

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



LAS HEMBRAS ESTROGENIZADAS PROLONGAN LA ESTACIÓN REPRODUCTIVA DE LOS MACHOS CABRÍOS ALPINOS DEL NORTE DE MÉXICO

POR:

ANABEL GUADALUPE LÓPEZ JARA.

TESIS:

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



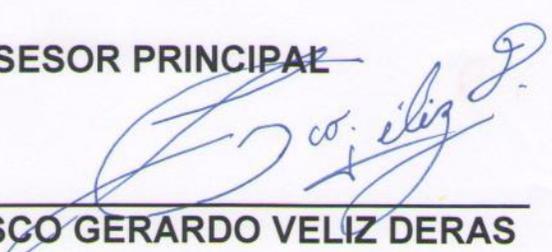
TESIS

LAS HEMBRAS ESTROGENIZADAS PROLONGAN LA ESTACIÓN
REPRODUCTIVA DE LOS MACHOS CABRÍOS ALPINOS DEL
NORTE DE MÉXICO

POR:

ANABEL GUADALUPE LÓPEZ JARA

ASESOR PRINCIPAL


DR. FRANCISCO GERARDO VELIZ DERAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

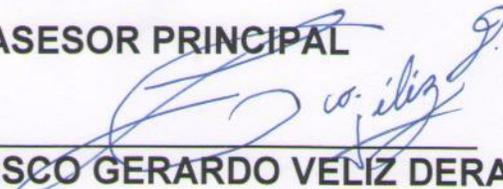
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

TESIS

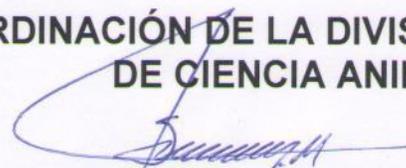
LAS HEMBRAS ESTROGENIZADAS PROLONGAN LA ESTACIÓN
REPRODUCTIVA DE LOS MACHOS CABRÍOS ALPINOS DEL
NORTE DE MÉXICO

POR:

ASESOR PRINCIPAL


DR. FRANCISCO GERARDO VELIZ DERAS

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL
DE CIENCIA ANIMAL


M.V.Z. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

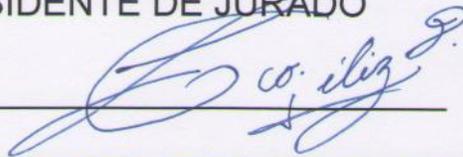
NOVIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

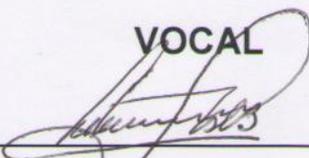
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

PRESIDENTE DE JURADO



DR. FRANCISCO GERARDO VELIZ DERAS

VOCAL



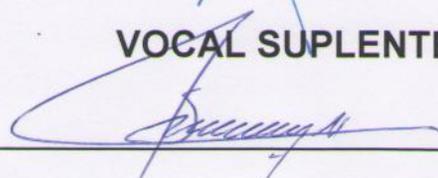
DR. PEDRO ANTONIO ROBLES TRILLO

VOCAL



DR. GERARDO ARELLANO RODRÍGUEZ

VOCAL SUPLENTE



DR. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**LAS HEMBRAS ESTROGENIZADAS PROLONGAN LA ESTACIÓN
REPRODUCTIVA DE LOS MACHOS CABRÍOS ALPINOS DEL
NORTE DE MÉXICO**

POR:

ANABEL GUADALUPE LÓPEZ JARA

Elaborado bajo la supervisión del comité particular de asesoría

ASESOR PRINCIPAL:

DR.FRANCISCO GERARDO VELIZ DERAS

ASESORES:

DR. PEDRO ANTONIO ROBLES TRILLO

DR. GERARDO ARELLANO RODRÍGUEZ

DR. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE DE 2012

Dedicatoria

El presente Documento lo dedico con todo mi corazón, cariño y afecto primeramente a ti Dios, por permitirme llegar a concluir mis estudios pese a muchas dificultades que se presentan en mi vida.

A mi mamá Ma. Guadalupe Jara, quien me dio la vida y ha estado conmigo en todo momento, por darme la oportunidad de elegir esta profesión y sacar adelante mis estudios, por creer en mi y estar a mi lado día con día .

A mi papá Abel López García por ser también un gran pilar en vida.

A mi hermana Joselyn G. López Jara, quien me ha apoyado y ha estado conmigo en todo momento sin importar horarios ni desvelos, para culminar esta etapa tan importante en mi vida.

A mi hermano Abel Jair López Jara, quien ha contribuido con su paciencia y sobre todo con sus grandes palabras de aliento a continuar este camino arduo.

A mis dos pequeños hermanos María López Jara y José López Jara que están cuidándonos y apoyándonos desde el cielo.

GRACIAS

Agradecimientos

A la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO UNIDAD LAGUNA por abrirme las puertas y dejarme realizar la carrera de Médico Veterinario Zootecnista.

A mis compañeros que en un principio fuimos la sección G y los que se fueron acumulando durante el trayecto de la carrera, nunca voy a olvidar los momentos que pasamos juntos tanto en las aulas como fuera de ellas, en las convivencias.

A las todas las personas que confiaron y me apoyaron durante todo este tiempo con sus comentarios positivos y sus críticas constructivas llenos de fortaleza, gracias por brindarme su cariño y amistad.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTOS	VII
RESUMEN	XI
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 ACTIVIDAD REPRODUCTIVA DEL MACHO CABRÍO.....	3
2.2 ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA DE LAS CABRAS	4
2.3 FACTORES QUE REGULAN LA ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA DE LAS HEMBRAS ...	5
2.3.1 FOTOPERIODO.....	6
2.3.2 NUTRICIÓN.....	8
2.4.1 EFECTO MACHO-HEMBRA	10
2.4.2 EFECTO HEMBRA-MACHO	11
2.4.3 EFECTO HEMBRA-HEMBRA.....	12
III. HIPÓTESIS	13
IV. OBJETIVOS.....	13
V. MATERIAL Y MÉTODOS.....	14
5.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	14
5.2 ANIMALES EXPERIMENTALES.....	14
5.2.1 MACHOS	14

5.2.2 HEMBRAS.....	15
5.3 VARIABLES DETERMINADAS	15
5.3.1 PRUEBAS DE COMPORTAMIENTO	15
5.3.2 PRUEBAS DE OLOR.....	16
5.3.3 CONCENTRACIÓN DE TESTOSTERONA.....	16
5.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	16
VI. RESULTADOS.....	18
6.1 PRUEBAS DE COMPORTAMIENTO	18
6.2 PRUEBAS DE OLOR.....	18
6.3 CONCENTRACIÓN DE TESTOSTERONA.....	18
VII. DISCUSIÓN.....	21
VIII. CONCLUSIÓN	23
IX. LITERATURA CITADA.....	24

INDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Comportamiento sexual de machos caprinos Alpinos del norte de México en contacto con hembras estrogenizadas (círculos negros) y machos sin contacto con hembras (círculos blancos) al final de la estación sexual.	19
Figura 2	Comportamiento del olor de machos caprinos Alpinos del norte de México en contacto con hembras estrogenizadas (círculos negros) y machos sin contacto con hembras (círculos blancos) al final de la estación de actividad sexual.	19
Figura 3	Niveles plasmáticos de testosterona de machos caprinos Alpinos del norte de México en contacto con hembras estrogenizadas (círculos negros) y machos sin contacto con hembras (círculos blancos) al final de la estación sexual.	20

RESUMEN

El presente estudio se realizó para determinar si el final de la estación reproductiva de machos Alpinos se puede prolongar mediante el contacto con hembras estrogenizadas en el norte de México (26° N). En el mes de Enero un grupo de machos (MH; n=8) fue puesto durante 28 días en un corral adyacente a otro corral con cuatro hembras estrogenizadas; los corrales fueron divididos por malla ciclónica. Otro grupo de machos (GC; n=8) no tuvo contacto con ninguna hembra durante este mismo periodo. Los días 30 y 32 del estudio, se realizó una prueba de comportamiento sexual en la cual se estuvieron observando olfateos ano genitales, intentos de montas, montas y agresiones de los machos, para lo cual los machos fueron expuestos durante 15 min cada uno a dos hembras estrogenizadas. Adicionalmente, se determinaron las concentraciones plasmáticas de testosterona de cada macho los días 28 y 35. Sin embargo, el d-35 los niveles de testosterona en el grupo MH disminuyeron, mientras que en los machos GC aumentaron (42.6 ± 14 vs. 252 ± 63 mg/ml, $P < 0.05$). Los resultados obtenidos demuestran que es posible prolongar el final de la estación reproductiva de los machos Alpinos mediante el contacto con hembras estrogenizadas y sugieren que los machos se hacen refractarios a la presencia de éstas después de un mes; los resultados son relevantes en el diseño de estrategias de manejo reproductivo.

Palabras clave: Estacionalidad reproductiva, Caprinos, Alpino, Efecto hembra, Comportamiento sexual.

I. INTRODUCCIÓN

La mayoría de los caprinos en el mundo y principalmente en México, se explotan bajo sistemas de manejo extensivo con encierro nocturno, esto hace crítica la reproducción y la producción. La Caprinocultura es una actividad productiva que sostiene alrededor de un millón y medio de mexicanos, de los cuales los estados de: Coahuila, Puebla, San Luis Potosí y Guerrero se dedican a la producción de carne caprina. En cambio, los estados con mayor producción de leche caprina son: Coahuila, Durango y Guanajuato, que aportan 74 % de la producción del país (Sagarpa, 2010). En las últimas décadas se han buscado alternativas que permitan que los animales produzcan leche y carne fuera de la estación natural ya que los caprinos presentan periodos de estacionalidad reproductiva lo cual impide su reproducción en ciertas estaciones del año (Delgadillo *et al.*, 2003). Esto trae consecuencias importantes sobre la conducta reproductiva de los rebaños y la economía de las explotaciones (Chemineau *et al.*, 2008). En efecto, la producción caprina depende de la eficiencia reproductiva de los animales (Martin y Kadokawa, 2006). Se han desarrollado estrategias para la activación de machos y hembras en estos periodos de ausencia sexual. En caprinos y ovinos existen tres procesos principales de bioestimulación sexual: efecto macho sobre la hembra, efecto hembra sobre el macho y efecto hembra sobre otra hembra (Córdova *et al.*, 2002). El efecto macho sobre la hembra 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) dicho 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). 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. Este proceso se le denomina efecto hembra sobre macho (Álvarez y Zarco, 2001). Con esta bioestimulación se logra 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 y de conductas sexuales mayores en algunas épocas del año. Sin embargo, se desconoce si otros factores pueden influir en esta estacionalidad reproductiva de los caprinos del norte de México. El objetivo del presente estudio fue determinar si el final de la estación reproductiva de los machos Alpinos del norte de México se puede prolongar mediante el contacto con hembras estrogenizadas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Actividad reproductiva del macho cabrío

En el macho las características reproductivas también se ven influenciadas por la época del año al igual que las hembras, de tal manera que su actividad sexual es durante los meses de mayo a diciembre (verano – otoño) seguida de un periodo de reposo sexual que ocurre de enero a abril (invierno - primavera) (Delgadillo *et al.*, 1999). 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 G.A., 1980; Chemineau *et al.*, 1986). Gracias a esta hormona 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 mas extensa (Mailliet *et al.*, 2004).

Recientemente se realizo un estudio con machos cabríos de raza Alpino – Francés con el fin de determinar un posible patrón de estacionalidad reproductiva, para este estudio se analizaron 11 machos, los cuales fueron sometidos a las variaciones naturales de fotoperiodo. Se realizo en la Región Lagunera del estado de Coahuila y como resultado de tal estudio se concluyo que dichos animales muestran una estacionalidad con respecto a la calidad espermática, libido y peso testicular (Carrillo *et al.*, 2010).

La mencionada estacionalidad reproductiva resulta de la existencia de un ritmo endógeno de reproducción que es sincronizado por las variaciones anuales del fotoperiodo (Thiery *et al.*, 2002; Malpaux, 2006). Sin embargo existen otros factores externos e internos que pueden modificar el ritmo reproductivo anual: la nutrición y relaciones socio-sexuales (Martin *et al.*, 2004).

2.2 Estacionalidad reproductiva de las cabras

En diferentes ambientes en que habitan las especies caprinas, el éxito de la reproducción se liga a la estacionalidad reproductiva que presenta esta especie ya que se adaptan de tal manera que el alumbramiento de las crías ocurren en un periodo mas viable para su sobrevivencia y crecimiento, estas coinciden con los periodos donde hay mas disponibilidad de alimentos, la temperatura del medio

ambiente adecuado y precipitaciones pluviales (Bronson, 1985). La aparición y duración de estos periodos varia según la latitud en donde se encuentren.

La estacionalidad de los cabras se caracteriza por presentar periodos de reposo sexual y de actividad sexual (Delgadillo *et al.*, 2003; Duarte *et al.*, 2008). En la Comarca lagunera el periodo de inactividad sexual (estro y ovulación) sucede durante los meses de marzo a agosto, mientras que el periodo de actividad sexual de las cabras sucede de septiembre a febrero (Duarte *et al.*, 2008). En las hembras el periodo de anestro vienen caracterizados de una baja en niveles de LH y por una falta de expresión de celo y, a nivel ovárico, cambios en el desarrollo folicular sin embargo estos folículos no llegan a ovular (Chemineau *et al.*, 1991). En cambio la estación sexual se caracteriza por la sucesión de ciclos estrales y ováricos cada 21 días. Por lo tanto, en cada uno de los ciclos se produce una fase de receptibilidad sexual con signos de celo (Duarte *et al.*, 2008).

2.3 Factores que regulan la estacionalidad reproductiva de las hembras

Existen varios factores que regulan la estacionalidad reproductiva de las hembras, estas podrían ser extrínsecas (como el clima y la disponibilidad del alimento) e intrínsecas (asociadas con el tamaño corporal final, la duración de diferentes eventos reproductivos y la longevidad del individuo). Estos factores determinan que los animales desarrollen estrategias estacionales para su reproducción (Avdi *et al.*, 1993; Chemineau y Delgadillo, 1993). Dichas estrategias están a su vez reguladas por una compleja interacción de factores físicos (fotoperiodo, temperatura, precipitación pluvial) (Chemineau *et al.*, 2003),

nutricionales (disponibilidad de alimentos) (De la Isla-Herrera *et al.*, 2010) y sociales (presencia del macho, prácticas de manejo o crianza) (Porrás-Almeraya *et al.*, 2003; Delgadillo *et al.*, 2006).

2.3.1 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 del 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 (Mailliet *et al.*, 2004).

Desde los años treinta se observó que el ciclo reproductivo de las ovejas se desfasaba e invertía cuando se cambiaban de hemisferio. Este hallazgo propició la realización de numerosos estudios para evaluar los efectos del ciclo luminoso sobre la actividad reproductiva (Porrás-Almeraya *et al.*, 2003).

Se realizó un estudio en La Región Lagunera en Coahuila, con un grupo de machos, el objetivo de tal estudio fue medir la producción espermática anual. Los

resultados fueron un efecto significativo de la época sobre el volumen del eyaculado, este vario de 0.85 ± 0.06 ml y de 0.79 ± 0.05 ml respectivamente; en los siguientes meses hubo un incremento observándose el mayor en el mes de diciembre 1.23 ± 0.11 ml, después de este mes se vio una disminución y en febrero se registro 0.93 ± 0.08 ml, posteriormente en el mes de junio se observo un pico mas elevado de 1.44 ± 0.07 ml (Delgadillo *et al.*, 1999).

Otro experimento con respecto a el fotoperiodo en cuanto a la estacionalidad se llevo acabo en la misma localidad que el antes mencionado con 11 machos de raza Alpino - Francés., En este experimento se midió la motilidad progresiva y el porcentaje de espermatozoides, la libido y el peso testicular durante un año son variaciones fotoperiódicas naturales. Los resultados del estudio demuestran que machos cabríos Alpino-Francés muestran un patrón estacional con respecto a calidad espermática, libido y peso testicular que se extiende de enero a julio en esta latitud (Carrillo *et al.*, 2010).

En hembras al igual que en los machos se realizaron experimentos de tratamientos fotoperiódicos. En los estudios con fotoperiodo artificial se observó que la disminución en la cantidad de horas luz por día ocasionaba el inicio de la actividad ovárica, mientras que su incremento la deprimía (Delgadillo *et al.*, 2002b; Delgadillo y Vélez, 2010). Esto originó que se clasificara a los ovinos como una especie de "días cortos" por su capacidad para reproducirse durante el otoño (cuando la longitud del día disminuye) (Álvarez y Zarco, 2001; Porras-Almeraya *et al.*, 2003).

2.3.2 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.* 2000a). 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).

Igual que en los machos las hembras experimentan un desequilibrio en su actividad sexual cuando están privados de los nutrientes para optimizar la reproducción, se registro en un estudio que la mala nutrición parece tener efectos sobre la función ovárica y se ha propuesto que la naturaleza de estos efectos son

inhibitorios o estimulantes a un nivel hipotalámico y estimulando a nivel del ovario (lo que afectan a la tasa de ovulación) (Scaramuzzi *et al.*, 2008).

Se han realizado diversos estudios sobre complementos alimenticios ya que mejoran la reproducción, por ejemplo en un experimento se dio un complemento alimenticio de 7 días antes de la introducción de los machos esto incrementó la tasa ovulatoria en la primera ovulación inducida por el macho (De Santiago-Miramontes *et al.*, 2008).

2.4 Formas de 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 (Córdova *et al.*, 2002). Estos estímulos ejercen influencia sobre la conducta de otros animales de la misma especie.

En caprinos y ovinos existen tres procesos principales de bioestimulación sexual: efecto macho sobre la hembra, efecto hembra sobre el macho y efecto hembra sobre otra hembra (Córdova *et al.*, 2002).

2.4.1 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 subtropicales 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; Martín *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 son capaces de inducir a la actividad sexual de 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.

2.4.2 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 ano-genitales, pataleos, montas y montas con eyaculación cuando fueron puestas en contacto con las hembras en celo.

2.4.3 Efecto hembra-hembra

Existe un papel inductor a la actividad sexual por parte de las hembras caprinas de forma independiente del macho llamado “efecto hembra directo”. Las hembras en estro son capaces de inducir una respuesta ovulatoria en sus compañeras en anestro estacional sin la necesidad de contar con la presencia del macho (Álvarez y Zarco, 2001). En ovejas la relación hembra-hembra puede estar mediada además de estímulos olfatorios, también por estímulos visuales y auditivos. Por ejemplo, en ovejas estabuladas en 5 corrales contiguos, mientras más alejadas estén de ovejas en estro inducido artificialmente con progestágenos, el porcentaje de ovejas bioestimuladas con actividad estral disminuye, de 87.5%, 58%, 37.5%, 32% y 13%, a medida de que el corral de las hembras bioestimuladoras está más alejado de ellas (Zarco *et al.*, 1995). El efecto inducido por la presencia de cabras en estro induce en forma casi inmediata un pico de LH y provoca un estímulo sobre la actividad ovárica de cabras en anestro estacional.

Los efectos de esta actividad ovárica inducida son semejantes a las de un ciclo fértil (Álvarez *et al.*, 1999), siempre y cuando las hembras bioestimuladas durante el proceso tengan contacto físico, auditivo y visual con las hembras en estro (Ramírez *et al.*, 2001). La inclusión del 20% de hembras en estro es suficiente para estimular las actividades estral y ovulatoria de la mayoría (>75%) de las hembras anéstricas estabuladas (Restall *et al.*, 1995). Sin embargo, no se conoce la respuesta en cabras en pastoreo.

III. Hipótesis

La presencia de hembras estrogenizadas en contacto con machos prolongan la estación reproductiva de los machos cabríos Alpinos en el semidesierto Mexicano.

IV. Objetivos

El objetivo del presente estudio fue determinar si el final de la estación reproductiva de machos Alpinos se puede prolongar mediante el contacto con hembras estrogenizadas en el norte de México (26° N).

V. Material y métodos

5.1 Localización del experimento

El experimento se llevó a cabo en una hato de cabras en la Comarca Lagunera, en una comunidad rural del norte de México (26° 23' LN y 104° 47' LO), con una precipitación media anual es de 230 mm y que se distribuye de forma errática durante todo el año, aunque las lluvias del verano y del otoño son mayores y más confiables. La temperatura media máxima diaria es de 41° C en mayo y junio, y la más baja (-3° C) en diciembre y enero. La humedad relativa varía entre 26.1% y 60.6% y la duración del día varía de 13 h 41 min durante el solsticio de verano (junio) y 10 h 19 min en el solsticio de invierno (diciembre).

5.2 Animales experimentales

5.2.1 Machos

El estudio se realizó del 11 de enero al 14 de febrero del 2010. Machos adultos (n=16, 2 a 4 años, Alpinos) estuvieron estabulados antes y durante el estudio, sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo, bajo un sistema de explotación intensivo desde su nacimiento. Los animales fueron alimentados a base de heno de alfalfa (17% PC, 1.95 Mcal de EM) a libre acceso y 200 g de concentrado comercial (14% de PC, 1.7 Mcal de EM) por día y por animal durante todo el período experimental. Las sales minerales fueron suministradas en un bloque de 25 kg (no menos de 17% de P, 3% de Mg, 5% de Ca, 5% de Na y 75% de NaCl) y el agua fue proporcionada a libre acceso.

El 11 de enero de 2010, un grupo de machos (MH; n=8) fueron situados durante tres semanas en un corral de 5 x 5 m, adyacente a otro corral (5 x 4 m) con cuatro hembras estrogenizadas.

5.2.2 Hembras

Las hembras fueron separadas de los machos por una malla ciclónica, la cual permitía el contacto visual y olfativo. Además, las hembras fueron introducidas una hora por día en el corral de los machos, los cuales siempre estuvieron provistos con un mandil para evitar la cópula. El día -3, las hembras fueron tratadas con 20 mg de progesterona como dosis única, con la finalidad hacerlas más receptivas al estradiol y que manifestarán el comportamiento estral a corto plazo. El cipionato de estradiol fue aplicado por vía intramuscular, 2 mg cada tercer día, iniciando el día -2 y hasta el final del estudio. Otro grupo de machos (Grupo Control; GC; n=8) fue situado en un corral de 5 x 5 m sin contacto visual u olfativo con hembras durante este mismo periodo, y a más de 100 m de distancia de las hembras.

5.3 Variables determinadas

5.3.1 Pruebas de comportamiento

Se realizaron las pruebas de comportamiento sexual al día 31 y 33 del estudio, en las que los machos de ambos grupos fueron expuestos a dos hembras estrogenizadas durante 15 min. Las variables determinadas fueron la conducta sexual (latencia al eyaculado, olfateos ano genitales, intentos de montas, montas y agresiones de los machos), para lo cual, el orden de introducción de los machos

fue uno de cada corral, y a la mitad se reemplazaron las hembras por otras dos (Rivas-Muñoz *et al.*, 2010).

5.3.2 Pruebas de Olor

Fue determinada mediante la técnica descrita por Walkden-Brown *et al.*, (1993) que consiste en oler la parte posterior de la región de la base de los cuernos a una distancia de 15 cm. Esta técnica utiliza una escala de 0 a 3, que corresponde a: 0) olor neutro o igual a hembras o macho castrado, 1) olor sexual ligero, 2) olor sexual moderado y 3) olor sexual intenso.

5.3.3 Concentración de testosterona

A cada uno de los machos se les tomó por punción yugular una muestra de sangre, los días 0, 28 y 35 del estudio y se obtuvo el plasma después de la centrifugación (2,500 rpm x 20 min). La sangre se almacenó a -20° C hasta la determinación de la concentración de testosterona, mediante radioinmunoanálisis de doble anticuerpo, con el uso de un paquete comercial (Coat-A-CountDiagnosticsProducts Co., EUA), siguiendo las instrucciones del fabricante.

5.4 Análisis Estadísticos

Para comparar el comportamiento sexual de los machos tratados y testigos, se calculó la frecuencia total de cada variable para cada grupo. Las frecuencias de olfateos ano-genitales, los intentos de montas, las montas y las agresiones, se compararon mediante la prueba de Chi-cuadrada. Los datos obtenidos de circunferencia escrotal, olor y los de testosterona plasmática fueron sometidos a

un análisis de varianza considerando dos factores (grupo y tiempo del experimento). Los datos de la intensidad del olor fueron analizados con la prueba U de Mann-Whitney. Todos los análisis estadísticos se efectuaron utilizando el paquete estadístico SYSTAT.

VI. Resultados

6.1 Pruebas de comportamiento

El mayor porcentaje de las conductas sexuales registradas fueron realizadas por el grupo MH (62%, $P < 0.01$; Figura 1).

6.2 Pruebas de Olor

Se registro que el olor fue mayor en el grupo MH respecto al GC en los días 21 y 28 del estudio (1.1, y 1.0 vs. 0.8 y 0.4; MH y GC, respectivamente; $P < 0.05$). Además, se detectó un efecto del grupo experimental ($P < 0.05$; Figura 1), el tiempo ($P < 0.001$) y la interacción grupo x tiempo ($P < 0.01$; Figura 2) sobre la variable olor.

6.3 Concentración de testosterona

Por otra parte, el análisis de varianza de los niveles plasmáticos de testosterona no reveló efecto de grupo, sin embargo, si se observó efecto del tiempo y de la interacción ($P < 0.05$) sobre dicha variable. Respecto al GC, el grupo MH mostró los mayores valores plasmáticos de testosterona, tanto al día 28 como al final de la etapa de estimulación (Figura 3).

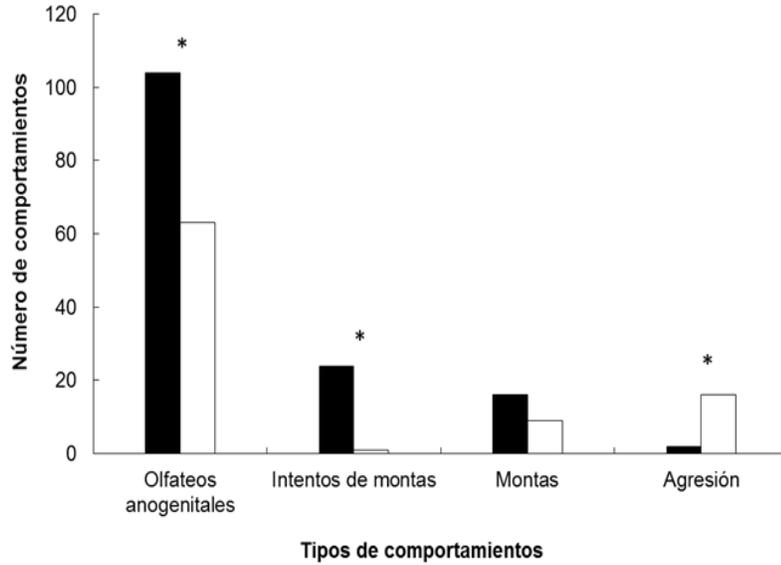


Figura 1. Comportamiento sexual de machos caprinos Alpinos del norte de México en contacto con hembras estrogenizadas (círculos negros) y machos sin contacto con hembras (círculos blancos) al final de la estación sexual.

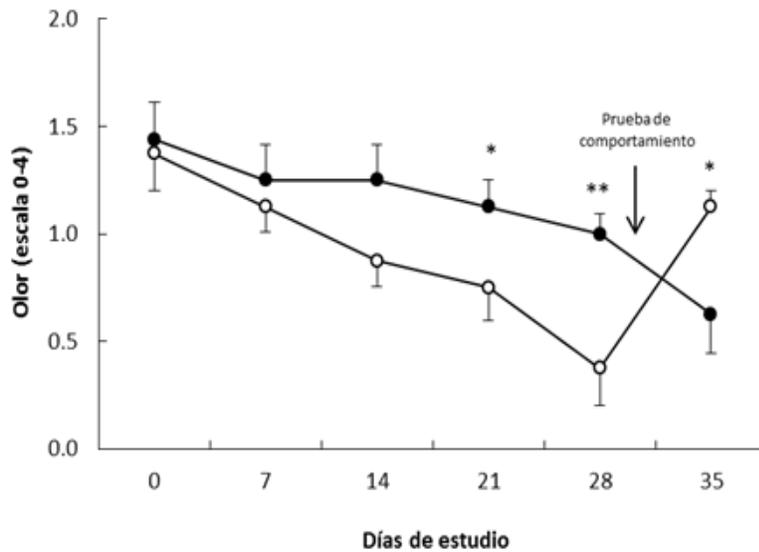


Figura 2. Comportamiento del olor de machos caprinos Alpinos del norte de México en contacto con hembras estrogenizadas (círculos negros) y machos sin contacto con hembras (círculos blancos) al final de la estación de actividad sexual.

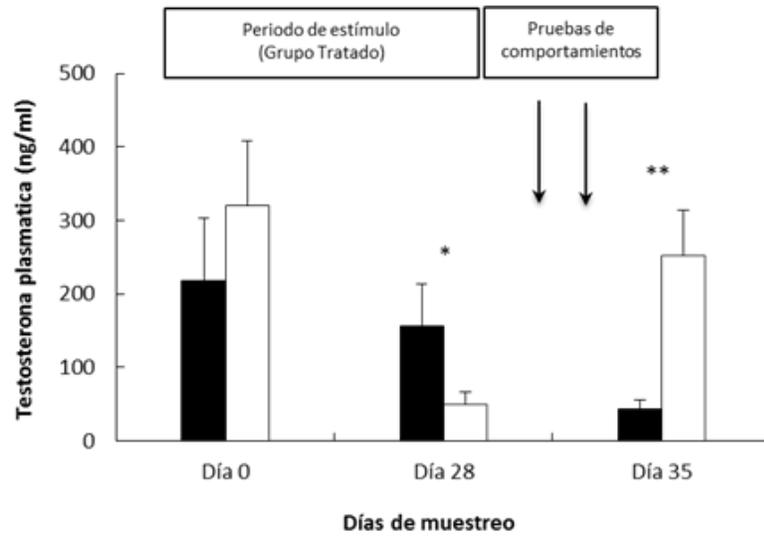


Figura 3. Niveles plasmáticos de testosterona de machos caprinos Alpinos del norte de México en contacto con hembras estrogenizadas (círculos negros) y machos sin contacto con hembras (círculos blancos) al final de la estación sexual.

VII. Discusión

Los resultados del estudio demuestran el importante efecto positivo que la presencia de hembras en estro ejerce sobre la prolongación de la actividad reproductiva de machos Alpinos en el norte de México. Efectivamente, el contacto con hembras estrogenizadas prolongó la estación reproductiva de machos Alpinos en el sub-trópico mexicano. El mayor porcentaje de las conductas sexuales registradas fueron realizadas por el grupo MH (62%, $P < 0.01$). Los niveles plasmáticos de testosterona mostraron variaciones, demostrando un incremento en el período de su actividad sexual generado por el "efecto hembra". Es importante destacar que dichas respuestas fueron obtenidas en un grupo genético que muestra una alta estacionalidad reproductiva como lo es la raza Alpina, obtenidas bajo un esquema fotoperiódico definido como inhibitorio de la actividad reproductiva en esta latitud.

En este estudio, la alta actividad sexual de los machos tratados fue producida probablemente, a que las hembras inducidas al estro estimularon la liberación de LH y testosterona, responsable del comportamiento sexual en machos. En uno de los estudios acerca se ha reportado que en machos Cashmere Australianos se determinó que al estar en contacto machos – hembras se incrementó los niveles de LH y testosterona (Walkden-Brown *et al.*, 1994). Sin embargo, los niveles plasmáticos de testosterona de los machos tratados disminuyeron tanto al día 28, antes de las pruebas de comportamiento, como al día 35, después de las mismas, con respecto a los valores observados al inicio del estudio. Esto probablemente se debió: 1) a que los machos se hicieron refractarios

al estímulo generado por las hembras en estro, y/o 2) a que los machos estaban ya en el periodo franco de reposo sexual y bajo estas condiciones puede ser más importante el efecto del fotoperiodo como regulador de la estacionalidad sexual que el efecto hembra. Se han reportado estudios en los cuales el contacto con hembras en estro a mitad del periodo de reposo sexual, cuando el fotoperiodo es significativamente inhibitorio de la actividad sexual, no produce incrementos en el comportamiento sexual y los niveles de testosterona en los machos sometidos a fotoperiodo natural y alimentados adecuadamente (Véliz *et al.*, 2002, Walkden-Brown *et al.*, 1994). En contraste, la exposición de hembras estrogenizadas a machos durante la época de arresto reproductivo, incrementó la frecuencia del pulso de LH y avanzó el inicio del siguiente pulso de ésta, o período inter-pulso, destacando que tanto las señales visuales como audiovisuales son menos efectivas que el estímulo de la presencia del animal, sugiriendo que dichos estímulos son menos importantes con respecto a las señales olfatorias (Hawken *et al.*, 2009). De dichos estudios se desprende que el tratamiento socio-sexual es más importante en la promoción de la activación de la función reproductiva con respecto a la suplementación nutricional. Sin embargo, después de las pruebas de comportamiento, los niveles plasmáticos de testosterona disminuyeron en el grupo MH, mientras que en los machos del GC se observó un incremento (42.6 ± 14 vs. 252 ± 63 mg/ml, $P < 0.05$) Lo anterior generó probablemente una prolongación en la activación del eje hipotalámico-hipofisiario-gonadal en los machos MH, motivando un alargamiento de la actividad reproductiva generado por la exposición de los machos a hembras estrogenizadas, permitiendo así, la influencia positiva de una señal socio-sexual al través del efecto hembra.

VIII. Conclusión

En efecto, los resultados obtenidos permiten concluir que el final de la estación reproductiva de los machos Alpinos se puede prolongar mediante el contacto con hembras estrogenizadas, y sugieren que los machos se hacen refractarios a la presencia de las hembras estrogenizadas después de un mes de contacto con éstas; lo anterior es de potencial importancia en el diseño de estrategias de manejo reproductivo bajo las condiciones del estudio.

IX. Literatura citada

Álvarez, L., Zarco, L.A., 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. Vet. Méx, 117-129.

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.

Bronson, F. H. 1985. Mammalian reproduction: An ecological perspective. Biol Reprod, 1-26.

Carrillo E, Meza-Herrera CA, Véliz FG. 2010. Estacionalidad reproductiva de los machos cabríos de la raza Alpino-Francés adaptados el subtrópico mexicano. Rev Mex Cien Pec,169-178.

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

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.

Chemineau, P., and Y., Cagnie.1991. Training Manual on Artificial Insemination in Sheep and Goats. Reproductive Physiology Station, Institute Nationale de la Recherche Agronomique (INRA),Monnanie,France,22,24,79,87.

Córdova A., Nava J.R., Pérez J.F. 2002. Importancia de las feromonas en la reproducción animal Med Vet, 99-107.

De Santiago-Miramontes, M.A., Rivas-Muñoz, R., Muñoz-Gutiérrez, M., Malpaux, B., Scaramuzzi, R.J., Delgadillo, J.A., 2008. The ovulation rate in anoestrous female goats managed under grazing conditions and exposed to the male effect is increased by nutritional supplementation. Anim Reprod Sci, 409-416

Delgadillo J.A., Fitz-Rodríguez G., Duarte G., Veliz F.G., Carrillo E., Flores J.A., Vielma J., Hernández H., Malpaux B. 2004. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. Reprod Fertil Dev, 471-478

Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpaux, B., 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical northern Mexico. Theriogenology, 727-737.

Delgadillo, J.A., Carrillo, E., Morán, J., Duarte, G., Chemineau, P., Malpaux, 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.

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Hernández, H., Fernández, I.G., 2006. Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. *Reprod Nutr Dev*, 391-400.

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

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*, 2780-2786.

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. *Domest Anim Endocrinol*, 362-370.

Duarte G., Nava-Hernández M.P., Malpoux B., Delgadillo J.A. 2010. Ovulatory activity of female goats adapted to the subtropics is responsive to photoperiod. *Anim Reprod Sci*, 65-70.

Fitz-Rodríguez G. 2004. Estimulación de la actividad reproductiva en cabras criollas mantenidas en condiciones extensivas usando el efecto macho (tesis de maestría). Torreón, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna. 52

Flores, J. A., Véliz, F. G., Pérez-Villanueva, J.A., Martínez De La Escalera, G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, 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*, 1409-1414.

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.

Hawken PA, Esmaili T, Scanlan V, Blache D, Martin GB. 2009. Can audio-visual stimuli from a prospective mate stimulate a reproductive neuroendocrine response in sheep?. *Animal*, 690-696.

Lincoln, G. A. The irritable male syndrome 2001. *Reprod Fertil Dev*, 567–576.

Malpoux, B. 2006. Seasonal regulation of reproduction in mammals. En 'Knobil and Neill's physiology of reproduction, 2231-2282.

Martin G.B., Rodger J., Blache D. 2004. Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. *Reprod Fertil Dev.*, 491-501

Mellado M., Olivas R., Ruiz F. 2000. Effect of buck stimulus on mature and prepubertal Norgestomet - treated goats. *Small Rumin Res*, 269-274.

Ramírez B.A., Álvarez R.L., Ducoing W.A., Trujillo G.A., Gutierrez M.J., Zarco Q.L. 2001. Inducción de actividad ovárica en cabras anéstricas mediante diferentes grados de contacto con hembras en estro. *Vet Méx*, 13-17.

Restall B.J., Restall H., Walkden-Brown S.W. 1995. The induction of ovulation in anovulatory goats by oestrous females. *Anim Reprod Sci*, 299-303.

Rivas-Muñoz R, Carrillo E, Rodriguez - Martinez R, Leyva C, Mellado M, Véliz FG. 2010. Effect of body condition score of does and use of bucks subjected to added artificial light on estrus response of Alpine goats. *Trop Anim Health Prod*, 1285-1289.

Rosa, H.J, Juniper, D.T, Bryant, M.J. 2000. The effect of exposure to oestrous ewes on rams' sexual behaviour, plasma testosterone concentration and ability to stimulate ovulation in seasonally anoestrous ewes. *Appl Anim Behav Sci*, 293-305.

SAGARPA, 2010. Situación actual de la actividad agropecuaria. En la región Lagunera Coahuila 7.

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. *Reproduction in Domestic Animals*, 129-136.

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.

Systat 10, 2000. Evanston, I L, USA.

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.

Ungerfeld R., Forsberg M., Rubianes E. 2004. Overview of the response of anoestrous ewes to the ram effect. *Reprod. Fertil. Dev.* 16: 479-490.

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. *Anim Reprod Sci*, 300-309.

Véliz FG, Moreno S, Duarte G, Vielma J, Chemineau P, Poindron P, et al. 2002. Male effect in seasonally anovulatory lactating goats depends on the

presence of sexually active bucks, but not estrous females. Anim Reprod Sci, 197-207.

Walkden-Brown S.W., Restall B.J., Norton B. W., Scaramuzzi R.J. Martin G.B.1994. Effect of nutrition on seasonal patten of LH, FSH and testosterone concentration, testicular mass, sebaceous gland volume and odour in Australian Cashmere goats. J. Reprod Fertil, 351-360.

Walkden-Brown SW, Restall BJ, Henniawati.1993.The male effect in the australian cashmere goat. 3. Enhancement with buck nutrition and use of oestrous females. Anim Reprod Sci; 69-84.

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 Supl, 243-57.

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, 251-258.