

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**“RESPUESTA SEXUAL DE HEMBRAS ANOVULATORIAS EN PRODUCCION INTENSIVA Y/ O EXTENSIVA AL SOMETERLAS EN CONTACTO CON MACHOS MANEJADOS EN SISTEMA INTENSIVO EN EL NORTE DE MÉXICO”**

**POR:**

**EMMANUEL HUERTA LOPEZ**

**TESIS:**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**JUNIO, 2014**

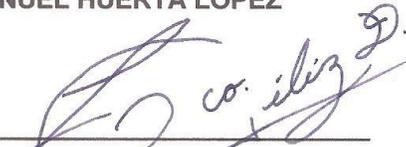
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



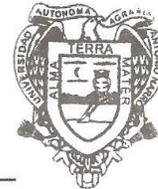
**“RESPUESTA SEXUAL DE HEMBRAS ANOVULATORIAS EN PRODUCCION INTENSIVA Y/ O EXTENSIVA AL SOMETERLAS EN CONTACTO CON MACHOS MANEJADOS EN SISTEMA INTENSIVO EN EL NORTE DE MÉXICO”**

POR:

**EMMANUEL HUERTA LOPEZ**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS**  
**ASESOR PRINCIPAL**

  
\_\_\_\_\_  
**MCV RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ**  
**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**“RESPUESTA SEXUAL DE HEMBRAS ANOVULATORIAS EN PRODUCCION INTENSIVA Y/ O EXTENSIVA AL SOMETERLAS EN CONTACTO CON MACHOS MANEJADOS EN SISTEMA INTENSIVO EN EL NORTE DE MÉXICO”**

TESIS POR:

**EMMANUEL HUERTA LOPEZ**

Elaborada bajo la supervisión del comité particular y aprobada como requisito parcial para optar por el título de:

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

JURADO:

*F. A. Veliz D.*  
\_\_\_\_\_  
**DR. FRANCISCO GERARDO VELIZ DERAS**  
PRÉSIDENTE

*F. A. 11-2*  
\_\_\_\_\_  
**DR. FERNANDO ARELLANO RODRIGUEZ**  
VOCAL

*[Firma]*  
\_\_\_\_\_  
**DR. PEDRO ANTONIO ROBLES TRILLO**  
VOCAL

*[Firma]*  
\_\_\_\_\_  
**MC. OSCAR ANGEL GARCIA**  
VOCAL

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO, 2014

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**“RESPUESTA SEXUAL DE HEMBRAS ANOVULATORIAS EN PRODUCCION INTENSIVA Y/ O EXTENSIVA AL SOMETERLAS EN CONTACTO CON MACHOS MANEJADOS EN SISTEMA INTENSIVO EN EL NORTE DE MÉXICO”**

TESIS POR:

**EMMANUEL HUERTA LOPEZ**

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría

ASESOR PRINCIPAL

**DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ BÉRAS**

ASESORES:

**DR. FERNANDO ARELLANO RODRÍGUEZ**

ASESOR

**DR. PEDRO ANTONIO ROBLES TRILLO**

ASESOR

**MC. ÓSCAR ÁNGEL GARCÍA**

ASESOR

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO, 2014

## INDICE

INDICE	I
INDICE DE FIGURAS Y CUADROS	III
RESUMEN	V
I. INTRODUCCION	- 1 -
2.2. Estacionalidad reproductiva de las cabras	- 6 -
2.3. Control reproductivo del macho	- 7 -
2.3.1. Neuroendocrinología en el macho	- 7 -
2.3.2. Variaciones estacionales	- 8 -
2.3.3. Control fotoperiodo	- 9 -
2.3.4. Regulación fotoperiódica de la actividad neuroendocrina que determina la estacionalidad reproductiva	- 9 -
2.4. Factores que regulan la estacionalidad de los machos cabríos	- 10 -
2.4.1. Fotoperiodo	- 10 -
2.4.2. Nutrición	- 13 -
2.4.3. Temperatura	- 13 -
2.4.4. Actividad sexual de las cabras localizadas en regiones subtropicales	- 15 -
III. MATERIALES Y MÉTODOS	- 16 -
3.1. Lugar de estudio	- 16 -
3.2. Animales y su manejo	- 16 -
3.2.1. Manejo de las hembras	- 16 -
3.2.2. Manejo de los machos	- 17 -
3.3. Variables evaluadas	- 17 -
3.3.1. Actividad sexual del macho	- 17 -
3.4. Actividad estral	- 18 -
3.5. Determinación de la gestación	- 18 -

3.6. Análisis estadísticos	- 18 -
IV. RESULTADOS	- 20 -
4.1. Respuesta de los grupos experimentales.	- 20 -
4.2. Prueba de comportamiento sexual de los machos cabríos expuestos a las hembras anovulatorias del GI vs GE.	- 20 -
Letras diferentes entre columnas indican diferencias estadísticas a $P < 0.05$	- 23 -
V. DISCUSIÓN	- 24 -
VI. CONCLUSION	- 25 -
VII. LITERATURA CITADA	- 26 -

## INDICE DE FIGURAS Y CUADROS

- FIG. 1. Síntesis y secreción de melatonina en reproductores de día largo (verano) y reproductores de día corto (invierno) (reiter *et al.*, 1991)..... - 11 -
- FIG. 2. Señales externas que intervienen en la producción gamética en animales de reproducción estacional y su relación con la actividad gonadal (berndtson *et al.*, 1983)..... - 12 -
- FIG. 3 Comportamiento sexual de machos cabríos expuestos con hembras anovulatorias en sistema intensivo gi (barras negras) y sistema extensivo ge (barras blancas) de la comarca lagunera (26° n) durante dos horas diarias (0900- 1000 h y 1700 - 1800 h) durante 5 días de empadre ( $p<0.05$ ). ..... - 20 -
- FIG. 4 Comportamiento sexual durante la mañana de machos cabríos expuestos con hembras anovulatorias en sistema intensivo gi (barras negras) y sistema extensivo ge (barras blancas) de la comarca lagunera (26° n) durante dos horas diarias (0900- 1000 h y 1700 - 1800 h) durante 5 días de empadre ( $p<0.05$ ). ..... - 21 -
- FIG. 5 Comportamiento sexual durante la tarde de machos cabríos expuestos con hembras anovulatorias en sistema intensivo gi (barras negras) y sistema extensivo ge (barras blancas) de la comarca lagunera (26° n) durante dos horas diarias (0900- 1000 h y 1700 - 1800 h) durante 5 días de empadre ( $p<0.05$ ). ..... - 22 -

FIG. 6 Tabla de la respuesta sexual de cabras anovulatorias manejadas bajo un sistema extensivo y/o intensivo expuestas a machos en producción intensiva .-

23 -

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta sexual de hembras anovulatorias en producción intensiva y/o extensiva al ponerlas en contacto con machos manejados en sistema intensivo y el comportamiento sexual de estos machos. Se utilizaron 40 hembras anovulatorias divididas en dos grupos. Un primer grupo (Grupo intensivo, GI; n=20) y un segundo grupo (Grupo extensivo, GE; n=20) a todas las hembras se les aplicó 25 mg de progesterona vía IM a las -24 h antes del empadre. Además, 4 machos adultos los cuales fueron divididos en dos grupos (n=2 c/u). Del 30 de mayo al 03 de junio los grupos de machos fueron puestos en contacto con las hembras, donde se registró el comportamiento sexual de cada macho, este comportamiento sexual fue registrado durante dos h diarias (0900 a 1000 h y 1700 a 1800 h). La latencia al estro de las hembras, porcentaje de preñez, se compararon por medio de un a T de Student y el comportamiento sexual de los machos por medio de una Chi-cuadrada. Todos los variables se analizaron por medio del paquete estadístico MYSTAT 12, 2007. La actividad estral del GE y GI fue de (95% vs. 100%); ( $P>0.05$ ,) y una latencia al estro del GE y GI de ( $50.4\pm 1.3$  h vs.  $57.0\pm 1.3$  h). El porcentaje de gestación del GE y GI fue de (75% vs 85%)  $P>0.05$ , respectivamente. El 62% de las conductas sexuales fueron realizadas por el grupo de machos expuesto a hembras del (GE) seguido por un 37.5% ( $P<0.05$ ) del grupo de machos expuesto a hembras del (GI). Los resultados del presente trabajo indican que los machos en sistema intensivo inducen la actividad sexual de las hembras manejadas en sistema intensivo o extensivo, de la misma forma sin embargo el comportamiento sexual de los machos es diferente cuando son expuestos a hembras en diferentes sistemas de producción.

**Palabras Clave:** Ciclo estral, Sistema intensivo, Sistema extensivo, Comportamiento sexual, Progesterona.

## I. INTRODUCCION

En México, las zonas áridas y semiáridas ocupan cerca del 50% del territorio y se distribuyen, principalmente, en la parte norte del país (Aréchiga *et al.*, 2008). A pesar de ello, un número importante de familias que ahí habitan, participan en la actividad agropecuaria y representan una contribución muy importante para la economía (Escareño *et al.*, 2012). Sin embargo, los productores se enfrentan principalmente a la escasez de alimento para el ganado, dado que su ganadería es de tipo extensivo, de libre pastoreo, sin manejo y dependiente básicamente de la vegetación nativa, la cual muestra una marcada estacionalidad en la producción de forraje debido a la prolongada sequía (Murillo-Amador *et al.*, 2009).

A escala mundial, los pequeños rumiantes son especies que han mostrado un incremento de su producción en las últimas dos décadas, además de tener una importancia social y medioambiental (Amoah *et al.*, 1996; Escareño *et al.*, 2013). La cría de caprinos permite la utilización de los recursos naturales mediante el uso de los recursos pastoreables (González-Bulnes *et al.*, 2005). Las ventajas de rusticidad y aprovechamiento de recursos tienen su contrapartida en una gran dependencia del medio y escasos rendimientos productivos muy limitados genéticamente y muy condicionados por factores externos (Lopez Sebastian *et al.*, 2005) las opciones productivas son limitadas dentro de las causas por una baja eficiencia reproductiva un retrasado en el inicio de la pubertad largos periodos de

anestro y poca fertilidad y prolificidad particularmente bajo contextos marginales y de alta aridez (González Bulnes *et al.*,2011)

Los pequeños rumiantes son animales poliéstricos estacionales, es decir, 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 (Álvarez y Zarco, 2001). Cuando se manejan sin algún esquema de manipulación reproductiva, la *estacionalidad reproductiva* se convierte en una *estacionalidad productiva* lo que representa problemas serios de comercialización para los productores que por lo general están inmersos en un mercado que exige producto durante todo el año y, curiosamente, incrementa su demanda durante la estación que corresponde a la menor producción de éstas especies (Álvarez y Ducoing, 2006; Arechiga *et al.*, 2008).

Bajo condiciones naturales, la reproducción de las cabras es estacional desde fines del verano y durante todo el otoño, lo cual permite tener un parto al año, desde fines de invierno hasta fines del verano, y largo reposo sexual hasta la próxima temporada de empadre (Legan y Karsch, 1980; Russell y Soni, 1998; Meza-Herrera *et al.*, 2008). El patrón resultante de la productividad primaria sobre los diferentes ambientes, coincide estrechamente con la suplementación de luz, calor y agua, en otras palabras, con patrones fotoperiódicos y meteorológicos, los cuales definen la disponibilidad de alimento a lo largo de las estaciones del año (González-Bulnes *et al.*, 2011). Por ello, es importante conocer cuál es la,

“respuesta sexual de hembras anovulatorias en producción intensiva y/ o extensiva al someterlas en contacto con machos manejados en sistema intensivo en el norte de México”

## **Objetivo**

Evaluar la respuesta sexual de las hembras anovulatorias en producción intensiva y/ o extensiva al someterlas en contacto con machos manejados en sistema intensivo.

Evaluar el comportamiento sexual de los machos cabríos manejados en sistema intensivo al ser expuestos a hembras anovulatorias en un sistema de producción intensivo y/ ó extensivo.

## **Hipótesis**

La respuesta sexual hembras anovulatorias en un sistema de producción intensivo y/o extensivo es inducida al ser expuestas ha machos cabríos en sistema intensivo

El comportamiento sexual de machos cabríos en sistema intensivo es diferente cuando son expuestos a hembras anovulatorias en un sistema de producción intensivo y/ ó extensivo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Estacionalidad reproductiva en pequeños rumiantes

Los pequeños rumiantes como las ovejas y las cabras presentan, como sus ancestros salvajes, un periodo de reposo sexual estacional de duración e intensidad variable entre razas (Thiéry *et al.*, 2002). En efecto, la estacionalidad en la actividad reproductiva se caracteriza por la alternancia de un periodo de reposo sexual o anestro seguido por un periodo de actividad sexual (Duarte *et al.*, 2008).

En las hembras locales de la Comarca Lagunera la estación sexual se desarrolla durante el otoño y el invierno (septiembre-marzo; Duarte *et al.*, 2008) y se caracteriza por la sucesión de ciclos estrales y ováricos de 21 días de duración en promedio.

En los machos la estación sexual se desarrolla en primavera y verano (mayo-diciembre; Delgadillo *et al.*, 1999) y se caracteriza porque los machos manifiestan un intenso comportamiento sexual, olor y elevadas concentraciones de testosterona plasmática. En ambos sexos la actividad sexual (espermatogénesis en el macho y actividad ovulatoria y estral en la hembra) es mínima en primavera y verano y máxima en otoño e invierno.

La estacionalidad reproductiva de los caprinos es controlada principalmente por las variaciones del fotoperiodo a través del año (Thiery *et al.*, 2002; Malpaux, 2006). En condiciones artificiales, es decir cuando se manipula el fotoperiodo, los días cortos estimulan la actividad sexual, y los días largos la inhiben (Lincoln y Short, 1980, 1992,2004).Sin embargo, recientemente se ha demostrado que las relaciones socio-sexuales y la nutrición pueden modificar el patrón de reproducción estacional en machos y hembras (Martin *et al.*, 2004; Forcada y Abecia, 2006; Delgadillo *et al.*, 2009). En algunas razas ovinas y caprinas que manifiestan una estacionalidad reproductiva, la alimentación modula la actividad sexual anual, mientras que en otras es un potente4 factor que determina el inicio del ciclo anual de reproducción (Martin y Walkden-Brown, 1995).

## **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 más viable para su sobrevivencia y crecimiento, estas coinciden con los periodos donde hay más disponibilidad de alimentos, la temperatura del medioambiente adecuado y precipitaciones pluviales (Bronson, 1985).La aparición y duración de estos periodos varía 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. Control reproductivo del macho**

#### *2.3.1. Neuroendocrinología en el macho*

La actividad espermatogénica depende de la LH y FSH. Estas hormonas inducen la diferenciación y la multiplicación de las células germinales, así como la síntesis y la secreción de la testosterona por las células de Leydig del testículo. La testosterona participa en el mantenimiento de la espermatogénesis, también induce el comportamiento sexual y ejerce una retroalimentación sobre la secreción de las gonadotropinas. La LH es liberada de manera pulsátil (periodos breves de secreción) por la hipófisis. Provocado por la actividad de las neuronas de LH-RH del hipotálamo, se alternan con un periodo de reposo en los que se registra un nivel basal. Estos cambios bruscos de la concentración plasmática de LH provocan una estimulación rápida de las células de Leydig del testículo, las cuales

responden liberando la testosterona en la sangre. Cada pulso de LH es seguido de un pulso de testosterona, cuya amplitud varía según la situación fisiológica del animal. Cuando la frecuencia no es muy elevada vuelve a su nivel basal entre dos pulsos (Chemineau y Delgadillo, 1993).

### 2.3.2. Variaciones estacionales

En las razas estacionales, la alteración entre periodos de actividad e inactividad es de origen central. Los cambios de la actividad gonadotrópica son responsables de la baja actividad en primavera y verano y de la intensa actividad en otoño e invierno. Por ejemplo, en el macho cabrío Alpino de enero a mayo, los niveles basales de testosterona son de 0.3 ng/ml en plasma, la frecuencia de los pulsos son alrededor de 1 en 8 horas, la amplitud de estos son menores de 0.2 ng/ml y, como consecuencia, la concentración media de LH (0.4 ng/ml de plasma), son bajas. En junio y julio, la amplitud aumenta progresivamente para alcanzar 1.0 ng/ml en agosto. Después, en septiembre, la frecuencia de los pulsos aumenta bruscamente (3.5 pulsos en 8 horas), mientras que su amplitud disminuye probablemente debido a la existencia de una correlación negativa entre frecuencia y amplitud y a los altos niveles de testosterona (4 ng/ml en plasma en agosto, 13 ng/ml en septiembre). Después de los niveles altos de LH y testosterona en agosto y septiembre, una disminución progresiva se mantiene hasta enero; después el ciclo anual empieza nuevamente (Zarazaga *et al.*, 2011).

### *2.3.3. Control fotoperiodo*

En las razas de cabras de climas templados, la duración del día (fotoperiodo) y sus variaciones determinan los cambios estacionales de la actividad neuroendocrina. La percepción de la duración del día se hace por la retina que trasmite, por vía nerviosa la información a la glándula pineal (o epífisis). Esta última sintetiza y secreta la melatonina en circulación general, únicamente durante la obscuridad. La duración diaria de la secreción está directamente ligada a la duración de la noche. Por intermedio de la duración de la secreción, los animales interpretan la duración del día y responden a las variaciones fotoperiódicas. Los días cortos estimulan la actividad pulsátil de LH y los días largos la inhiben. La testosterona comienza a elevarse desde la cuarta semana después de los días cortos y disminuye la segunda semana después de los días largos (Chemineau y Delgadillo, 1993).

### *2.3.4. Regulación fotoperiódica de la actividad neuroendocrina que determina la estacionalidad reproductiva*

En cabras y ovejas, el mecanismo implicado en el control fotoperiódico de la actividad reproductiva está en parte comprendido. Así, la duración del día es percibida por la retina y la señal de luz es recibida en la glándula pineal. Después, la pineal sintetiza la melatonina y la secreta en la sangre en ausencia de luz y dicha secreción se detienen cuando aparece nuevamente la luz del día. El ritmo circadiano en la secreción de melatonina, el cual depende de la duración del

fotoperiodo, determina la actividad del hipotálamo para producir el factor liberador de gonadotropinas (GnRH). Dicho factor a su vez, controla la secreción de la hormona luteinizante (LH) y así, la actividad reproductiva (Chemineau *et al.*, 1991).

## **2.4. Factores que regulan la estacionalidad de los machos cabríos**

Existen varios factores que regulan la estacionalidad reproductiva que podrían ser extrínsecas (como el clima y nutrición) 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) (Chemineau *et al.*, 2003),

### *2.4.1. 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).

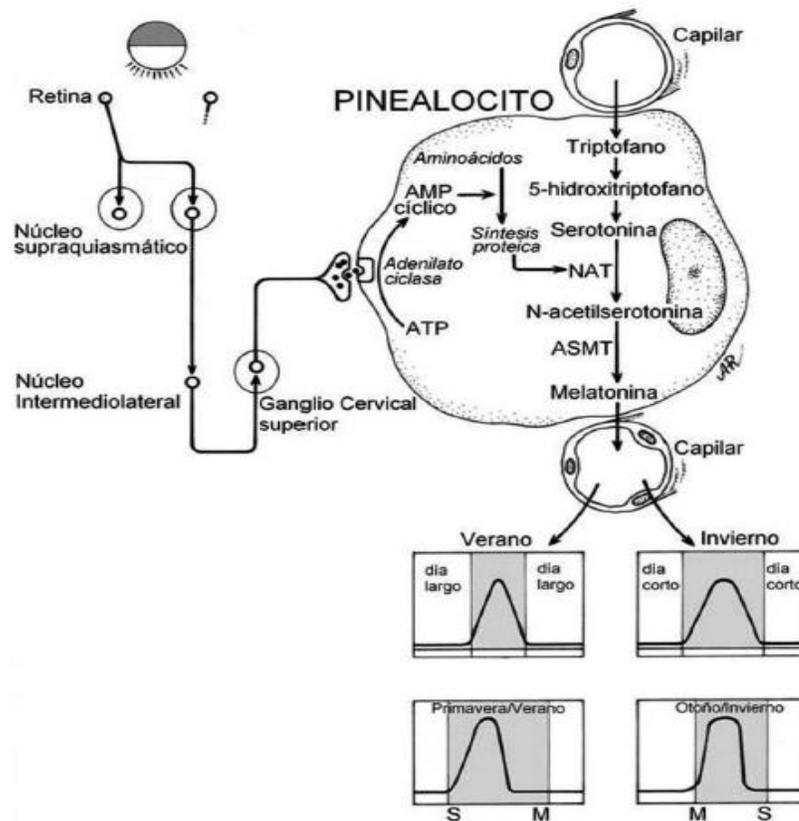


Fig. 1. Síntesis y secreción de melatonina en reproductores de día largo (verano) y reproductores de día corto (invierno) (Reiter *et al.*, 1991).

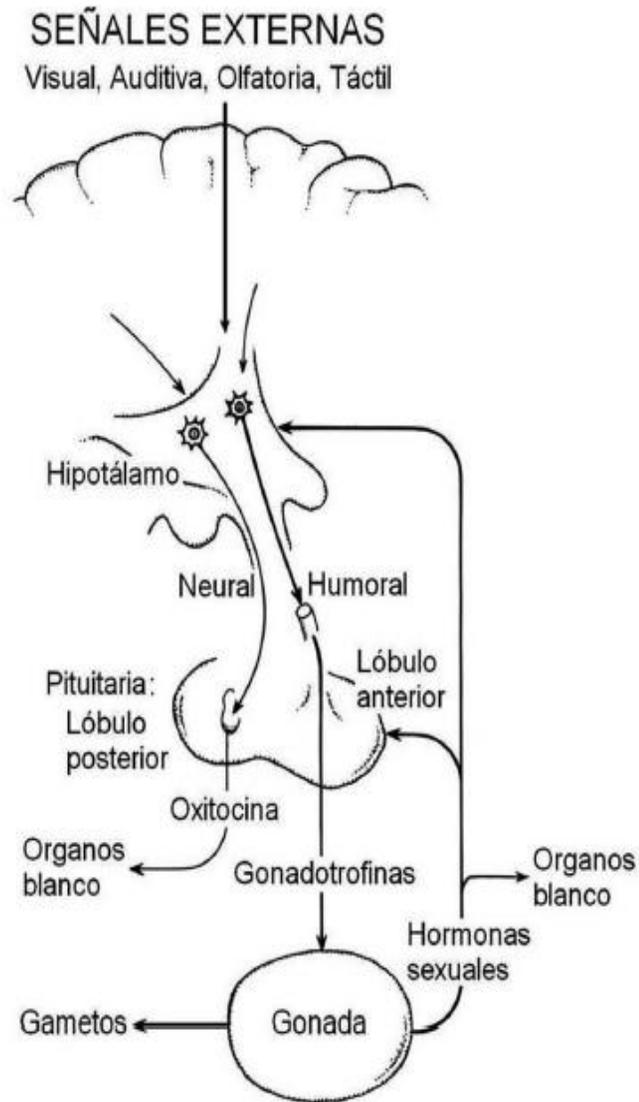


Fig. 2. Señales externas que intervienen en la producción gamética en animales de reproducción estacional y su relación con la actividad gonadal (Berndtson *et al.*, 1983).

#### 2.4.2. *Nutrición*

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

#### 2.4.3. *Temperatura*

Existe evidencia de que en aquellas especies en las que no hay un control endógeno de la temperatura corporal (vertebrados poiquilotérmicos), la termoperiodicidad generalmente domina a la fotoperiodicidad para la

sincronización del ritmo reproductivo anual (Pévet *et al.* 1987). También existe evidencia que indica que la temperatura ambiental es capaz de interactuar con el fotoperiodo para sincronizar los ritmos reproductivos de vertebrados homeotérmicos; así por ejemplo, la actividad sexual del hámster dorado disminuye durante el otoño, cuando decrece la duración del día. Sin embargo, en condiciones de fotoperiodo corto la atrofia ovárica se presenta más rápido a medida que la temperatura ambiental es menor (Pévet *et al.*, 1987).

Se desconoce el mecanismo neuroendocrino por el cual la temperatura pudiera actuar para regular la actividad reproductiva estacional. Se señala que la actividad de enzimas como la hidroxindol-O- metiltransferasa y la N – acetiltransferasa (enzimas involucradas en las síntesis de los 5-metoxi-indoles) disminuye cuando se so mete a ratas a temperaturas elevadas (Pévet *et al.*, 1987). Señala que la melatonina y otros 5- metoxi -indoles pudieran estar implicados en mediar la información acerca de la temperatura.

Se ha sugerido que la temperatura ambiental pudiera ser una "señal" que permitiera modular el ritmo reproductivo estacional en la oveja, pero existe poca información. Al respecto (Wodzicka -Tomaszewska *et al.*, 1967) Estudiaron el efecto de la temperatura sobre la actividad reproductiva de ovejas sometidas a un fotoperiodo ecuatorial y a un régimen de temperatura invertido, encontrando que el ritmo reproductivo estacional persistió sin que la temperatura lo afectara.

#### 2.4.4. *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 (Sáenz-Escárcega *et al.*, 1991). 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). 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.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de estudio

El presente estudio se realizó en la Comarca Lagunera (Latitud 26° 23' N y Longitud 104°47' O). La Comarca Lagunera presenta un clima semidesértico con una precipitación pluvial anual de 230 mm y una temperatura máxima y mínima de 37° C y 6° C respectivamente.

#### 3.2. Animales y su manejo

##### 3.2.1. Manejo de las hembras

Se utilizaron 40 hembras anovulatorias de genotipo indefinido (mezcla de diversas razas lecheras), divididas en dos grupos. Un primer grupo (n=20 c/u) de hembras manejadas en sistema extensivo (Grupo intensivo; GI), las cuales son alimentadas a base de heno de alfalfa, sales minerales y agua a libre acceso. Un segundo grupo de hembras (Grupo extensivo; GE) fueron manejados bajo sistema de producción extensivo. Los animales en condiciones extensivas son alimentados con forrajes presentes en la región, los cuales son el zacate buffel (*Cenchrusciliaris*), bermuda o zacate chino (*Cynodondactylon*) zacate navajita (*Boutelouagracilis*) Johnson (*Sorghumhalepense*); arbustivas como el mezquite (*Prosopisglanulosa*) y el huizache (*Acacia farnesiana*) y herbáceas como Trompillo

(*Solanum elaeagnifolium*), Arrastradilla (*Sida abutilifolia*) y Hierba del Negro (*Sphaeralcea angustifolia*) (Carrillo et al., 2008).

### 3.2.2. Manejo de los machos

Se utilizaron 4 machos adultos divididos en dos grupos (n=2 c/u), Un primer grupo de machos fue expuesto a hembras manejadas bajo un sistema de producción intensivo (GI). Un segundo grupo de machos fue expuesto a hembras manejadas bajo un sistema de producción extensivo (GE). En las cuales son alimentados heno de alfalfa a libre acceso y 200 g de concentrado comercial (14% PC por día /animal), sales minerales y agua a libre acceso.

## 3.3. Variables evaluadas

### 3.3.1. Actividad sexual del macho

Al final de los tratamientos estos machos fueron puestos en contacto con grupos de hembras anovulatorias, para lo cual se midió el comportamiento sexual de estos machos durante los primeros 5 días del empadre, 0900 a 1000 h y de 1700 a 1800 h mediante la observación de la conducta sexuales de cada macho, donde se registró la frecuencia de olfateos ano-genitales, aproximaciones, flehmen, intentos de montas, montas completas, agresiones y automarcajes con orina (Véliz et al., 2006).

### **3.4. Actividad estral**

*Determinación de la actividad estral.* Esta actividad se registró 2 veces al día, a las (0900 y 1700 h), durante 5 días. Se evaluó la actividad estral mediante la introducción de un macho a cada grupo, durante 15 min en la mañana y 15 min en la tarde. Las hembras que permanecían inmóviles a la monta del macho se consideraron en estro (Chemineau *et al.*, 1992).

### **3.5. Determinación de la gestación**

La determinación de hembras gestantes se determinó a los 45 días después de la aplicación de los tratamientos. Lo cual se realizó mediante un ultrasonido (HS-2000, Honda electrónicos CO, LTD.) por vía abdominal 3.5 MHz y transrectal 7.0 MHz.

### **3.6. Análisis estadísticos**

Prueba de comportamiento. Cada una de las variables del comportamiento sexual de cada grupo se comparo por medio de una chi-cuadrada. Todos los análisis estadísticos se efectuaron mediante el paquete estadístico MYSTAT 10 (Evenston, ILL, USA, 2000).

Actividad sexual de las hembras. Los porcentajes de hembras en estro, y que quedaron gestantes, se compararon por medio de chi-cuadrada. Todos los análisis

estadísticos se efectuaron mediante el paquete estadístico MYSTAT 10 (Evenston, ILL, USA, 2000).

## IV.RESULTADOS

### 4.1. Respuesta de los grupos experimentales.

### 4.2. Prueba de comportamiento sexual de los machos cabríos expuestos a las hembras anovulatorias del GI vs GE.

El porcentaje de las conductas sexuales realizadas de los grupos de machos cabríos expuestos a hembras anovulatorias bajo un sistema intensivo y extensivo se muestra en la Figura 3. El porcentaje de conductas sexuales realizadas por el grupo de machos expuestos a hembras en extensivo fue del 62.5%, seguido por un 37.5% ( $P < 0.05$ ) del grupo de machos expuesto a hembras en intensivo.

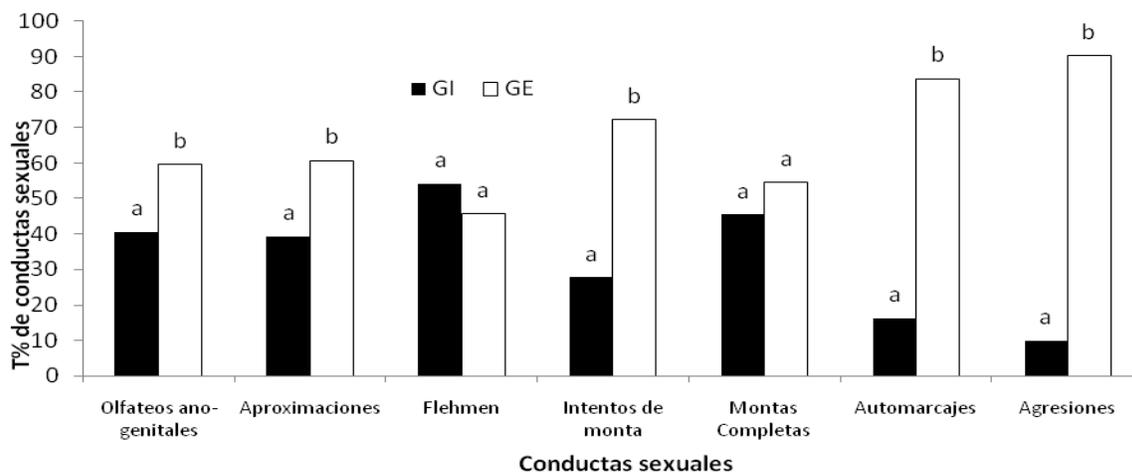


Fig. 3 Comportamiento sexual de machos cabríos expuestos con hembras anovulatorias en sistema intensivo GI (barras negras) y sistema extensivo GE

(barras blancas) de la comarca lagunera (26° N) durante dos horas diarias (0900- 1000 h y 1700 - 1800 h) durante 5 días de empadre (P<0.05).

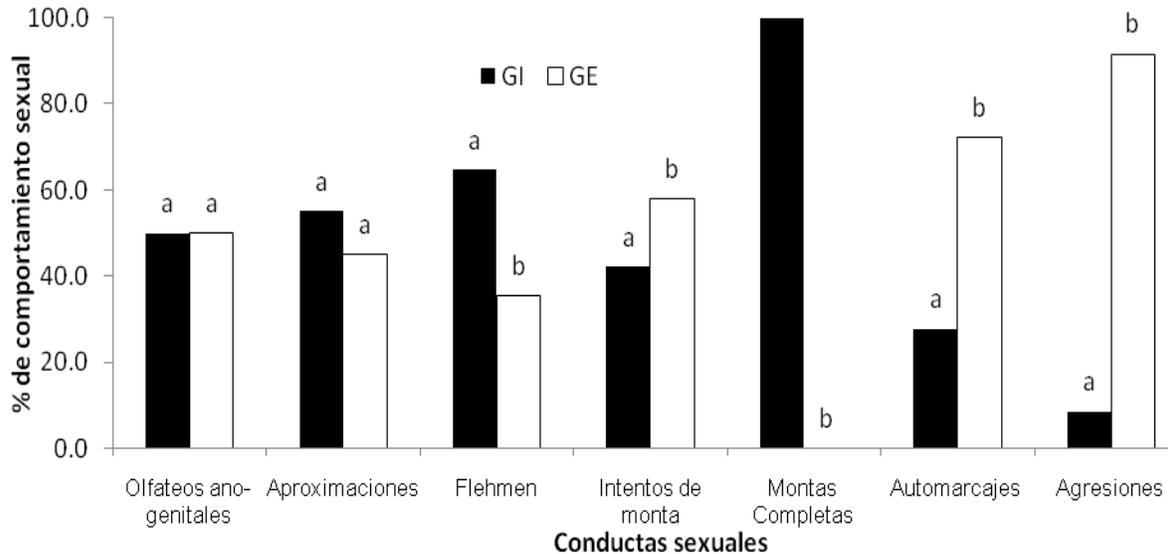


Fig. 4 Comportamiento sexual durante la mañana de machos cabríos expuestos con hembras anovulatorias en sistema intensivo GI (barras negras) y sistema extensivo GE (barras blancas) de la comarca lagunera (26° N) durante dos horas diarias (0900- 1000 h y 1700 - 1800 h) durante 5 días de empadre (P<0.05).

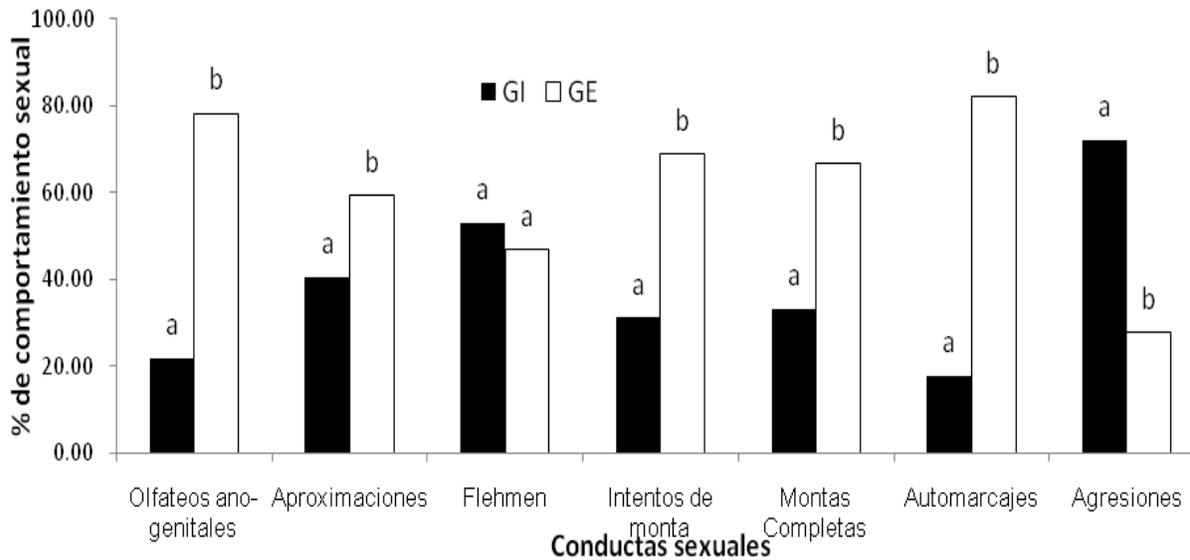


Fig. 5 Comportamiento sexual durante la tarde de machos cabríos expuestos con hembras anovulatorias en sistema intensivo GI (barras negras) y sistema extensivo GE (barras blancas) de la comarca lagunera (26° N) durante dos horas diarias (0900- 1000 h y 1700 - 1800 h) durante 5 días de empadre ( $P < 0.05$ ).

#### 4.3. Actividad sexual de las hembras

La respuesta sexual de los grupos de hembras se muestra en la Tabla 1. La actividad estral de las hembras expuestas al grupo extensivo e intensivo fue de 95% vs 100%; ( $P > 0.05$ ) respectivamente) y una latencia al estro del grupo extensivo e intensivo de ( $50.4 \pm 1.3$  h vs  $57.0 \pm 1.3$  h; ( $P > 0.05$ ) respectivamente). El porcentaje de gestación del grupo extensivo e intensivo fue de (75% vs 85%;  $P > 0.05$ ), respectivamente.

Fig. 6 Tabla de la respuesta sexual de cabras anovulatorias manejadas bajo un sistema extensivo y/o intensivo expuestas a machos en producción intensiva

Respuesta Reproductiva	Grupos	
	GE	GI
Celo (n)	19/20 <sup>a</sup>	20/20 <sup>a</sup>
Latencia al estro (h)	57.4±1.3 <sup>a</sup>	50.4±1.3 <sup>a</sup>
Gestación (n)	15/20 <sup>a</sup>	17/20 <sup>a</sup>

Letras diferentes entre columnas indican diferencias estadísticas a P<0.05

## V. DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo demuestran que el comportamiento sexual de machos cabríos difiere cuando son expuestos con hembras anovulatorias manejadas en sistema extensivo ó intensivo. Sin embargo, en la respuesta sexual de estas hembras no se encontraron diferencias. En efecto, se conoce que el comportamiento sexual de los machos es un factor determinante en la respuesta sexual de las hembras sometidas al efecto macho. Carrillo *et al.* (2007) demostraron que más del 80 % de las cabras que son expuestas a machos cabríos sexualmente activos muestran al menos un celo, mientras que sólo alrededor del 10 % de ellas manifiestan celo cuando son expuestas a machos en reposo sexual. Es probable que esta respuesta sexual de las hembras manejadas en sistema intensivo y extensivo se deba a que los machos se encontraban iniciando su actividad sexual. Se sabe que la mayor respuesta de actividad sexual se ha registrado cuando se realiza al final del anestro estacional a finales de mayo, cuando los machos ya han iniciado probablemente su actividad sexual de manera natural Carillo *et al.*, 2007).

## **VI. CONCLUSION**

Los resultados del presente estudio indican que los machos cabríos en manejados en sistema intensivo inducen la actividad sexual de hembras manejadas bajo sistema intensivo y/o extensivo

El comportamiento sexual de los machos es diferente cuando son expuestos a hembras manejadas bajo sistema intensivo y/o extensivo

## VII. LITERATURA CITADA

- Álvarez L, Zarco L. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet Méx*, 32:117-129.
- Amoah E A, Gelaye S, Guthrie P, Rexroad C E. 1996. Breeding season and aspects of reproduction of female goats. *J. Anim. Sci*, 74:723-728.
- Aréchiga C F, Aguilera J I, Rincón R M; Méndez de Lara S; Bañuelos VR, Meza-Herrera C A. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*.9: 1-14.
- Bronson F H. 1985. Mammalian reproduction: An ecological perspective. *Biol. Reprod.*32: 1-26.
- Chemineau P, Daveua A, Maurice F, Delgadillo J A. 1992. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small. Rumin. Res.* 8: 299-312.
- 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
- Cueto M, Gibbons A, Lanari M R, Tadeo H, Alberio R. 2003. Estacionalidad reproductiva en Cabras Criollas Neuquinas de Patagonia Argentina. VI congreso Iberoamericano de Razas Criollas y Autóctonas. Recife, Brasil. 4: 1-2.
- Delgadillo J A, Canedo G A, Chemineau P, Guillaume D, Malpoux B. 1999. Evidence for an anual reproductive rhythm independent of food availability in male creole goats in subtropical Northern Mexico. *Theriogenology*. 52(4): 727-737.

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.*17: 471-478

Delgadillo J A, Flores J A, Véliz F G, Hernández H F, Duarte G, Vielma J, Poindron P, Malpaux B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtropico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódico y efecto macho. *Vet Mex.*5: 69-79.

Delgadillo J.A, Leboeuf B, Chimineau p. 1993 Maintenance of sperm production in bucks during a third year of short photoperiodic cycles". *Reprod. Nutr. Dev.* 33,609-617.

Duarte G, Flores J A, Malpaux B, Delgadillo J A. 2008. "Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability". *Domestic Animal Endocrinology* 35(4): 362-370.

Duarte G, Flores J A, Malpaux B, Delgadillo J A. 2008. "Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability". *Domestic Animal Endocrinology* 35(4): 362-370.

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

Escareño L, Salinas-Gonzalez H, Wurzinger M, Iñiguez L, Sölkner J, Meza-Herrera C. 2013. Dairy goat production systems. Status quo, perspectives and challenges. *Trop Anim Health Prod.* DOI 10.1007/s11250-012-0246-6.

González-Bulnes A A, López Sebastián M A, Santiago L A, Veiga D A, Toledano I Contreras. 2005. Métodos Alternativos en Biotecnologías Reproductivas en Ovinos y Caprinos. In: *Memorias IV Curso Internacional de Reproducción en Rumiantes.* Colegio de Postgraduados. Pag.18.

- Hafez E S E. 1996. Reproduction in farm animals Reproductive Health Center IVF/Andrology International Kiawah Island. Sexta Edición South Carolina, USA. Lea & Febiger Filadelfia, 405-423.
- López-Sebastián A A, González-Bulnes M A, Santiago L A, Veiga D A, Toledano I Contreras. 2005. Manejo Reproductivo en Pequeños Rumiantes. In: Memorias IV Curso Internacional de Reproducción en Rumiantes. Colegio de Postgraduados. 84pp.
- Meza-Herrera C A M, Valle H, Salinas. 2008. Suplementación de aminoácidos excitadores, actividad ovárica y niveles séricos del factor de crecimiento análogo a insulina-1 (IGF-1) en cabras bajo fotoperiodos crecientes. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas. 2008. Vol. 7 Núm 1: 107-113
- Murillo-Amador B, López-Aguilar R, García-Hernández J L, Nieto-Garibay A; Troyo-Diéguez E, Ávila-Serrano N, Espinoza-Villavicencio J L, Ortega-Pérez R, Palacios-Espinosa A, Plascencia-Jorquera A. 2009. Cultivos forrajeros alternativos para zonas áridas. Foro consultivo, Científico y Tecnológico; 1: 21. 1 pp.
- Nir Y, Hirschmann N, Sulman F.G. The effect of heat on rat pineal hydroxyindole -O-methyltransferase activity. *Experientia* 31: 867-868, 1975.
- Pévet P. Environmental control of the annual reproductive cycle in mammals. In: *Comparative Physiology of Environmental Adaptations*. Ed. Pevet, P. Basel-Switzerland.9: 1987.
- Sáenz-Escárcega P, Hoyos G, Salinas G, Martínez M, Espinoza J J, Guerrero A, Contreras E. 1991. Establecimiento de módulos caprinos con productores cooperantes. In "Evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera".

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias: Torreón, Coahuila, México. 124-134.

seasons. J. Agric. Sci. 68: 61-67, 1967.

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. AnimReprodSci, 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.

Wodzicka- Tomaszewska M, Hutchinson J C D, Bennett J.W. Control of the annual rhythm of breeding inewes: Effect of an equatorial daylength with reversed thermal