et al.*, 2001). Lo que está de acuerdo con un trabajo realizado por Soto *et al.* (2001) mostraron que en machos mestizos, explotados bajo condiciones tropicales aumentan sus niveles de testosterona a partir del estímulo con GnRH, además estos machos mostraron niveles medios de testosterona (7.9 ± 3.8 ng/ml) antes de la estimulación y después de la estimulación la concentración promedio fue más alta (12.9 ± 6.2 ng/ml), esto puede explicar el alto comportamiento mostrado por los machos tratados con GnRH en nuestro trabajo. En equinos, se ha demostrado que la estimulación con GnRH induce un aumento significativo en la concentración de LH plasmática para los caballos tratados con GnRH (4.6 ± 1.6 ng/ml) y (4.5 ± 1.5 ng/ml) para el control, respectivamente (Parlaviet *et al.*, 2001). Lo anterior, puede estar relacionado al bajo comportamiento sexual promedio mostrado tanto del CSA como del CSC mostrado por los machos del grupo control (23%) que no recibieron ningún estímulo en comparación del comportamiento mostrado por los machos del grupo GnRH (77%), ya que se conoce que después de la estimulación con GnRH, en sementales con falta de libido, estos tuvieron un aumento significativo en la producción de testosterona, lo anterior demuestra que la estimulación con GnRH puede ser un

método valioso para evaluar si la función del sistema endocrino reproductivo del semental es óptima (Parlaviet *et al.*, 2001; Samir *et al.*, 2015). En general, se ha demostrado que el uso de GnRH mejora el flujo sanguíneo testicular y, a su vez, aumenta la función testicular, lo que es de gran valor para la fertilidad en el macho. La GnRH se considera una hormona importante que se utiliza en la reproducción y una herramienta valiosa para evaluar si la función del sistema endocrino reproductor del macho es óptima (Gábor *et al.*, 1997; Samir *et al.*, 2015).

8. CONCLUSIÓN

La aplicación de GnRH en los machos de la raza Dorper del norte de México estimula un mayor comportamiento sexual, lo anterior demuestra que la estimulación con GnRH puede ser un método valioso para mejorar la función del sistema endocrino reproductivo en los machos ovinos.

9. LITERATURA CITADA

1. Álvarez L., y Zarco L., 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Veterinaria México*. 32:117-129.
2. Álvarez, L., Zarco, L.A., 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet. Méx.* 117-129.
3. Arent, J. 1998. Melatonin and the pineal gland: influence on mammalian seasonal and circadian physiology. *Reviews of Reproduction*. 3:13-22.
4. Arroyo, J. (2011). Estacionalidad reproductiva de la oveja en México. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(3). 829-845.
5. 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. *Horm Behav*. 473-477.
6. Bertot, J., Vázquez, R., Avilés, R., Armas, R., Garay, M., Loyola, C., Honrach, M. 2006. Análisis del comportamiento estacional y tendencia de las categorías reproductivas y os nacimientos en empresas pecuarias lecheras. *Revista Producción Animal*. 2: 149-154.
7. Bobadilla-Soto, E. E., Flores-Padilla, J. P., & Perea-Peña, M. (2017). Comercio exterior del sector ovino mexicano antes y después del Tratado de Libre Comercio con América del Norte. *Economía y Sociedad*, 21(37). 35-49.
8. Bronson F.H., 1985. *Mammalian Reproduction: an Ecological Perspective*. *Biol.Reprod.*32:1-26.

9. Carrillo E., Meza-Herrera CA., Véliz FG., 2010. Estacionalidad reproductiva de los machos cabríos de la raza Alpino-Francés adaptados al subtrópico Mexicano. *Rev Mex Cienc Pecu* 2010; 1(2): 169-170.
10. Carrillo E., Tejada L.M., Meza-Herrera C.A., Arellano-Rodríguez G., García J.E., De Santiago-Miramontes M.A., Mellado M., Véliz F.G., 2011. Response of sexually inactive French Alpine bucks to the stimuli of goats in oestrus. *Livestock Science* (2011) 141: 202.
11. Carrillo E., Véliz FG., Flores JA., Delgadillo JA., 2007. El decremento en la proporción macho-hembras no disminuye la capacidad para inducir la actividad estral en cabras anovulatorias. *Téc Pecu Méx* 2007; 45 (3): 319-320.
12. Carrillo, E., Véliz, F. G., Flores, J. A., & Delgadillo, J. A. (2007). El decremento en la proporción macho-hembras no disminuye la capacidad para inducir la actividad estral de cabras anovulatorias. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 45(3), 319-328.
13. Chanvallon, A., Blache, D., Chadwick, A., Esmaili, T., Hawken, P. A. R., Martin, G. B., & Fabre-Nys, C. (2010). Sexual experience and temperament affect the response of Merino ewes to the ram effect during the anoestrous season. *Animal reproduction science*, 119(3-4), 205-211.
14. Chemineau P., Guillaume D., Migaud M., Thiéry JC., Pellicer-Rubio MT., Malpoux B., 2008. Seasonality of Reproduction in Mammals: Intimate Regulatory Mechanisms and Practical Implications. *Reprod Dom Anim* (2008) 43: 40.
15. Chemineau P. 1983. Effect on oestrus and ovulation of exposing creole goats to the male at three times of the year. *J Reprod Fertil*, 65-72.

16. Chemineau, P., Bodin, L., Migaud, M., Thiéry, J. C., & Malpoux, B. (2010). Neuroendocrine and genetic control of seasonal reproduction in sheep and goats. *Reproduction in Domestic Animals*, 45, 42-49.
17. Chemineau, P., Daveua, 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. Rumin. Res.* 8: 299-312.
18. Chemineau, P., Malpoux, B., Pelletier, J., Leboeuf, B., Delgadillo, J.A., Deletang, F., Pobel, T., Brice, G., 1996. Use of melatonin implants and photoperiodic treatments to control seasonal reproduction in sheep and goats (In French, with English abstract). *INRA Productions Animals* 9, 45–60.
19. Cueto, M., Gibbons, A., Abad M. 2000. Reproducción en caprinos. *INTA.* 31: 3-4.
20. Delgadillo J.A., Fitz-Rodríguez G., Duarte G., Veliz F.G., Carrillo E., Flores J.A., Vielma J., Hernández H., Malpoux B. 2004. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reprod Fertil Dev*, 471-478.
21. 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*, 727-737.
22. Delgadillo, J.A., Carrillo, E., Morán, J., Duarte, G., Chemineau, P., Malpoux, B. 2001. Induction of sexual activity of male creole goats in subtropical northern Mexico using long days and melatonin. *Journal of Animal Science*, 2245-2252.
23. Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., P., Malpoux, B., 2003. Control de la reproducción de los caprinos

- del subtropico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódico y efecto macho. *Vet Mex*, 69-79.
24. Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpaux, B., 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J Anim Sci*, 2780-2786.
25. 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(4): 362-370.
26. 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. *Anim Reprod Sci*, 65-70.
27. Evaristo C., Rivas-Muñoz, R. y Véliz, F.G. 2008. Los machos cabríos caprinos alpinos tratados con días largos continuos inducen la actividad sexual de las cabras Alpinas mediante el efecto macho. *Memorias de la XX semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED*.
28. Gelez, H., & Fabre-Nys, C. (2004). The "male effect" in sheep and goats: a review of the respective roles of the two olfactory systems. *Hormones and behavior*, 46(3), 257-271.
29. Goodman R.L., 1994. Neuroendocrine control of the ovine estrous cycle. In: E. Knobil; J.D. and Neil (eds.) *The Physiology of Reproduction*. Second edition. Raven Press, New York, N.Y. Pp. 659-709.

30. Hafez, E.S.E., 1993. Reproduction in farm animals Reproductive Health Center IVF/Andrology International Kiawah Island. Sexta Edición South Carolina, USA. Lea & Febiger Filadelfia, 405-423.
31. Hassanin, S. H., Hussein, A. F., Khattab, Y. A., & Abdalla, M. A. (2013). Reproductive performance of rams under arid conditions. *Life Sci. J*, 10(4), 2596-2506.
32. Hawken, P. A. R., & Martin, G. B. (2012). Sociosexual stimuli and gonadotropin-releasing hormone/luteinizing hormone secretion in sheep and goats. *Domestic animal endocrinology*, 43(2), 85-94.
33. Heideman PD., 1994. Seasonal regulation of reproduction in mammals. En: Knobil E, Neil JD, editors. *The Physiology of Reproduction*. New York: Raven Press, 1994: 541-584.
34. Kafi, M., Safdarian, M., & Hashemi, M. (2004). Seasonal variation in semen characteristics, scrotal circumference and libido of Persian Karakul rams. *Small Ruminant Research*, 53(1-2), 133-139.
35. Karsch, F.J., Bittman, E.L., Foster, D.L., Goodman, R.L., Legan, S.J., Robinson, J.E. 1984. Neuroendocrine Basis of Seasonal Reproduction. *Recent. Prog. Horm. Res.* 40: 185-232.
36. Luna-Orozco JR., Guillen-Muñoz JM., De Santiago-Miramontes MA., García JE., Rodríguez-Martínez R., Meza-Herrera CA., Mellado M., Véliz FG., 2012. Influence of sexually inactive bucks subjected to long photoperiod or testosterone on the induction of estrus in anovulatory goats. *Trop Anim Health Prod* (2012) 44: 71.

37. Luna-Orozco, J. R., Guillen-Muñoz, J. M., De Santiago, M. D. L. A., García, J. E., Rodríguez-Martínez, R., Meza-Herrera, C. A., & Véliz, F. G. (2012). Influence of sexually inactive bucks subjected to long photoperiod or testosterone on the induction of estrus in anovulatory goats. *Tropical animal health and production*, 44(1), 71-75.
38. Malpaux, B., Viguie, C., Skinner, D.C., Thiery, J.C., Chemineau, P, 1996. Seasonal breeding in sheep: Mechanism of action of melatonin. *Anim. Reprod. Sci.* 42: 109-117.
39. Martin G.B., Rodger J., Blache D. 2004. Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. *Reprod Fertil Dev.*, 491-501.
40. McMillen, J.C., Houghton, D.C., Young, I.R. 1995. Melatonin and the development of circadian and seasonal rhythmicity. *Journal of Reproduction and Fertility, Suppl.* 49:137-146.
41. Mellado M., Olivas R., Ruiz F. 2000. Effect of buck stimulus on mature and prepubertal Norgestomet - treated goats. *Small Rumin Res*, 269-274.
42. Polat, H., Dellal, G., Baritci, I., & Pehlivan, E. (2011). Annual change of the testosterone hormone in male White goats. *Agricultural sciences in China*, 10(2), 312-316.
43. Price, E. O. (1999). Behavioral development in animals undergoing domestication. *Applied Animal Behaviour Science*, 65(3), 245-271.
44. Ramírez, L., & Zarco Quintero, L. A. (2001). Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Veterinaria México*, 32(2).

45. Roselli, C. E., Larkin, K., Schrunk, J. M., & Stormshak, F. (2004). Sexual partner preference, hypothalamic morphology and aromatase in rams. *Physiology & behavior*, 83(2), 233-245.
46. Ruckebush, Y., Phaneuf, L.P., y Dunlop, R., 1994. Fisiología de pequeñas y grandes especies. 1ª Edic. Edit. El Manual Moderno, S.A. de C.V. México.
47. SAGARPA, 2010. Situación actual de la actividad agropecuaria. En la región Lagunera Coahuila 7.
48. Schanbacher BD, Orgeur P, Pelletier J, Signoret JP. 1987. Behavioural and hormonal responses of sexually experienced Ile-de-France rams to oestrous females. *Anim Reprod Sci*, 293-300.
49. Thwaites, C.J., Hannan, G.D. 1989. The effects of frequency of ejaculation and undernutrition on the size and tone of the ram's testes. *Anim Reprod Sci*, 29-35.
50. Trejo, G.A. 1989. Algunos aspectos reproductivos de los caprinos en las zonas áridas y semiáridas. V Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Zacatecas, Zac. Pp. 51-56.
51. Ungerfeld R., Forsberg M., Rubianes E. 2004. Overview of the response of anoestrous ewes to the ram effect. *Reprod. Fertil. Dev.* 16: 479-490.
52. Véliz, 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(3-4), 300-309.
53. Viguie, C., Thibault, J., Thiery, J.C., Tillet, Y., Malpoux, B. 1997. Characterization of the short day-induced decrease in median eminence tyrosine hydroxylase activity in the ewe: temporal relationship to the changes in luteinizing hormone

- and prolactin secretion and short day-like effect of melatonin. *Endocrinology*. 138: 499-506.
54. Zarazaga, L.A., Gatica, M.C., Celi, I., Guzmán, J.L., Malpoux, B., 2009. Effect of melatonin implants on sexual activity in Mediterranean goat females without separation from males. *Theriogenology* 72, 910-918.
55. Zarazaga, L.A., Gatica, M.C., Celi, I., Guzmán, J.L., Malpoux, B., 2011b. Artificial long days and daily contact with bucks induce ovarian but not oestrous activity during the non-breeding season in Mediterranean goat females. *Animal Reproduction Science* 125, 81–87.
56. Zarazaga, L.A., Gatica, M.C., Celi, I., Guzmán, J.L., Malpoux, B., 2011c. Artificial long days in addition to exogenous melatonin and daily contact with bucks stimulate the ovarian and oestrous activity in Mediterranean goat females. *Animal* 9, 1414–1419.
57. Zarco Q.L., Rodríguez E.F., Angulo M.R.B., Valencia J. 1995. Female to female stimulation of ovarian activity in the ewe. *Anim Reprod Sci*, 251-255.