

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**



DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**RESPUESTA REPRODUCTIVA DE CABRAS EN ANESTRO ESTACIONAL AL
EFECTO MACHO MÁS HEMBRAS ESTROGENIZADAS EN DOS SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN.**

POR:

JOSE LUIS DELGADO VAZQUEZ

TESIS:

Presentada como requisito parcial para

Obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO, 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



“RESPUESTA REPRODUCTIVA DE CABRAS EN ANESTRO
ESTACIONAL AL EFECTO MACHO MÁS HEMBRAS
ESTROGENIZADAS EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN”

POR

JOSÉ LUIS DELGADO VÁZQUEZ


DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS
ASESOR PRINCIPAL


MC RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

FEBRERO 2015

División Regional de Ciencia Animal
Programa Docente de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Enero de 2015

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TESIS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA


DR. FRANCISCO GERARDO VELIZ DERAS
PRESIDENTE

F. A. 11-2
DR. FERNANDO ARELLANO RODRÍGUEZ
VOCAL


DRA. LETICIA ROMANA GAYTÁN ALEMÁN
VOCAL


DR. OSCAR ÁNGEL GARCÍA
VOCAL SUPLENTE

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

FEBRERO 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

**ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**



DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**RESPUESTA REPRODUCTIVA DE CABRAS EN ANESTRO ESTACIONAL AL
EFECTO MACHO MÁS HEMBRAS ESTROGENISADAS EN DOS SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN.**

TESIS

POR:

JOSE LUIS DELGADO VAZQUEZ

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

ASESOR PRINCIPAL:

DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS

ASESORES:

DR. FERNANDO ARELLANO RODRÍGUEZ

DRA. LETICIA GAYTAN ALEMAN

DR. OSCAR ANGEL GARCÍA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO, 2015

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

María Selerina Vázquez Alvarado

Narciso Arcadio Delgado Hernández

Por sus esfuerzos y noches de angustias para formar un hombre de bien, con valores y principios.

Hoy con amor les dedico esta tesis como tributo de su confianza como una manera más de decirles cuanto los quiero, admiro y respeto por ser los padres más maravillosos del mundo y sobre todo por preocuparse por mi formación en la vida.

A MI NOVIA

Erika Susana Carreón Huerta

Por estar siempre a mi lado, por el cariño y comprensión y sobretodo apoyarme en superar los retos que se me han presentado y que a pesar de todo siempre cuento con ella.

A MIS HERMANOS

Cruz Alejandro Delgado Vázquez

María Leticia Delgado Vázquez

Olivia Delgado Vázquez

Rosalía Delgado Vázquez

Carlos Daniel Delgado Vázquez

Que a pesar de todo siempre confiaron en mí que lo lograría

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por qué die su palabra “Que la sabiduría viene de su alto” por permitir mi existencia y por estar siempre a mi lado, graciaseñor.

A MI ALMA MATER

Por abrirme sus puertas y brindarme sus servicios para hacer mis sueños realidad estaré eternamente agradecido.

A MIS ACESRES

DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS

DR. FERNANDO ARELLANO RODRÍGUEZ

DRA. LETICIA GAYTAN ALEMAN

DR. OSCAR ANGEL GARCÍA

Por la ayuda brindada durante la elaboración y revisión del presente trabajo, y en especial al **Dr. Oscar Ángel** por el tiempo dedicado en la elaboración del trabajo.

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIAS.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDIE DE FIGURAS Y TABLAS.....	iv
TABLA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS.....	xi
I. INTRODUCCION	1
II REVISIÓN DE LA LITERATURA	4
2.1 Estacionalidad reproductiva	4
2.2 Estacionalidad reproductiva en diferentes zonas:.....	5
2.3 Ciclo reproductivo de los pequeños rumiantes	6
2.3.1 Fases del ciclo.....	8
2.4 Factores que influyen en la reproducción	13
2.4.2 Nutrición	15
2.4.3 Clima	16
2.5 Actividad sexual de las cabras localizadas en regiones templadas	17
2.7 Control reproductivo del macho	18
2.8 Factores que regulan la estacionalidad reproductiva en el macho.....	19
III. MATERIALES Y METODOS	22
3.1 Lugar del estudio.....	22
3.2 Manejo de los animales.....	23
3.2.1 Manejo de los machos	23
3.2.2. Manejo de las hembras.....	23
3.2.3.Tratamiento de los machos	24
3.2.4. Empadre	25
3.3. Variables a evaluar.....	26
3.3.1 Intensidad de olor	26
3.3.2 Actividad estral	26
3.3.3 Latencia al estro	27
3.3.4 Porcentaje de ovulación	27
IV. RESULTADOS.....	28
V. DISCUSIÓN	30
VI. CONCLUSION.....	32
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

INDICEC DE FIGURAS Y TABLAS

Figuras y/o tablas	Descripción	N° de página
1	Representación esquemática de los diferentes eventos fisiológicos que ocurren durante el ciclo estral de la cabra: Patrones de desarrollo folicular, ciclo ovárico, y regulaciones endocrinas	24
2	Esquema del tracto fotoneuroendocrino y modificaciones en la síntesis y secreción de melatonina en reproductores de día largo (verano) y reproductores de día corto (invierno).	26
3	Posibles vías de señales de 4-etilectanol transmitidas sobres los pulsos de GnRH hipotalámico o sistema olfatorio vomeronasal y liberación de GnRH y LH.	34
1	Tratamiento de los grupos de machos en los diferentes sistemas de producción aplicados c/3 día durante 21 días.	36
2	Diseño experimental de empadre de hembras anovulatorias expuestas a machos con diferentes tratamientos en dos sistemas de producción, finales de mayo (Latitud, 26°N).	38
3	Intensidad de olor de cada grupo de machos sujetos a diferentes tratamientos en sistemas producción intensivo y/o extensivo, finales de mayo (Latitud, 26°).	40
4	Respuesta sexual y reproductiva de cabras anovulatorias manejadas bajo sistemas intensivo y/o extensivo del norte de México, finales de mayo (Latitud, 26°N)	41

TABLA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

SÍMBOLO Y/OABREVIATURA	ESPAÑOL	INGLÉS
n=	Población de grupo	Populationgroup
=	Igual	Like
CONT	Control	Control
EXT	Extensivo	Extensive
INT	Intensivo	Intensive
T ₄	Testosterona	Testosterone
H	Hembras estrogenizadas	Estrogenizedfemales
%	Porcentaje	Porcentage
<	Menor que	Lessthan
>	Mayor que	Greaterthan
P	Probabilidad	Probability
Vs.	Contra	Versus
et al	Y colaboradores	Et al
°	Grados	Degrees
N	Norte	North
GnRH	Hormona liberadora de	Gonadotropinreleasingho

	gonadotropinas	hormone
LH	Hormona luteinizante	LH
FSH	Hormona folículo estimulante	FSH
AMPc	Adenosinmonofosfato cíclico	Cyclicadenosinemonophosphate
ATP	Adenosintrifosfato	Adenosinetriphosphate
P ₄	Progesterona	Progesterone
TNF- α	Factor de necrosis tumoral- α	Tumor necrosis factor alpha
Pge2	Dinoprostona	Dinoprostone
Ng	Nanogramos	Nanograms
PGF2 α	Prostaglandinas F2 alpha	Prostaglandin F2 alpha
CL	Cuerpo luteo	Corpus luteum
S	Sur	South
c/u	Cada una	Each
GC	Grupo control	Control group
'	Minutos	Minutes
°C	Grados Celsius o centígrados	Degrees Celsius

Mm	Milimetro	Millimeter
MI	Mililitro	Milliliter
IM	Intramuscular	Intramuscular
Hrs	Horas	Hours
Am	"ante meridiem" (antes de mediodía)	Beforenoon
Pm	"post meridiem" (después del mediodía).	Afternoon
A	Alfa	Alpha
B	Beta	Beta
NAT	n-acetiltransferasa	n-acetyltransferase

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó la respuesta reproductiva de cabras en anestro estacional a través del efecto macho más el estímulo de hembras estrogenizadas en dos sistemas de producción. Se utilizaron 12 machos adultos, divididos en seis grupos (n=2), homogéneos en cuanto a peso y condición corporal, circunferencia escrotal y circunferencia testicular. *Sistema extensivo (E)*: un primer grupo de machos control (EC) se les aplicó 1 ml de NaCl. Un segundo grupo de machos fue tratado con testosterona más hembras estrogenizadas (ET₄+H), y un tercer grupo de machos fue tratado solo con testosterona (ET₄). *En el sistema intensivo (I)*: un primer grupo control (IC) se les aplicó 1 ml de NaCl. Un segundo grupo de machos fue tratado con testosterona más hembras estrogenizadas (IT₄+H), y un tercer grupo de machos fue tratado solo con testosterona (IT₄), los grupos tratados con testosterona se les aplicó 50 mg de testosterona, cada 3 días ambos tratamientos por 21 días. Al final de los tratamientos se midió la intensidad de olor de cada macho en una escala del (0-4). Además, se utilizaron 120 hembras anovulatorias divididas en seis grupos (n=20), y puestas en contacto con los machos de ambos sistemas y tratamientos. *Empadré*: del 30 de mayo al 03 de junio, un primer grupo (EC), un segundo grupo (ET₄+H), y un tercer grupo (ET₄). Un primer grupo (IC), un segundo grupo (IT₄+H), y un tercer grupo (IT₄). El porcentaje de actividad estral, latencia al estro, ovulación y gestación se compararon por medio de una χ^2 , la latencia al estro por medio de una T de Student. Todos los análisis estadísticos se efectuaron mediante el paquete estadístico MYSTAT 12 (Evenston, ILL, USA, 2000). No se encontraron diferencias estadísticas para la intensidad de olor en machos de ambos sistemas ($P > 0.05$). , así como el porcentaje de estros, latencia al estro, porcentaje de ovulaciones y porcentaje de gestación para los grupos de hembras de ambos sistemas. Los resultados del presente estudio demuestran que la respuesta sexual al “efecto macho” de hembras anovulatorias varía de acuerdo a los meses del año (finales de mayo) independientemente del sistema de producción.

PALABRAS CLAVE: Reposo sexual, Anestro estacional, Testosterona, Hembras estrogenizadas y Sistema intensivo y/o extensivo

I.INTRODUCCION

La caprinocultura en el estado de Coahuila se ha practicado durante tres siglos aunque el inventario caprino del estado llegó a significar más del 12% del hato caprino nacional, sin embargo actualmente representa el 7.3% (SAGARPA, 2010). La mayoría de los caprinos en el mundo y principalmente en México se explotan bajo sistemas de manejo extensivos, dependiente de un pastor que conduce diariamente a los animales a las áreas de pastoreo, a tomar agua y de regreso al encierro nocturno, con recorridos que oscila de dos a seis kilómetros diarios esto hace que la producción y la reproducción se vea afectada. La base productiva de la caprinocultura son principalmente los agostaderos de las tierras ejidales de uso común, que generalmente son de baja calidad forrajera, no se encuentran con infraestructura y se encuentran deterioradas. Cada vez más productores complementan la alimentación del ganado con forrajes de corte o mediante esquilmos agrícolas. El hato caprino típico es de ganado multirracial (Saanen, Alpino, Nubio, Toggenburg y recientemente Bóer). En la región lagunera cuenta con 411,376 cabras en la cuales (SIAP, 2013). Los rebaños constan de 10 a 500 animales, pero se ha estimado que más del 80% de los productores tienen menos de 50 de ganado caprino (SAGARPA, 2010). Los productos que se obtiene son cabritos, leche y animales adultos que se venden por su baja productividad o por la falta de disponibilidad de alimento, especialmente en épocas de sequía. 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). La reproducción de pequeños rumiantes puede ser controlada por varios métodos desarrollados en las últimas décadas. Algunas de ellas implican la administración de hormonas exógenas. Algunos otros no incluyen hormonas, sino sólo "métodos naturales", tales como el control fotoperíodo o exposición a un macho a una hembra "efecto macho" o "efecto hembra-hembra.(Delgadillo et al., 2003; Luna-Orozco et al., 2012).

Objetivo

Evaluar la respuesta sexual de cabras anovulatorias manejadas bajo sistemas extensivo y/o intensivo, estimuladas a través de “efecto macho” más hembras estrogenizadas.

Hipótesis

La respuesta de hembras anovulatorias expuestas a efecto macho más hembras estrogenizadas estimula la actividad estral de hembras anovulatorias en los dos sistemas de producción.

II REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Estacionalidad reproductiva

Los ciclos reproductivos en los animales obedecen a situaciones que, al ser interpretadas, determinan la conveniencia o no de su presentación y uno de ellos es la estacionalidad, la cual se ha reconocido como el elemento principal en la regulación de la actividad reproductiva, esta se refiere a que durante una determinada época del año algunas especies tienen periodos de actividad e inactividad sexual (Rivas-Munoz et al., 2010). Los pequeños rumiantes son animales poliéstricos estacionales, es decir que presentan varios ciclos estrales 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 (Chemineau et al., 2008; Delgadillo et al., 2003). Existen factores que directamente influyen sobre la reproducción, como la duración del día y la noche, las interacciones sociales por mencionar algunos (Bronson, 1985).

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 según estudios realizados en diferentes razas y regiones (Carrillo 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, son en la primavera, en donde encuentran el clima y la disponibilidad de alimentos que son adecuados para el desarrollo de sus recién

nacidos (Arroyo, 2011; Chemineau et al., 2008). Para programar su actividad reproductiva los ovinos y los caprinos utilizan el fotoperiodo como una estrategia de reproducción bien definida la cual también tiene efectos sobre la secreción de prolactina, hormona que se relaciona con la lactancia y el crecimiento del pelaje (Goodman, 1994).

La estacionalidad de la reproducción es parte del proceso de selección natural; este mecanismo de adaptación es desarrollado por algunos mamíferos silvestres con el fin de minimizar el impacto negativo del ambiente (temperatura, humedad y disponibilidad de alimento), en la supervivencia de manera que los partos ocurran en la época más favorable del año (Chemineau et al., 2010; Duarte et al., 2008; Karsch et al., 1984). La actividad reproductiva de los animales puede ser influenciada por diversos factores como son: la raza, la localización, el fotoperiodo, alimentación, entre otros (Chemineau et al., 2008).

2.2 Estacionalidad reproductiva en diferentes zonas:

En los trópicos las cabras son criadores continuos, aunque una restricción de forraje puede en ocasiones provocar un periodo de anestro (Duarte et al., 2008). En latitudes 25° N las razas de cabras nativas son capaces de reproducirse en primavera, sin embargo el mestizaje indiscriminado de razas criollas con razas lecheras ha llevado a un anestro estacional, aunque este es menos marcado que el observado en zonas templadas. La frecuencia de ovulaciones y el comportamiento estral en cabras Alpina y Saanen, incluso manteniendo una excelente condición corporal, presentan un largo periodo de reposo sexual, la

temporada de anestro se presenta en los meses de marzo a septiembre (Chemineau et al., 2008).

Los cambios en la duración del fotoperiodo a lo largo de todo el año son mayores entre más alejado se encuentra un sitio del ecuador, por lo que en teoría la influencia del fotoperiodo podría disminuir conforme se reduce la latitud. Por esta razón, diversos autores han sostenido que los animales que se explotan en las zonas tropicales no presentan estacionalidad reproductiva y tienen la capacidad de concebir durante todo el año (Valencia et al., 1986). Sin embargo la estacionalidad reproductiva en cabras lecheras en el norte de México (26°N) es un serio problema para la industria, ya que impide la producción acelerada, limita el acceso a mercados favorables y produce ciclos de producción de la carne y leche de cabra (Carrillo et al., 2010; Zarazaga et al., 2009). Algunas razas de ovinos y caprinos originarios o adaptados a latitudes subtropicales presentan estacionalidad en su actividad reproductiva. En las cabras locales de las zonas áridas de México (26°N), el anestro estacional se presenta de marzo a agosto, mientras que en los machos de esta misma raza el periodo de reposo sexual se extiende de enero a mayo (Carrillo et al., 2007).

2.3 Ciclo reproductivo de los pequeños rumiantes

El ciclo sexual o estral comprende los diferentes cambios morfológicos y fisiológicos que ocurren en el ovario y tracto genital de la cabra no gestante que controlan la expresión del celo (Fatet et al., 2011). Las cabras son criadas en una amplia gama de sistemas de producción y tienen una considerable importancia

económica en muchas regiones. Su adaptabilidad a medio hostil (mejor resistencia al estrés por calor y la sequía, una mejor utilización y la digestibilidad de los pastos) (Arroyo, 2011; Fatet et al., 2011). La hembra caprina y ovina se caracteriza por poseer anualmente una estación sexual durante la cual recibe al macho y otra no receptiva de anestro. Durante la estación sexual la oveja manifiesta períodos sucesivos de celo a intervalos regulares mientras no resulte fecundada (Arroyo et al., 2006; Barrell et al., 1992). Se clasifica por ello como poliéstricaestacional (Barrell et al., 1992). Esta periodicidad está regulada por el fotoperiodo, es decir que se encuentra controlada por los cambios estacionales que experimenta la luz del día, o sea la relación luz-oscuridad denominado fotoperiodo. Este estímulo lumínico producido por la relación luz-oscuridad, es conducido hasta el hipotálamo por el nervio óptico con el cual la hipófisis modifica la relación en la producción de las hormonas gonadotróficas FSH y LH y comienza la temporada sexual(Arroyo, 2011; Malpoux et al., 1999; Malpoux et al., 1997).

La actividad sexual se inicia cuando la cantidad de horas luz disminuye (otoño e invierno). Durante su estación reproductiva, los ciclos estrales se presentan a intervalos de 17 ± 3 días en la oveja y de 21 ± 3 días en la cabra; estos solo se interrumpen durante la gestación o por la presencia del anestro(Arroyo et al., 2006; Santiago-Moreno et al., 2000; Valencia et al., 1986). Es de destacar una serie de eventos que ocurren durante el ciclo estral y que son de importancia. El estro constituye el periodo en que las hembras manifiestan comportamiento de atracción a los machos, estas manifestaciones son bastantes marcadas, incluyendo signos externos como el enrojecimiento de la vulva; en ocasiones existe una descarga de moco proveniente de la vagina, agitación constante del

rabo e incluso intento de monta de otras hembras (muy raro). Sin embargo, el signo 100% seguro es la inmovilidad a la monta. Lo normal es que en la primera ovulación de cada estación reproductiva las cabras y las ovejas no presenten signos de celo.

El estro en las cabras dura entre 24 a 48 horas, y de 24 a 36 horas en ovejas, coincidiendo la ovulación con el final del estro. La duración de este último varía en función de la edad, la raza, frecuencia del contacto con los machos, de forma que resulta más corto en animales jóvenes (Fatet et al., 2011; Santiago-Moreno et al., 2003).

2.3.1 Fases del ciclo

El ciclo sexual o estral comprende los diferentes cambios morfológicos y fisiológicos que ocurren en el ovario y tracto genital de la cabra no gestante que controlan la expresión del celo (Fatet et al., 2011), cuyo principal objetivo es la preparación de gametos femeninos funcionales y procurar las condiciones adecuadas que permitan su fecundación y nidación en el caso de que se produzca la gestación. Estos cambios se suceden a intervalos más o menos regulares que están asociados a la estacionalidad, definiendo de esta forma un periodo de anestro o inactividad reproductiva y otro de actividad sexual (Chemineau et al., 1984).

A lo largo de la estación reproductiva, las hembras pueden pasar por varios ciclos de celo sucesivos. El intervalo de tiempo entre celo y celo en la cabra suele ser de 20 a 21 días, aunque esa duración es variable, habiéndose observado en esta especie ciclos cortos (de 3 a 9 días) y ciclos largos (de 26 a 34 días)

(Chemineau et al., 1992). El ciclo estral se divide clásicamente en dos fases: la fase folicular que abarca la fase de *proestro*, *estro* y la fase luteal que comprende el *metaestro* y el *diestro*. A lo largo de este ciclo, el ovario sufre una serie de cambios morfológicos (reclutamiento, crecimiento folicular y maduración folicular) y fisiológicos (regulación endocrina) que culminan en la ovulación (Fatet et al., 2011). La fase folicular, tiene una duración de unos 5-6 días (se corresponden con los días 18-21 de un ciclo y 1-2 del ciclo siguiente). Esta fase se divide en *proestro*, que corresponde al periodo de reclutamiento, selección y dominancia folicular, y que se caracteriza por unas crecientes concentraciones de estradiol, producidas por los folículos ováricos en desarrollo, y que desencadena la salida en celo de la hembra. Esta fase que se conoce como *estro*, que corresponde con el día 0 del ciclo y se caracteriza por unas concentraciones máximas de 17β estradiol en sangre producidas en los folículos dominantes; finalizando con la ovulación (Fatet et al., 2011). Durante la fase folicular, la hormona folículo estimulante (FSH), secretada por la hipófisis, estimula el crecimiento de los folículos. En esta fase, se producen pequeños picos de secreción de gonadotropinas y estrógenos, que corresponden a los diferentes periodos del crecimiento folicular. De éstos folículos existentes, sólo 2 o 3 son los que alcanzan los 4 mm de diámetro y son seleccionados para entrar en la fase dominante. Bajo la influencia de la LH, estos folículos alcanzan el estado preovulatorio (6-9 mm), mientras que los folículos subordinados degeneran por un mecanismo de atresia folicular. Este hecho conlleva un incremento periférico de las concentraciones de 17β estradiol, secretado por los folículos de mayor tamaño, que induce el comportamiento del *estro* y actúa a través de un *feedback* positivo sobre el eje gonadotropo. En la

cabra, la duración del periodo de receptividad sexual o celo es de 24 a 48 horas (un promedio de 36 horas). Durante este periodo, se produce el pico preovulatorio de LH que aparece entre las 7 a 18 horas después de iniciado el celo y alcanza niveles de esta hormona de 20 a 100 ng/ml (Valencia y Bustamante, 1986). Y que provocará la ovulación 20-26 horas después, produciendo también la luteinización de las células foliculares. El momento exacto de la ovulación, una vez iniciado el celo, varía de 9 a 37 horas, coincidiendo generalmente con el final del periodo del celo (Fatet et al., 2011). La $PGF2\alpha$ existente en la membrana folicular ovulatoria desintegra las células de la teca y la túnica albugínea, activando el proceso de colagenolisis, vasoconstricción y apoptosis (o muerte celular) en la superficie del folículo preovulatorio. La conversión de PGHE en $PGF2\alpha$ en la teca, por acción de la enzima 9-keto-PGHE reductasa que es dependiente de la secreción de progesterona folicular (Murdoch et al., 1991).

La secreción de prostaglandinas es necesario para la ruptura folicular ya que provocan la liberación de la enzima $TNF-\alpha$ (*factor de necrosis tumoral- α*) que se encuentra en la pared de las células tecales endoteliales y produce un debilitamiento y adelgazamiento de la pared apical folicular al acercarse la ovulación, proceso conocido como colagenólisis (Johnson et al., 1999; Murdoch y Lund, 1999). El rol potencial de la PGHE es menos evidente que el de la $PGF2\alpha$. Es posible que contrarreste en forma transitoria el efecto de vasoconstricción de la $PGF2\alpha$, promoviendo un edema folicular y distensión de la membrana folicular.

Este estrés provocado por la acción de las $PGF2\alpha$ a nivel de la membrana folicular, sería el causante de su ruptura, provocando que el ovocito de segundo orden u óvulo maduro, junto a la zona pelúcida y células de la granulosa, sea

liberado al exterior (Johnson et al., 1999). La PGHE parece estar implicada de igual modo en el proceso de dispersión de las células de la granulosa, maduración del oocito y proceso de luteinización. En ciertos casos, sobre todo en razas ovinas y caprinas estacionales (Fatet et al., 2011; Rosa y Bryant, 2003). Ocurren ovulaciones sin celo aparente (silenciosas), y de forma inversa, celos anovulatorios. Estos estados son más frecuentes durante los periodos de transición entre la época de anestro y la estación reproductiva. A nivel endocrino, es sabido que durante el anestro estacionario se dan ciclos de crecimiento y regresión foliculares e incluso se han encontrado algunos folículos tan grandes como los que se presentan en la fase folicular del ciclo estral (Fatet et al., 2011).

A lo largo del anestro estacional, los folículos producen esteroides y muchos de los efectos de feedback positivos y negativos de los esteroides sobre la secreción de LH continúan como si estuviera en época reproductiva y son los que provocan esos estados de ovulaciones sin celo (Gordon, 1997). Una vez finalizada la fase folicular, comienza la fase luteal que se inicia 5 días después de iniciado el estro y cuya duración es de unos 16-18 días. Esta fase se divide en metaestro, cuando las concentraciones periféricas de progesterona comienzan a aumentar y en diestro, cuando las concentraciones de progesterona se mantienen altas hasta que ocurre la luteolisis (Fatet et al., 2011). Después de la ovulación el folículo ovárico se transforma en el cuerpo lúteo, donde se produce la progesterona (P4); esta hormona influye sobre el hipotálamo para reducir la secreción de GnRH e impedir un nuevo celo y ovulación. La progesterona desempeña un papel esencial de retroalimentación o feedback negativo en la regulación de las gonadotropinas durante el ciclo, prepara el endometrio para la

implantación y mantiene la gestación. En caprino es indispensable contar con la presencia de este cuerpo lúteo (CL) funcional para el mantenimiento de la gestación (Celi, 2012). Tras la ovulación, las concentraciones de progesterona se incrementan rápidamente desde el día 4 al día 13. Si no hay fecundación o el ciclo no ha sido fértil, la función lútea decrece como consecuencia de la regresión del cuerpo lúteo o luteólisis debido a la liberación de prostaglandinas (PGF2 α) por parte del útero, y se prepara al ovario para el inicio de un nuevo ciclo sexual (Chemineau et al., 1988).

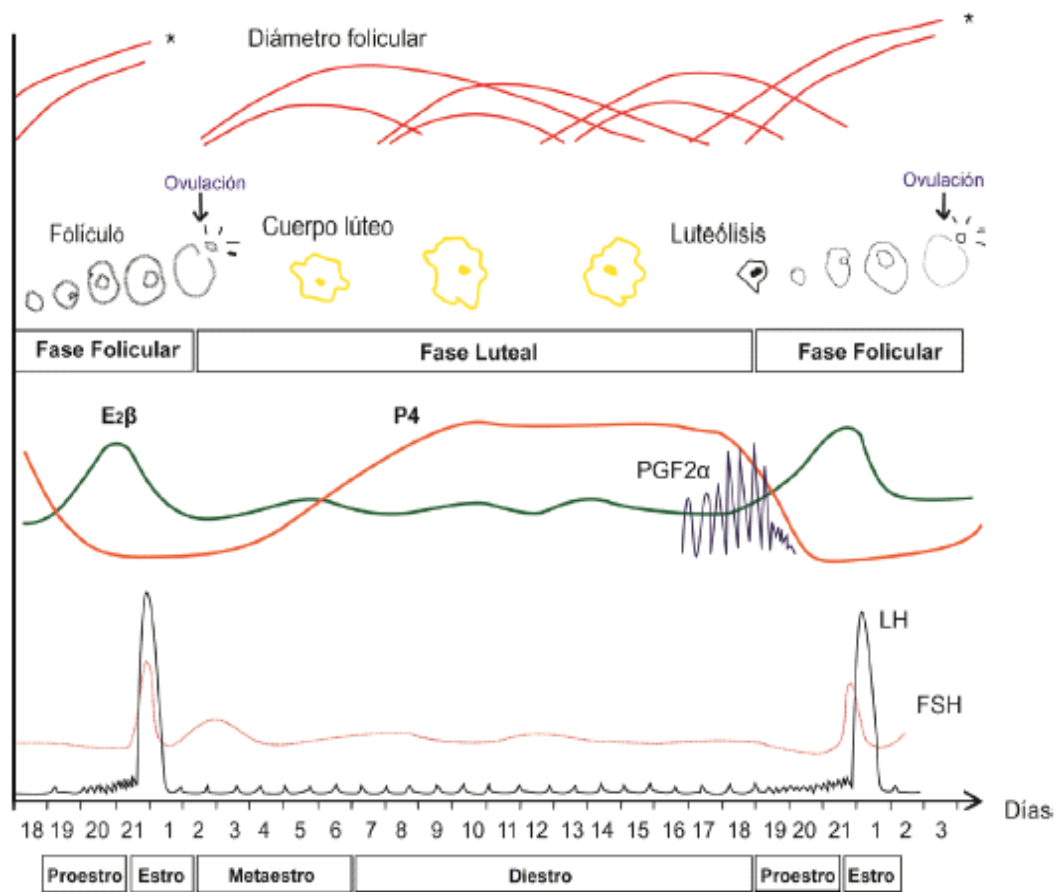


Figura 1. Representación esquemática de los diferentes eventos fisiológicos que ocurren durante el ciclo estral de la cabra: Patrones de desarrollo folicular, ciclo ovárico, y regulaciones endocrinas (Baril et al., 1993; Evans, 2003; Fatet et al., 2011).

2.4 Factores que influyen en la reproducción

2.4.1 Fotoperiodo

En la mayoría de las especies animales mantenidas en su hábitat natural, las variaciones de horas luz/día a lo largo del año (fotoperiodo), la situación geográfica (latitud), la temperatura, la disponibilidad de alimento y las interacciones sociales determinan los periodos de actividad reproductiva estacional. La adaptación genética a las condiciones medioambientales donde se desarrolla una especie o población determinada, conduce al establecimiento de estrategias reproductivas encaminadas a condicionar la época de partos en aquella estación del año donde las condiciones ambientales, climáticas y de alimentación son las más favorables para el crecimiento y desarrollo de las crías (Bronson, 1985).

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 (Mailliet et al., 2004). Los periodos de actividad reproductiva y de anestro estacional están, a su vez, mediatizados por la duración de la gestación en las diferentes especies, ajustándose a fechas reproductivas de comportamiento

sexual, celo, gestación y partos (Bronson, 1985). La repetibilidad del ciclo anual de reproducción observado en los caprinos locales de la Comarca Lagunera sugiere que el fotoperiodo sincroniza el inicio y el final de la actividad sexual en estos animales (Delgadillo et al., 2004b).

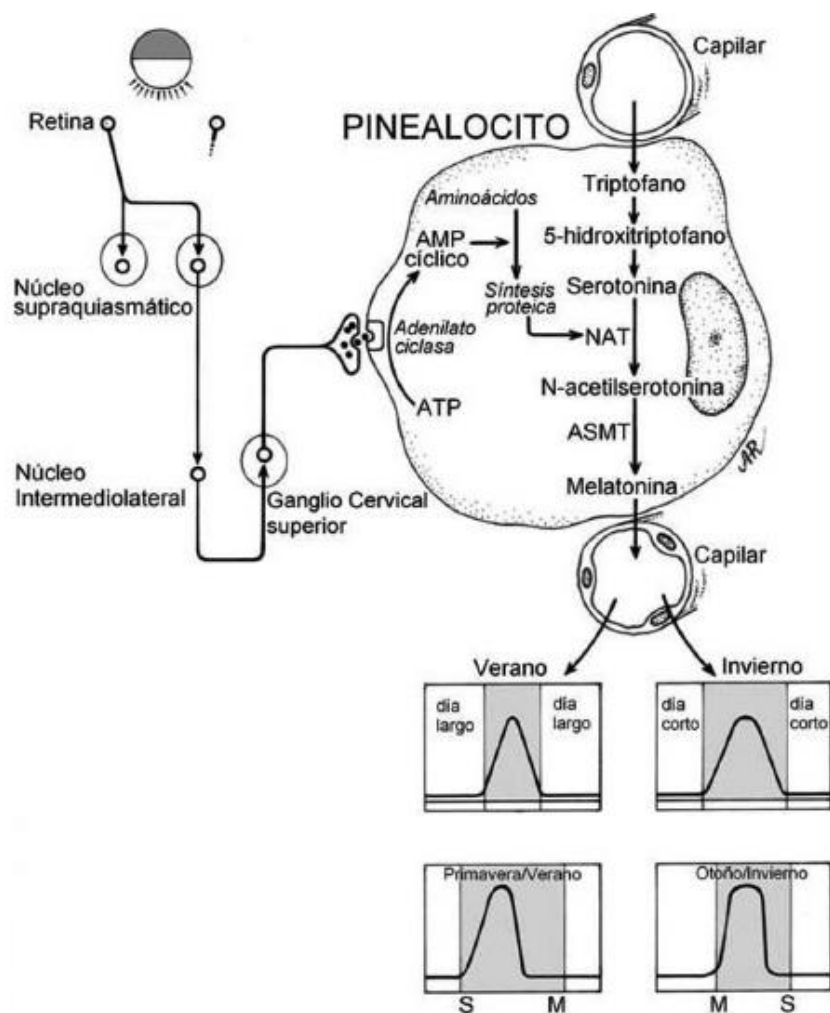


Figura 2. Esquema del tracto fotoneuroendocrino y modificaciones en la síntesis y secreción de melatonina en reproductores de día largo (verano) y reproductores de día corto (invierno). (Tomado de (Bustos y Torres-Díaz, 2012).

2.4.2 Nutrición

Las señales nutricionales también son reguladores directos de reproducción estacional y una señal principal que regula la fertilidad en animales ciclando (Meza-Herrera et al., 2012). En las condiciones semiáridas del norte de México, las cabras satisfacen sus necesidades nutritivas principalmente a través del consumo de la vegetación disponible, sin embargo, gran parte del año los forrajes no cuentan con los nutrientes suficientes para cubrir dichas necesidades, y solamente en los meses de verano los animales consumen los nutrientes necesarios para poder cubrir o exceder sus requerimientos y cuando sus requerimientos básicos no logran ser cubiertos, comienzan a utilizar sus reservas corporales, con la consecuente pérdida de peso y condición corporal, lo cual podría reflejarse en el rendimiento productivo y reproductivo (Mellado y Hernández, 1996; Ramirez et al., 1995; Rosales-Nieto et al., 2006).

Otro factor que se ha mencionado importante en la modulación de la actividad sexual de los pequeños rumiantes es la alimentación estas pueden modificar el calendario de la temporada de cría (De Santiago-Miramontes et al., 2009; Delgadillo et al., 2004a; Delgadillo et al., 2004b; Duarte et al., 2008).

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., 2001). 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 (Thawaites 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).

Al igual que en las hembras la nutrición, pueden modificar el calendario de la temporada de cría, algunas características de los ciclos estrales, y la tasa de ovulación. De hecho, el período de anestro, en mayor condición corporal es más corto que en los de menor condición corporal. Además, en las hembras con menor condición corporal, la frecuencia de los ciclos de estro corto y largo es mayor que en las hembras con mayor condición corporal. En hembras en mayor condición corporal, la tasa de ovulación es mayor que en las hembras con menor condición corporal (De Santiago-Miramontes et al., 2009).

2.4.3 Clima

Donde no hay una variación en el fotoperiodo, se presenta dos periodos de lluvias con cambios en la abundancia y crecimiento de forraje, seguidos de periodos de sequias. El endurecimiento de las plantas durante la sequía ocasiona el inicio de estación reproductiva. Las crías nacen después de las lluvias, de manera que hay dos estaciones de cría al año (Cervantes-Ruiz, 2004). 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 (Cervantes-Ruiz, 2004).

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 (Chemineau et al., 1984).

2.5 Actividad sexual de las cabras localizadas en regiones templadas

En el subtrópico mexicano, en el estado de Coahuila México (26 °), los caprinos alimentados adecuadamente también manifiestan variaciones estacionales de su actividad sexual tanto en hembras como en machos independientemente del tipo de explotación (Delgadillo et al., 1999). En las zonas de latitudes templadas, las razas de cabras permanecen anéstricas y anovulatorias durante los días largos de la primavera y el verano, estas comienzan a mostrar actividad sexual al mismo tiempo en que disminuye el fotoperiodo durante el otoño (Hafez, 1993). En el noroeste de México se observa nacimientos durante todo el año. Pero los meses de máxima parición son febrero-marzo, que corresponde a los apareamientos realizados en octubre-noviembre y las pariciones de septiembre-octubre corresponden a las cubriciones de abril y mayo, de lo anterior se deduce que la mayor actividad sexual se circunscribe al otoño y la primavera (Delgadillo et al., 1999; Restall, 1992).

2.6 Actividad sexual de las cabras localizadas en regiones subtropicales

En las cabras de la Comarca Lagunera, región subtropical de México, las hembras muestran actividad sexual (ovulaciones) del mes de septiembre al mes de febrero (Duarte et al., 2008). En esta región, el periodo de reposo sexual en los machos y el periodo de anestro en las hembras coincide con la estación seca. Por ello se postuló que los cambios en la disponibilidad de alimento eran los responsables de dicha estacionalidad reproductiva. Sin embargo, esta estacionalidad reproductiva también se observó en los animales mantenidos en condiciones intensivas, en donde recibieron una adecuada nutrición (Delgadillo et al., 1999; Duarte et al., 2008; Duarte et al., 2010). También en las cabras Cashmere localizadas en regiones subtropicales de Australia (29° S), se ha observado que ellas presentan variaciones estacionales en su actividad sexual. En efecto (Restall, 1992). Encontró que en esas cabras la época de actividad sexual se presentó de febrero a agosto (otoño-invierno), mientras que el periodo de inactividad sexual se presentó de septiembre a enero (primavera-verano). En Argentina (30°S), las cabras nativas criollas muestran su actividad reproductiva de marzo a septiembre y el periodo de anestro estacional ocurre de octubre a febrero (Rivera et al., 2003). Estos antecedentes, describen claramente que las cabras localizadas en regiones subtropicales presentan marcadas variaciones estacionales en su actividad reproductiva.

2.7 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., 2008). Durante el reposo sexual la secreción de LH, de testosterona, el peso testicular y de producción espermática cualitativa y cuantitativa se encuentra 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., 2004a; Delgadillo et al., 2004b; 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 (Chemineau et al., 1996).

2.8 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 activas a través de la vía sensorial olfativa y el nivel alimenticio (Chemineau, 1993; Véliz et al., 2002). 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 empareamiento. También se ha demostrado el efecto del fotoperiodo sobre la actividad sexual (Véliz et al., 2002).

2.9 Bioestimulación sexual

Todos los mamíferos, en particular los que viven en grandes grupos, se encuentran inmersos en un entorno social complejo y rico que está lleno de las vistas, sonidos y olores de sus vecinos, compañeros, y la descendencia. Estas entradas sensoriales, las señales sociosexuales, pueden alterar profundamente muchos procesos fisiológicos y de comportamiento, incluyendo la reproducción (Hawken y Martin, 2012). La introducción del macho y hembras a grupos de ovejas y cabras anéstricas, provoca una respuesta ovulatoria sincronizada en los primeros tres a cinco días siguientes (efecto macho y hembra). La señal del macho es principalmente feromonal y desencadena un incremento en la frecuencia y amplitud de los pulsos de la hormona luteinizante (LH). El porcentaje de hembras ovulando en respuesta al olor del macho es menor que cuando existe contacto físico total con el semental, esto último indica que otros sentidos están involucrados en la mediación del fenómeno pero ninguno es indispensable (Alvarez y Zarco, 2001).

2.10 Efecto macho-hembra

En ovejas y cabras, el estado endocrino en anestro estacional de las hembras se cambia a estró después de la exposición a los olores del macho, este llamado "efecto macho" es uno de los efectos de feromonas de imprimación más importantes en los mamíferos se ha identificado una molécula de señal olfativa que activa el regulador central de la reproducción, la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) generador de impulsos, en cabras (Murata et al., 2014). El uso de gases-espectrometría de cromatografía de masas permite analizar los

compuestos volátiles del espacio de cabeza de machos cabríos, se han identificado varios aldehídos y cetonas-etílicos ramificado, se demostrado que uno de estos compuestos, 4-ethyloctanal, activa el generador de impulsos GnRH en cabras (Murata et al., 2014). El efecto macho constituye un estímulo social que permite iniciar la actividad reproductiva en ovejas y en cabras (Alvarez y Zarco, 2001; Delgadillo et al., 2003; Flores et al., 2000). 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 (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 (Delgadillo et al., 2003; Flores et al., 2000; 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 (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 (Delgadillo et al., 2002). 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).

Efecto macho

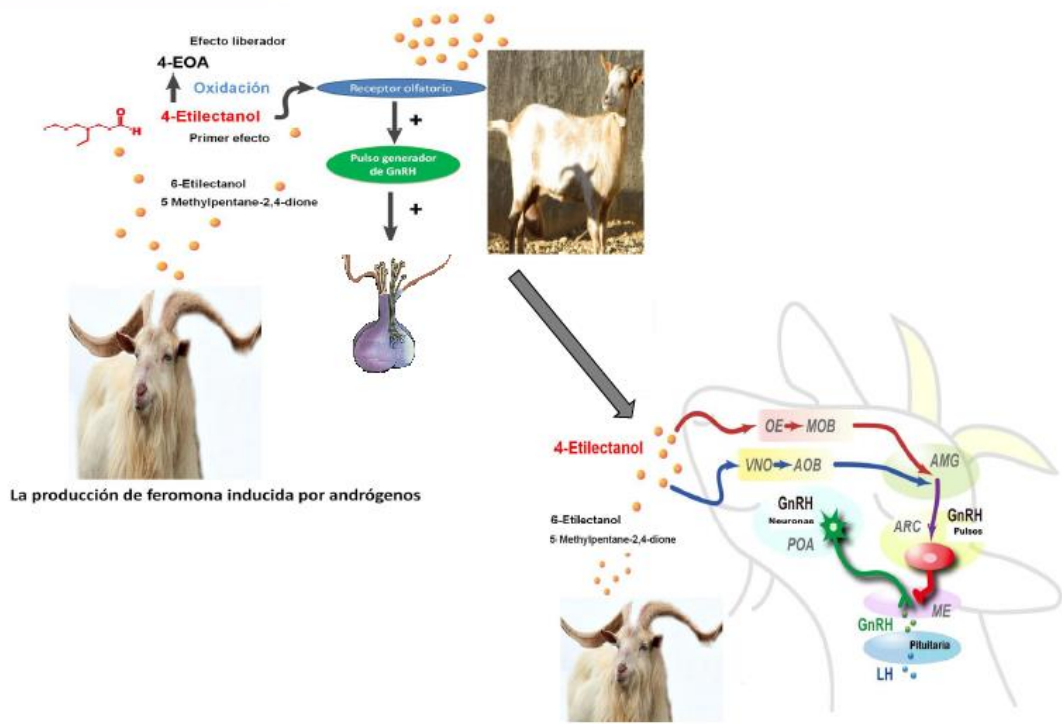


Figura 3. Posibles vías de señales de 4-etilectanol transmitidas sobre los pulsos de GnRH hipotalámico o sistema olfatorio vomeronasal y liberación de GnRH y LH. (Modificado de (Murata et al., 2014).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Lugar del estudio

El presente estudio se realizó en la Comarca Lagunera, con ubicación exacta en el ejido 6 de enero municipio de Lerdo, Durango (Latitud norte 25° 46' y Latitud Oeste 103° 31'). El clima de la presente región es semidesértico con una precipitación pluvial anual de 203 mm y una temperatura que oscila entre 6°C y 37°C respectivamente.

3.2 Manejo de los animales

3.2.1 Manejo de los machos

Se utilizaron 12 machos adultos de más de 2 años de edad divididos en 6 grupos (n=2) homogéneos en cuanto a condición corporal, peso corporal, circunferencia escrotal y circunferencia testicular. En tres grupos de machos fue manejado bajo un sistema de explotación intensivo, los cuales recibieron una alimentación a base de heno de alfalfa, sales minerales y agua a libre acceso. Los otros tres grupos de machos fue manejado bajo un sistema de explotación extensivo, pastoreados con forrajes de región, los cuales son el zacate buffel (*Cenchrusciliaris*), bermuda o zacate chino (*Cynodondactylon*) zacate navajita (*Boutelouagracilis*) Johnson (*Sorghumhalepense*); arbustivas como el mezquite (*Prosopis granulosa*) y el huizache (*Acacia farnesiana*) y herbáceas como Trompillo (*Solanumelaeagnifolium*), Arrastradilla (*Sida abutifolia*) y Hierba del Negro (*Sphaeralcea angustifolia*) (Mellado y Olvera, 2008).

3.2.2. Manejo de las hembras

Se utilizaron 120 hembras anovulatorias de genotipo indefinido las cuales se dividieron en 6 grupos (n=20), con una alimentación diferida. Tres grupos de hembras en sistema de explotación intensivo fueron alimentadas a base de una dieta de heno de alfalfa, sales minerales, concentrado comercial y agua a libre acceso. Los otros tres grupos de hembras fueron pastoreadas en un sistema de explotación extensivo. Los forrajes presentes en esta región son el zacate

buffel (*Cenchrus ciliaris*), bermuda o zacate chino (*Cynodon dactylon*) zacate navajita (*Bouteloua gracilis*) Johnson (*Sorghum halepense*); arbustivas como el mezquite (*Prosopis granulosa*) y el huizache (*Acacia farnesiana*) y herbáceas como Trompillo (*Solanum elaeagnifolium*), Arrastradilla (*Sida abutilifolia*) y Hierba del Negro (*Sphaeralcea angustifolia*) (Mellado y Olvera, 2008).

3.2.3. Tratamiento de los machos

Diseño experimental de los tratamientos de los machos en sistemas intensivo y/o extensivo que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1. Tratamiento de los grupos de machos en los diferentes sistemas de producción aplicados c/3 día durante 21 días.

Grupos	Tratamiento de los machos (21 d)
EC	1 ml de solución salina
ET ₄ +H	50 mg de testosterona
ET ₄	50 mg de testosterona
IC	1 ml de solución salina
IT ₄ +H	50 mg de testosterona
IT ₄	50 mg de testosterona

Los grupos de machos experimentales se mantuvieron en confinamiento en corrales de 5 x 5 mts durante el tratamiento.

3.2.4. Tratamiento de las hembras estrogenizadas.

Previo al empadre todas las hembras recibieron la aplicación de 25 mg de progesterona vía intramuscular a las -24 h (Veliz et al., 2009). Además cuatro hembras fueron estrogenizadas las cuales recibieron a las -48 h 2 mg de cipionato de estradiol vía intramuscular (Carrillo et al., 2014).

3.2.5. Empadre

El 30 de mayo las hembras del sistema extensivo fueron puestas en contacto con los machos. Un grupo de hembras del sistema fue puesto en contacto con dos machos control (EC), el segundo grupo se puso en contacto con dos machos tratados con testosterona más el estímulo de dos hembras estrogenizadas (ET₄+H). Mientras que el tercer grupo fue puesto en contacto con dos machos tratados con testosterona (ET₄). Para el sistema intensivo los grupos de hembras, fueron puesto en contacto con dos machos control (IC), el segundo grupo se puso en contacto con dos machos tratados con testosterona más el estímulo de dos hembras estrogenizadas (ET₄+ H). Mientras que el tercer grupo fue puesto en contacto con dos machos tratados con testosterona (ET₄).

Tabla 2. Diseño experimental de emparede hembras anovulatorias expuestas a machos con diferentes tratamientos en dos sistemas de producción, finales de mayo (Latitud, 26°N).

Grupos	Hembras en contacto con:
EC	Machos control
ET4+H	Machos tratados con testosterona más el estímulo de dos hembras estrogenizadas.
ET4	Machos tratados con testosterona.
IC	Machos control
IT4+H	Machos tratados con testosterona más el estímulo de dos hembras estrogenizadas
IT4	Machos tratados con testosterona.

3.3. Variables a evaluar

3.3.1 Intensidad de olor

Se midió el olor de cada macho al principio y al final del estudio en una escala 0-4, donde 0 es igual al olor de una hembra y 4 un olor muy intenso de macho

3.3.2 Actividad estral

La actividad estral se registró 2 veces al día (09:00 y 17:00 h), durante 5 días. Las hembras que permanecían inmóviles a la monta del macho se consideraron en estro. (Chemineau et al., 1992).

3.3.3 Latencia al estro.

Se determinó mediante la sumatoria del número de horas desde la introducción de los machos hasta la aceptación de la monta por el macho (Chemineau et al., 1992)

3.3.4 Porcentaje de ovulación.

Se determinó a los diez días posteriores al pico de actividad estral mediante ultrasonografía utilizando un equipo de ecografo portátil (ALOKA SSD-500) por vía transrectal.

3.3.5 Determinación de la gestación.

La determinación de la gestación se realizóa los 45 días mediante un ultrasonido (HS-2000, Honda electrónicos CO, LTD.) por vía abdominal 3.5 MHz y transrectal 7.0 MHz.

IV. RESULTADOS

Intensidad de olor. La intensidad de olor de cada grupo de machos en los dos sistemas de producción no mostró diferencias estadísticas significativas, como se puede observar en la tabla 3.

Tabla 3. Intensidad de olor de cada grupo de machos sujetos a diferentes tratamientos en sistemas de producción intensivo y/o extensivo, finales de mayo (Latitud, 26°).

Grupos	Inicio del tratamiento	Final del tratamiento
EC	0.5±0.5 ^a	1.0±0.0 ^a
ET ₄ + H	0.5±0.5 ^a	2.0±0.0 ^a
ET ₄	1.5±0.5 ^a	2.5±0.5 ^a
IC	1.0±0.0 ^a	2.0±1.4 ^a
IT ₄ + H	1.0±0.0 ^a	3.0±0.0 ^a
IT ₄	1.0±0.0 ^a	1.5±0.5 ^a

Letras con superíndice diferentes (P<0.05) diferentes.

Respuesta sexual y reproductiva: No se encontró diferencia significativa en las hembras expuestas a los machos con diferentes tratamientos en los dos sistemas de producción., como se puede observar en la Tabla 4.

Tabla 4. Respuesta sexual y reproductiva de cabras anovulatorias manejadas bajo sistemas intensivo y/o extensivo del norte de México, finales de mayo (Latitud, 26°N)

Grupos	Estro	Latencia al estro h	% de ovulación	% de gestación
EC	100 (20/20) ^a	38.4 ^a	85 (17/20) ^a	75(15/20) ^a
ET ₄ +H	95 (19/20) ^a	57 ^a	90 (18/20) ^a	80 (16/20) ^a
ET ₄	90 (18/20) ^a	44.8 ^a	90 (18/20) ^a	75 (15/20) ^a
IC	85 (17/20) ^a	45 ^a	85 (17/20) ^a	80 (16/20) ^a
IT ₄ +H	85 (17/20) ^a	57 ^a	80 (16/20) ^a	70 (14/20) ^a
I T ₄	90 (18/20) ^a	46.2 ^a	90 (18/20) ^a	90 (18/20) ^a

^{a,b}Letras con superíndice son estadísticamente diferentes (P<0.05).

V. DISCUSION

El tratamiento con testosterona exógena en machos cabríos durante la época de reposo sexual aumenta la intensidad de olor. Sin embargo e el presente estudio todos los grupos de machos tuvieron altos niveles de olor que comprueba que estos animales estaban sexualmente activos, ya que durante el periodo de reposo sexual la intensidad del olor es muy baja (Delgadillo *et al.*, 2008), lo que está muy relacionado con el comportamiento sexual y los niveles de testosterona, que es otra hormona indicativa de la actividad sexual (Ángel-García *et al.*, 20014). Efectivamente, se conoce que los niveles altos de testosterona plasmática es responsable del comportamiento sexual, el cual es factor importante para estimular la respuesta reproductiva en hembras en anestro estacional (Delgadillo *et al* 2004). En los machos cabríos el comportamiento sexual depende de la secreción de testosterona, la cual disminuye en primavera y el verano lo que indica que el fotoperiodo ejerce un efecto fundamental en la liberación de testosterona bajo condiciones del subtrópico (Carrillo *et al.*, 2014; Delgadillo *et al.*, 2008). La actividad reproductiva de las hembras puede ser inducida a través del “efecto macho” o “hembra-macho” y “hembra-hembra” (Véliz *et al.*, 2006; Rosa y Bryant, 2003; Álvarez y Zarco, 2001). Efectivamente que el estímulo de hembras estrogenizadas en contactó con machos cabríos incrementa la intensidad de testosterona plasmática y la intensidad de olor, además retrasa el final de la temporada reproductiva los cuales son factores importantes para el estímulo de la actividad reproductiva (Carrillo *et al.*, 2014). Sin embargo, en el presente estudio no tuvo ninguna influencias, ya que probablemente ya estaban activos por lo que fue suficiente para estimular la actividad sexual de las hembras anovulatorias, por

lo que el estímulo de las hembras estrogenizadas quedo opacado. En efecto, la mayoría de las hembras de todos los grupos reiniciaron su actividad sexual. En ovejas y cabras, el estado endocrino en anestro estacional de las hembras se cambia con el estado de estro después de la exposición a los olores del macho este llamado "efecto macho" es uno de los efectos de feromonas de imprimación más importantes en los mamífero, se ha identificado una molécula de señal olfativa que activa el regulador central de la reproducción, la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) generador de impulsos, en cabras (Murata et al., 2014). La actividad sexual provoca la secreción de testosterona que a su vez genera un aumento en el comportamiento reproductivo y sexual (Carrillo et al., 2014). El contacto con hembras estrogenizadas retrasan el final de la temporada reproductiva, además se observó un aumento en el comportamiento sexual apetitivo y consumatorio expuestos al efecto hembra, este efecto positivo podría ser ejercido por la estimulación de feromonas (Carrillo et al., 2014). Las feromonas son algunas de las más potentes estímulos sociosexuales pueden estimular la secreción de GnRH/LH e inducir la ovulación incluso en ausencia de estímulos adicionales (Hawken y Martin, 2012). En efecto, además de su actividad sexual, el macho ofrece también a la hembra señales olfativas que son determinante en el desencadenamiento de la respuesta neuroendocrina que conduce a la ovulación (Bedos et al., 2010). La alta respuesta sexual de las hembras expuestas a los machos controles concuerdan con lo expuesto por (Carrillo et al., 2007). Quienes mencionan que los machos expuestos a las variaciones naturales del fotoperiodo de la Comarca Lagunera pueden inducir la actividad sexual de las cabras al final del anestro, ya que estos empieza su periodo de actividad antes que las hembras,

y por lo tanto tienen niveles de actividad sexual y olor (abril, mayo). También los presentes resultados demuestran que aunque estén en un sistema de explotación diferente (intensivo o extensivo) los machos tratados o no tratados estimulan la actividad sexual de las hembras igualmente. Lo que sugiere que lo más importante es el olor y la conducta sexual desplegada por los machos y que las hembras están siempre receptivas al estímulo del macho. Con esto se demuestra que machos sexualmente activos en sistema extensivo tiene la capacidad de inducir la actividad estral en hembras mediados del anestro estacional, periodo en el cual la respuesta de las cabras y ovejas estacionales expuestas a este efecto es baja o nula (Carrillo et al., 2007).

VI. CONCLUSIÓN

La estimulación de la actividad sexual de hembras anovulatorias a través del “efecto macho” a finales de mayo no es diferente en hembras explotadas bajo condiciones extensivas e intensivas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, L., y Zarco, L. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Veterinaria Mexico* 32: pp. 117 - 129.
- Ángel-García, O., C. A. Meza-Herrera, J. M. Guillen-Muñoz, E. Carrillo-Castellanos, J. R. Luna-Orozcod, M. Mellado, yF. G. Véliz-Deras. 2014. Seminal characteristics, libido and serum testosterone concentrations in mixed-breed goat bucks receiving testosterone during the non-breeding period. *Applied Animal Research*: 1-5.
- Arroyo, J. 2011. Reproductive seasonality of sheep in México *Tropic and Subtropic Agroecosyst* 14: 829-845.
- Arroyo, J., J. Gallegos-Sanchez, A. Villa-Godoy, y M. J. Valencia. 2006. Sistemas neurales de retroalimentación durante el ciclo reproductivo anual de la oveja. *Interciencia* 31: 8-15.
- Baril, G. et al. 1993. Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. In: FAO (ed.) *Production et santé animales* No. 83.
- Barrell, G. K., S. M. Moenter, A. Caraty, y F. J. Karsch. 1992. Seasonal changes of gonadotropin releasing hormone secretion in the ewe. *Biol of Reprod* 46: 1130-1135.
- Bedos, M., J. A. Flores, G. Fitz-Rodríguez, M. Keller, B. Malpoux, P. Poindron, yJ. A. Delgadillo. 2010. Four hours of daily contact with sexually active males is sufficient to induce fertile ovulation in anestrus goats. *Hormones and Behavior* 58: 473-477.
- Bronson, F. H. 1985. Mammalian reproduction: An ecological perspective. *Biol Reprod* 32: 1-26.
- Bustos, O. E., y L. Torres-Díaz. 2012. Seasonal reproduction in the male *Int. J. Morphol.* 30: 1266-1279.
- Carrillo, E., C. A. Meza-Herrera, A. Olán-Sánchez, P. A. Robles-Trillo, C. Leyva, J. R. Luna-Orozcod, R. Rodríguez-Martínez, yF. G. Veliz. 2014. The "female effect" positively affects the appetitive and consummatory sexual behaviour and testosterone concentrations of alpine male goats under subtropical conditions. *Czech J. Anim. Sci.* 59: 337-343.
- Carrillo, E., C. A. Meza-Herrera, y F. G. Veliz. 2010. Reproductive seasonality of young french-alpine goat bucks adapted to subtropical conditions in Mexico. *Rev Mex Cienc Pecu* 1: 169-178.
- Carrillo, E., F. G. Veliz, J. A. Flores, y J. A. Delgadillo. 2007. A diminution in the male/female ratio does not reduce the ability of sexually active male goats to induce estrus activity in anovulatory female goats. *Téc Pecu Méx* 45: 319-328.
- Celi, M. I. 2012. Estudio de los mecanismos implicados en la estacionalidad reproductiva de caprinos mediterráneos : Papel de los opioideos, las catecolaminas y la serotonina, Huelva, Huelva España.
- Cervantes-Ruiz, J. G. 2004. Efecto de la aplicación del clorhidrato de naloxona sobre la función testicular del macho cabrío Universidad de Colima México
- Chemineau, P. 1993. Reproducción de las cabras originarias de las zonas tropicales *REVISTA CIENTIFICA, FCV-LUZ* 3: 1993.
- Chemineau, P., L. Bodin, M. Migaud, J. C. Thiery, y B. Malpoux. 2010. Neuroendocrine and genetic control of seasonal reproduction in sheep and goats. *Reprod Domest Anim* 3: 42-49.
- Chemineau, P., A. Daveau, F. Maurice, y J. A. Delgadillo. 1992a. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Rum Res* 8: 299-312.

- Chemineau, P., A. Daveau, F. Maurice, y J. A. Delgadillo. 1992b. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Rumin Res* 8: 299-312.
- Chemineau, P. et al. 2008. Seasonality of reproduction in mammals: Intimate regulatory mechanisms and practical implications. *Reprod Domest Anim* 43 Suppl 2: 40-47.
- Chemineau, P. et al. 1996. Emploi des implants de mélatonine et des traitements photopériodiques pour maîtriser la reproduction saisonnière chez les ovins et les caprins. *INRA Prod. Anim.*, 9: 45-60.
- Chemineau, P., G. B. Martin, J. Saumande, y E. Normant. 1988. Seasonal and hormonal control of pulsatile lh secretion in the dairy goat (*capra hircus*). *J Reprod Fertil* 83: 91-98.
- Chemineau, P., N. Poulin, y Y. Cognie. 1984. [progesterone secretion during male-induced cycle in the creole goat in anestrus: Seasonal effects]. *Reprod Nutr Dev* 24: 557-561.
- De Santiago-Miramontes, M. A., B. Malpaux, y J. A. Delgadillo. 2009. Body condition is associated with a shorter breeding season and reduced ovulation rate in subtropical goats. *Anim Reprod Sci* 114: 175-182.
- Delgadillo, J. A., G. A. Canedo, P. Chemineau, D. Guillaume, y B. Malpaux. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male creole goats in subtropical northern mexico. *Theriogenology* 52: 727-737.
- Delgadillo, J. A. et al. 2001. Induction of sexual activity of male creole goats in subtropical northern mexico using long days and melatonin. *J Anim Sci* 79: 2245-2252.
- Delgadillo, J. A., M. E. Cortez, G. Duarte, P. Chemineau, y B. Malpaux. 2004a. Evidence that the photoperiod controls the annual changes in testosterone secretion, testicular and body weight in subtropical male goats. *Reprod Nutr Dev* 44: 183-193.
- Delgadillo, J. A., y P. Chemineau. 1992. Abolition of the seasonal release of luteinizing hormone and testosterone in alpine male goats (*capra hircus*) by short photoperiodic cycles. *J. Reprod. Fert.* 94: 45-55.
- Delgadillo, J. A. et al. 2004b. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reprod Fertil Dev* 16: 471-478.
- Delgadillo, J. A. et al. 2003. Control of reproduction in goats from subtropical mexico using photoperiodic treatments and the male effect. *Vet. Méx*, 34: 69-79.
- Delgadillo, J. A. et al. 2006. Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. *Reprod Nutr Dev* 46: 391-400.
- Delgadillo, J. A., J. Vielma, J. A. Flores, F. G. Veliz, G. Duarte, yH. Hernández. 2008. The stimulus quality provided by the buck determines the response of the female goats submitted to the male effect. *Tropical and subtropical Agroecosystems* 9: 39-45.
- Delgadillo, J. A. et al. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J Anim Sci* 80: 2780-2786.
- Duarte, G., J. A. Flores, B. Malpaux, y J. A. Delgadillo. 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Domest Anim Endocrinol* 35: 362-370.
- Duarte, G., M. P. Nava-Hernandez, B. Malpaux, y J. A. Delgadillo. 2010. Ovulatory activity of female goats adapted to the subtropics is responsive to photoperiod. *Anim Reprod Sci* 120: 65-70.
- Evans, A. C. 2003. Characteristics of ovarian follicle development in domestic animals. *Reprod Domest Anim* 38: 240-246.
- Fajersson, P., R. L. Stanko, y G. L. Williams. 1999. Distribution and repeatability of anterior pituitary responses to gnRH and relationship of response classification to the postpartum anovulatory interval of beef cows. *J Anim Sci* 77: 3043-3049.

- Fatet, A., M. T. Pellicer-Rubio, y B. Leboeuf. 2011. Reproductive cycle of goats. *Animal Reproduction Science* 124: 211-219.
- Flores, J. A. et al. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol Reprod* 62: 1409-1414.
- Goodman, R. L. 1994. Neuroendocrine control of the ovine estrous cycle. In: E. K. J. D. a. Neil (ed.) *The physiology of reproduction* No. 1. p 659-709. Raven Press, New York, N.Y.
- Gordon, I. R. 1997. Controlled reproduction in sheep and goats. In: U. Wallingford (ed.) No. 2. p 450, Cambridge University.
- Hafez, E. S. E. 1993. Reproduction in farm animals reproductive health center ivf/andrology international kiawah island. In: L. F. Filadelfia (ed.) No. Sexta edicion p405-423, South Carolina USA.
- Hawken, P. A., y G. B. Martin. 2012. Sociosexual stimuli and gonadotropin-releasing hormone/luteinizing hormone secretion in sheep and goats. *Domest Anim Endocrinol* 43: 85-94.
- Johnson, M. L., J. Murdoch, E. A. Van Kirk, J. E. Kaltenbach, y W. J. Murdoch. 1999. Tumor necrosis factor alpha regulates collagenolytic activity in preovulatory ovine follicles: Relationship to cytokine secretion by the oocyte-cumulus cell complex. *Biol Reprod* 61: 1581-1585.
- Karsch, F. J., N. L. Wayne, y E. L. Bittman. 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent Progress in Hormone Research* 40: 185-232.
- Luna-Orozco, J. R. et al. 2012. Influence of sexually inactive bucks subjected to long photoperiod or testosterone on the induction of estrus in anovulatory goats. *Trop Anim Health Prod* 44: 71-75.
- Mailliet, F. et al. 2004. Molecular pharmacology of the ovine melatonin receptor: Comparison with recombinant human mt1 and mt2 receptors. *Biochem Pharmacol* 67: 667-677.
- Malpaux, B., J. C. Thiery, y P. Chemineau. 1999. Melatonin and the seasonal control of reproduction. *Reprod Nutr Dev* 39: 355-366.
- Malpaux, B., C. Viguie, D. C. Skinner, J. C. Thiery, y P. Chemineau. 1997. Control of the circannual rhythm of reproduction by melatonin in the ewe. *Brain Res Bull* 44: 431-438.
- Mellado, M., y J. R. Hernández. 1996. Ability goats of androgenized goat wethers and does to induce estrus in under extensive conditions during anestrus and breeding seasons. *Small Ruminant Research* 23: 37-42.
- Mellado, M., y A. Olvera. 2008. Diets of prairie dogs (*Cynomys mexicanus*) co-existing with cattle or goats *Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde* 73: 33-39.
- Meza-Herrera, C. A. et al. 2012. Short-term beta-carotene-supplementation positively affects ovarian activity and serum insulin concentrations in a goat model. *J Endocrinol Invest* 36: 185-189.
- Murata, K., Y. Wakabayashi, M. Kitago, H. Ohara, S. Tomogami, Y. Warita, K. Yamagishi, M. Ichikawa, Y. Takeuchi, H. Okamura, y Y. Mori. 2009. Modulation of gonadotrophin-releasing hormone pulse generator activity by the pheromone in small ruminants. *Journal of Neuroendocrinology* 21: 346-350.
- Murata, K., S. Tamogami, M. Itou, Y. Ohkubo, Y. Wakabayashi, H. Watanabe, H. Okamura, Y. Takeuchiemail, yY. Mori. 2014. Identification of an olfactory signal molecule that activates the central regulator of reproduction in goats. *Current Biology* 24: 681-686.

- Murdoch, W. J., y S. A. Lund. 1999. Prostaglandin-independent anovulatory mechanism of indomethacin action: Inhibition of tumor necrosis factor alpha-induced sheep ovarian cell apoptosis. *Biol Reprod* 61: 1655-1659.
- Murdoch, W. J., R. G. Slaughter, y T. H. Ji. 1991. In situ hybridization analysis of ovarian prostaglandin endoperoxide synthase mrna throughout the periovulatory period of the ewe. *Domest Anim Endocrinol* 8: 455-457.
- Ramirez, R. G., D. S. Alonso, G. Hernandez, y B. Ramirez. 1995. Nutrient intake of range sheep on a buffelgrass(*cenchrus ciliaris*) pasture. *Small Ruminant Research* 17: 123-128.
- Restall, R. J. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in australian goats. *Anim Reprod Sci* 27: 305-318.
- Rivas-Munoz, R. et al. 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* 42: 1285-1289.
- Rivera, G. M., G. A. Alanis, M. A. Chaves, S. B. Ferrero, y H. H. Morello. 2003. Seasonality of estrus and ovulation in creole goats of argentina. *Small Ruminant Research* 48: 109-117.
- Rosa, H. J. D., y M. J. Bryant. 2003. Seasonality of reproduction in sheep. *Small Rumin Res* 48: 155-171.
- Rosales-Nieto, C. A., J. Urrutia-Morales, H. Gámez-Vázquez, M. O. Díaz, y B. M. Ramírez. 2006. The influence of feeding level on the reproductive activity of mexican native goats during the reproductive season. *Téc Pecu Méx* 44: 399-406.
- SAGARPA. 2010. Situación actual de la actividad agropecuaria en la región lagunera
- Santiago-Moreno, J. et al. 2003. Seasonal ovulatory activity and plasma prolactin concentrations in the spanish ibex (*capra pyrenaica hispanica*) maintained in captivity. *Reprod Nutr Dev* 43: 217-224.
- Santiago-Moreno, J. et al. 2000. Nocturnal variation of prolactin secretion in the mouflon (*ovis gmelini musimon*) and domestic sheep (*Ovis aries*): Seasonal changes. *Anim Reprod Sci* 64: 211-219.
- SIAP. 2013. Situación actual de la actividad agropecuaria en la región lagunera
- Thawaites, C. J., y G. D. Hannan. 1989. The effects of frequency of ejaculation and undernutrition on the size and tone of the ram's testes. *Animal Reproduction Science*: 29-35.
- Valencia, J., y G. Bustamante. 1986. Reproduccion de los animales domesticos. *Ovinos y caprinos* Ed. Limusa. Mexico 347-361.
- Valencia, J., J. L. González, y J. Díaz. 1986. Actividad reproductiva de la cabra criolla en méxico, en el examen postmortem del aparato genital. *Veterinaria- Méx* 17: 177-180.
- Véliz, F. G. et al. 2002. Male effect in seasonally anovulatory lactating goats depends on the presence of sexually active bucks, but not estrous females. *Animal Reproduction Science* 72: 197-207.
- Veliz, F. G., P. Poindron, B. Malpoux, y J. A. Delgadillo. 2006. Positive correlation between the body weight of anestrus goats and their response to the male effect with sexually active bucks. *Reprod Nutr Dev* 46: 657-661.
- Vielma, J., P. Chemineau, P. Poindron, B. Malpoux, y J. A. Delgadillo. 2009. Male sexual behavior contributes to the maintenance of high lh pulsatility in anestrus female goats. *Horm Behav* 56: 444-449.
- Zarazaga, L. A., J. L. Guzman, C. Dominguez, M. C. Perez, y R. Prieto. 2009. Effects of season and feeding level on reproductive activity and semen quality in payoya buck goats. *Theriogenology* 71: 1316-1325.