

**ACTIVIDAD SEXUAL Y ENDOCRINA ANUAL EN  
CABRAS CRIOLLAS DE LA REGION LAGUNERA.  
EFECTO DEL SISTEMA DE EXPLOTACION**

**JOSE ALFREDO FLORES CABRERA**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN  
REPRODUCCION ANIMAL**



**Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"  
Unidad Laguna - Subdirección de Postgrado  
Torreón, Coahuila, Febrero de 1997.**

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial para obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS EN  
REPRODUCCION ANIMAL

COMITE PARTICULAR

Asesor principal:



- Dr. J. Alberto Delgadillo Sánchez

Asesor:



- Dr. Benoit Malpoux

Asesor:

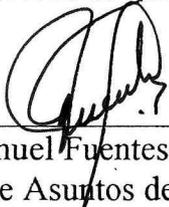


- Dr. Fernando Ulises Adame de León



M.C. Jesús Vielma Sifuentes

Encargado del Area de Postgrado U.L.



Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez  
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Torreón, Coahuila. Febrero de 1997.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez, por la asesoría brindado en la realización de este trabajo de investigación.

Al Dr. Benoît Malpoux por su valiosa colaboración en los análisis hormonales y en la corrección del manuscrito.

Al M.C. Gerardo Duarte Moreno, por su colaboración en las cirujías de las hembras en el presente estudio.

A la Srita. M.C. Sonia López Galindo y Sra. C.P. Graciela Adame Sánchez encargadas del centro de cómputo de la Unidad Laguna.

A la Srita. Dolores López Magaña, Secretaria del Departamento de Investigación del la Unidad Laguna.

Al Sr. Abel Villegas Manquero, por el cuidado de las hembras mantenidas en extensivo.

Al CONACYT, por el financiamiento del proyecto de investigación (Ref: 4214-N)

A mis compañeros: Horacio Hernández, Manuel de J. Flores, Juanita Aguilar, Javier Morán, Gerardo Canedo, Evaristo Carrillo, Ma. de los Angeles De Santiago y Pedro Alvarez, por la asistencia técnica prestada.

## DEDICATORIAS

A mis padres; Martiniano Flores Sánchez y María de la Luz Cabrera.

A mis hermanos; Sanjuana, María Guadalupe, Laura, Eliazar y Rosa Elia.

A mi esposa Alma Delia Espinoza y en especial a mi hija Alejandra.

# COMPENDIO

Actividad Sexual y Endócrina Anual en Cabras Criollas de la Región Lagunera.  
Efecto del Sistema de Explotación.

POR

JOSE ALFREDO FLORES CABRERA

MAESTRIA EN CIENCIAS

REPRODUCCION ANIMAL

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA

TORREON, COAHUILA, FEBRERO 1997

Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez -Asesor-

Palabras clave: Cabras, Actividad estral, Actividad ovulatoria, Actividad neuroendócrina.

Con el objetivo de determinar la actividad sexual y endócrina anual de las cabras Criollas de la Región, se realizó un estudio de enero de 1995 a abril de 1996 en la Región

Lagunera de Coahuila. Para ello, se utilizaron 35 hembras múltiparas, con las cuales se formaron tres grupos de hembras de acuerdo a su peso vivo. El Grupo 1 (G1:n=11) se conformó de hembras intactas explotadas en estabulación; el Grupo 2 (G2:n=12) se formó con hembras ovariectomizadas, las cuales portaban un implante subcutáneo de estradiol, explotadas también en estabulación; el Grupo 3 (G3:n=12) fue formado con hembras ovariectomizadas y portadoras de un implante subcutáneo de estradiol mantenidas en un rebaño privado a nivel extensivo. En las hembras del G1 se determinó la actividad estral dos veces al día mediante la utilización de un macho vasectomizado. Además se determinó la actividad ovulatoria mediante los niveles de la progesterona plasmática para lo cual se realizaron dos muestreos sanguíneos por semana (lunes y jueves). En las hembras del G2 y G3, se determinó la concentración plasmática de LH durante el estudio mediante 2 muestreos sanguíneos por semana (lunes y jueves). El peso corporal se determinó mensualmente en los tres grupos.

Las hembras caprinas Criollas de la Región manifestaron un comportamiento estacional en su actividad sexual y neuroendócrina. En las hembras intactas, el primer período de actividad sexual terminó en febrero. Las fechas promedio de terminación de la actividad estral y ovulatoria fueron el 06 y el 07 de febrero, respectivamente. El período de reposo sexual se manifestó de marzo a julio, durante el cual, el anestro y la anovulación tuvieron una duración de  $206.8 \pm 9.9$  días y  $209.0 \pm 6.1$  días, respectivamente. El período de actividad sexual se manifestó de agosto a enero-febrero. Las fechas promedio de inicio de la actividad estral y ovulatoria fueron el 01 de septiembre y 05 de septiembre, respectivamente. Durante este período la actividad estral tuvo una duración de  $138.0 \pm 7.6$  días, mientras que la actividad ovárica tuvo una duración de  $159.7 \pm 5.8$  días.

En las hembras ovariectomizadas, el final del primer período de la actividad neuroendócrina fue el 02 de marzo en el G2 y el 26 de enero en el G3 ( $P < 0.05$ ). El período de baja actividad neuroendócrina fue de febrero-marzo a julio. La duración de este período de inactividad fue de  $143.9 \pm 9.4$  días en el G3 y de  $174.4 \pm 8.6$  días ( $P < 0.05$ ). La actividad neuroendócrina inició nuevamente el 21 de julio en el G2 y el 19 de julio en el G3 ( $P > 0.05$ ). Esta actividad terminó el 08 de marzo en el G2 y el 15 de febrero en el G3 ( $P < 0.05$ ). La duración del período de actividad neuroendócrina fue de  $227.6 \pm 11.5$  días para el G2 y  $210.8 \pm 10.5$  días, para el G3 ( $P > 0.05$ ). En los tres grupos, el peso corporal mostró importantes variaciones durante el período de estudio ( $P < 0.01$ ). La evolución del peso corporal fue diferente entre el G2 y G3 ( $P < 0.05$ ). Sin embargo, en la comparación dos a dos del peso corporal de cada mes, no se observó diferencia significativa entre los tres grupos ( $P > 0.05$ ). Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten concluir que las hembras caprinas de la Región Lagüenera manifestaron variaciones estacionales de su actividad sexual y que estas variaciones corresponden a las variaciones de la actividad neuroendócrina de las hembras ovariectomizadas portadoras de un implante de estradiol, explotadas intensiva y extensivamente. Esta estacionalidad reproductiva se debe probablemente, a las variaciones del fotoperíodo que se registran en esta latitud ( $26^{\circ}$  N).

# ABSTRACT

Seasonal Variations in the Sexual and Endocrine Activity in Creole goat of the  
Region Lagunera. Effect of Husbandry Sistem

By

JOSE ALFREDO FLORES CABRERA

MASTER OF SCIENCE

ANIMAL REPRODUCTION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA

TORREON COAHUILA, FEBRUARY 1997

Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez -Advisor- —

Key words:Female goats, Oestrus activity, Ovulatory activity, Neuroendocrine  
Activity.

A study was performed from january 1995 to april 1996 in the “Region Lagunera”  
of Coahuila in order to determine sexual and neuroendocrine activity of creole local  
goats. Thirty-five multiparous goats were allocated to one of 3 groups with live weight  
balanced between groups. Group 1 (G1; n=11) was made of intact goats maintained in

buildings; Group 2 (G2; n=12) was made of ovariectomized goats treated with a subcutaneous implant of estradiol and also maintained in buildings; Group 3 (G3; n =12) included ovariectomized females goats treated with a subcutaneous implant of estradiol and kept in a private flock with an extensive production system. In females of G1, estrous activity was determined twice a day with a vasectomized buck. In addition, ovulatory activity was determined by progesterone plasma levels measured in samples obtained twice a week (monday and thursday). In females of G2 and G3, plasma LH levels were determined throughout the study in blood samples obtained twice weekly. Live weight was measured once monthly in the 3 groups.

Female creole goats displayed seasonal changes in sexual and neuroendocrine activity. In intact females, the first period of sexual activity finished in february. The mean dates of cessation of estrous and ovulatory activities were february 06 and 07, respectively. A period of sexual rest was observed from march to july with a length of  $206.8 \pm 9.9$  and  $209.0 \pm 6.1$  days for anestrus and anovulation, respectively. The following period of sexual activity was found from august to january-february. The mean dates of onset of estrous and ovulatory activity were september 1st and 5, respectively. During this period, estrous and ovulatory activity lasted  $138.0 \pm 7.6$  and  $159.7 \pm 5.8$  days, respectively.

In ovariectomized females, the cessation of the first period of neuroendocrine activity took place on march 2 in G2 and january 26 in G3 ( $p < 0.05$ ). Reduced neuroendocrine activity was observed from february-march to July. The length of this period of inactivity was  $143.9 \pm 9.4$  days in G2 and  $174.4 \pm 8.6$  days in G3 ( $p < 0.05$ ). Neuroendocrine activity started again on July 21 in G2 and July 19 in G3 ( $p > 0.05$ ) and finished on march 8 in G2 and february 15 in G3 ( $p < 0.05$ ). The length of the period of neuroendocrine activity was  $227.6 \pm 11.5$  days in G2 and  $210.8 \pm 10.5$  days in G3

( $p > 0.05$ ). In the 3 groups, live weight displayed large changes during the study ( $p < 0.01$ ). In addition, changes in live weight were different between G2 and G3 ( $p < 0.05$ ). However, the two by two comparisons of the live weight for each month did not reveal any difference between groups ( $p > 0.05$ ). The results of the present study allow to conclude that female goats from the "Region Lagunera" display seasonal variations in sexual activity and that these variations are related to changes in neuroendocrine activity observed in ovariectomized females treated with a subcutaneous implant of estradiol, maintained in an extensive or intensive system. This seasonality of reproduction is probably controlled by the changes in photoperiod observed at this latitude ( $26^{\circ}$  N).

# INDICE DE CONTENIDO

Página.

INDICE DE FIGURAS-----	xiii
INDICE DE TABLAS -----	xiv
INTRODUCCION-----	1
OBJETIVO -----	2
HIPOTESIS -----	2
REVISION DE LITERATURA-----	3
I. Estacionalidad Reproductiva de los Ovinos y Caprinos Originarios de Zonas Templadas -----	3
II. Fotoperíodo: Sincronizador de la Actividad Reproductiva de los Ovinos y Caprinos Originarios de las Zonas Templadas -----	4
A). Mecanismo de Acción del Fotoperíodo-----	6
1). Acción Directa del Fotoperíodo-----	6
2). Acción Indirecta del Fotoperíodo-----	7
III. Actividad Reproductiva de Ovinos y Caprinos Originarios de las Zonas Tropicales-----	9
IV. Actividad Reproductiva de Ovinos y Caprinos Originarios de las Zonas Subtropicales-----	10
MATERIALES Y METODOS-----	13
1. Localización -----	13
2. Unidades Experimentales-----	13
2.1. Alojamiento y Alimentación -----	14
2.2. Ovariectomías y Aplicación de Implantes-----	14
3. Parámetros Evaluados -----	15
3.1. Hembras Intactas -----	15
3.1.1. Actividad Estral-----	15
3.1.2. Actividad Ovulatoria -----	16

---

3.2. Hembras Ovariectomizadas-----	16
3.2.1. Determinación de Hormona Luteinizante (LH) -----	16
3.3. Peso Corporal-----	17
4. Análisis de datos.-----	17
4.1. Hembras intactas -----	17
4.2. Hembras ovariectomizadas-----	18
4.3. Peso Corporal -----	18
5. Expresión de Resultados-----	19
RESULTADOS. -----	20
1. Hembras Intactas -----	20
1.1. Actividad estral y ovulatoria -----	20
1.2. Asociación estro-ovulación -----	21
1.3. Duración del celos -----	21
2. Hembras Ovariectomizadas -----	23
3. Peso Corporal -----	27
DISCUSION -----	30
CONCLUSIONES-----	33
RESUMEN -----	34
LITERATURA CITADA -----	36

## INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Porcentaje mensual de las hembras que presentaron celo y ovulación, al menos una vez al mes. -----	22
Figura 2. Variaciones anuales de la concentración plasmática de LH en las hembras ovariectomizadas portadoras de un implante subcutáneo de estradiol mantenidas en un sistema intensivo y extensivo -----	25
Figura 3. Variaciones anuales de la concentración plasmática de LH en 4 hembras ovariectomizadas y portadoras de un implante subcutáneo de estradiol, mantenidas a nivel intensivo-----	26
Figura 3. Variaciones anuales de la concentración plasmática de LH en 4 hembras ovariectomizadas y portadoras de un implante subcutáneo de estradiol, mantenidas a nivel extensivo-----	27
Figura 5. Evolución del peso corporal de las hembras del G1, G2 y G3-----	29

## INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Fechas promedio ( $\pm$ s.e.m.) de inicio y terminación de la actividad estral y ovulatoria de las hembras caprinas de la Región Lagunera explotadas intensivamente -----	22
Tabla 2. Proporción de ciclos estrales normales, cortos y largos en las hembras intactas durante el período de estudio.-----	23
Tabla 3. Fechas promedio ( $\pm$ s.e.m.) de inicio y terminación de la actividad neuroendócrina de las hembras ovariectomizadas del G2 y G3. ---	24
Tabla 4. Comparación de las fechas promedio de terminación, inicio, días en inactividad y en actividad sexual y endócrina de las hembras del G1, G2 y G3-----	25

## INTRODUCCION.

Los caprinos se han considerado como una especie muy eficiente en la producción de alimentos. En México, existen aproximadamente 10 millones de cabras, las cuales se localizan principalmente en las zonas áridas y semiáridas del centro y norte del País (Arbiza, 1986). Esta especie es explotada principalmente de manera extensiva, por lo que la alimentación depende de la flora nativa de los agostaderos. Se caracteriza además, por un reducido empleo de tecnología y la utilización de mano de obra familiar. Generalmente su explotación se lleva a cabo en áreas marginadas y constituye en la mayoría de los casos, la principal fuente de ingresos de numerosas familias campesinas (Hoyos, 1987/88).

En la Comarca Lagunera, la población caprina se estima en 600 mil cabezas, los cuales presentan una raza no definida, predominando el encastado o criollo que es el producto de las cruces de razas locales con razas Europeas, principalmente con la Alpina, la Sannen y la Nubia. En la Región Lagunera el 80 % de los partos se producen de noviembre a enero, indicando que existe un período de anestro de marzo a mayo (Sáenz *et al.*, 1991). Este período coincide con una disminución de la disponibilidad del alimento en los agostaderos, por lo que Sáenz *et al.* (1991) sugirieron que la subalimentación es el factor responsable de la presentación de este anestro. Esta estacionalidad reproductiva provoca por una parte, que la producción de leche, generadora principalmente de los ingresos de los productores, se acumule en un período del año, y por otro lado, que exista una alta mortalidad de crías al nacer durante el

invierno. Es probable que la introducción de las razas Europeas a la Región, hayan transmitido un cierto grado de estacionalidad reproductiva a las cabras que son explotadas actualmente en la región.

La existencia de este comportamiento sexual estacional, es una desventaja en los procesos productivos en los hatos caprinos de la Región. Por ello, es importante determinar cuál es realmente la actividad sexual de las hembras y el efecto que tiene el sistema de explotación sobre esta actividad. Esto permitiría utilizar técnicas para el control de la actividad sexual y adecuarlas a las necesidades de los productores, así como a las leyes de la oferta y la demanda de los productores caprinos (leche y carne) tanto del mercado regional como nacional.

### **OBJETIVO.**

El objetivo del presente trabajo fue determinar la actividad sexual y endócrina anual de las cabras Criollas de la Región Lagunera explotadas en sistemas intensivo y extensivo.

### **HIPOTESIS.**

Las cabras Criollas de la Región Lagunera explotadas intensiva y extensivamente presentan una estacionalidad en su actividad sexual y endócrina.

## REVISION DE LITERATURA.

### I. Estacionalidad Reproductiva de los Ovinos y Caprinos Originarios de Zonas Templadas.

La mayoría de las razas ovinas y caprinas originarias de las zonas templadas, manifiestan un comportamiento sexual estacional, presentando un período de actividad sexual, que se caracteriza por la presentación de ciclos estrales regulares, seguido por un período de inactividad sexual o anestro, el cual se caracteriza por la ausencia de dichos ciclos (Hafez, 1952; Ortavant *et al.*, 1985). Por ejemplo, el período natural de reproducción de las hembras ovinas de las razas Ile-de-France y Suffolk se produce de septiembre a febrero. En cambio, el período de reposo sexual o anestro se presenta de marzo a agosto (Thimonier y Mauléon, 1969; Karsch *et al.*, 1984).

En las hembras caprinas originarias de estas latitudes templadas, también se observa la existencia de importantes variaciones de la actividad estral y ovulatoria. El estudio realizado por Chemineau *et al.* (1992b), demuestra que en las hembras de la raza Alpina, el período natural de reproducción ocurre de septiembre a marzo, y el período de anestro o reposo sexual se presenta de abril a agosto.

En los machos ovinos, el peso testicular, reflejo de la actividad espermatogénica, varía de acuerdo a la estación del año. Durante el otoño y el invierno (período de

actividad sexual), se observa un elevado peso testicular, mientras que durante la primavera y el verano (período de reposo sexual), este peso testicular es bajo (Lincoln y Short, 1980; Pelletier *et al.*, 1988). Esta disminución del peso testicular se debe a una reducción de la actividad de la espermatogénesis (De Reviers *et al.*, 1992; Delgadillo *et al.*, 1995). El número de espermatozoides producidos por gramo de parénquima testicular en los machos ovinos de la raza Ile-de-France, varía de  $12.2 \times 10^6$  en otoño a  $9.3 \times 10^6$  en primavera (Ortavant *et al.*, 1985). Por lo tanto, la producción diaria de espermatozoides pasa de  $4.82 \times 10^9$  en septiembre a  $1.02 \times 10^4$  en marzo (Dacheax *et al.*, 1981). En los machos cabríos, la actividad sexual también se modifica profundamente durante el año. Estas variaciones se han observado en los machos de las razas Alpina y Sannen, en los cuales el peso testicular es más elevado en octubre-noviembre (170 g), período de actividad sexual (Delgadillo *et al.*, 1991). De la misma manera, la libido, la producción y la calidad del semen en estas razas son más elevadas durante el otoño e invierno que en primavera y verano (Chemineau *et al.*, 1988; Delgadillo *et al.*, 1992a, 1993).

El comportamiento reproductivo estacional de los ovinos y caprinos originarios de las zonas templadas es debido a las variaciones del fotoperíodo a través del año. La actividad reproductiva es estimulada durante los días decrecientes e inhibida durante los días crecientes, por lo que la actividad reproductiva de estas especies se presenta en otoño e invierno, independientemente del hemisferio en que se encuentran los animales (Hafez, 1952; Ortavant *et al.*, 1964).

## II. Fotoperíodo: Sincronizador de la Actividad Reproductiva de los Ovinos y Caprinos Originarios de las Zonas Templadas.

De los factores del medio ambiente, el fotoperíodo es el principal factor que sincroniza la actividad sexual de los pequeños rumiantes originarios de las zonas templadas (Malpaux *et al.*, 1993). En efecto, desde hace varios años se demostró la influencia de este factor sobre la reproducción de los ovinos, al invertir artificialmente, las variaciones anuales del fotoperíodo (Marshall, 1937; Yeates, 1949; Alberio, 1976). Tanto en los machos, como en las hembras ovinas, la inversión del ciclo luminoso provoca un cambio de la actividad sexual. Esta actividad se manifiesta siempre durante los días cortos o decrecientes (Twaites, 1965; Alberio, 1976). De la misma manera, cuando los animales son expuestos a cambios rápidos de la duración del día, por ejemplo, 3 ó 4 meses de días cortos alternados con 3 ó 4 meses de días largos, la actividad sexual se inicia siempre durante los días cortos y termina al inicio de los días largos (Lincoln y Short, 1980; Karsch *et al.*, 1984; Thimonier *et al.*, 1984).

En los machos y las hembras caprinas, existen estudios los cuales demuestran que existe también un comportamiento similar al reportado en los ovinos. En los machos de esta especie, 2 ó 3 meses de días cortos alternados con 2 ó 3 meses de días largos, modifica la actividad sexual anual observada bajo las variaciones naturales del fotoperíodo. Los días cortos estimulan la actividad sexual y los días largos la inhiben (Branca y Cappai, 1989; Delgadillo *et al.*, 1991, 1992)

### **A) Mecanismo de Acción del Fotoperíodo.**

Las variaciones en la duración del día inducen cambios en la secreción de melatonina, que a su vez induce cambios en la secreción de las gonadotropinas que son las responsables de la actividad sexual de los pequeños rumiantes (Goodman *et al.*, 1981). La información fotoperiódica es traducida por la glándula pineal por medio de un ritmo circadiano de secreción de melatonina (Bittman *et al.*, 1983). Esta hormona es secretada únicamente durante la noche, y la duración de la secreción es virtualmente idéntica al período de obscuridad tanto en los ovinos como en los caprinos (Karsch *et al.*, 1985; Mori *et al.*, 1987; Malpaux *et al.*, 1987; 1988; Delgadillo y Chemineau, 1992). Por lo tanto, la duración de la secreción de melatonina varía entre los días largos y cortos, y esto constituye una señal neuroendócrina al eje hipotálamo-hipofisiario.

Tanto en los machos como en las hembras se han determinado dos tipos de acción del fotoperíodo sobre la secreción de la hormona luteinizante (Pelletier y Ortavant, 1975; Robinson *et al.*, 1985). Una acción directa, independiente de los esteroides de las gónadas (Pelletier y Ortavant, 1975; Goodman *et al.*, 1981; Robinson *et al.*, 1985), y otra acción indirecta mediante un cambio en la sensibilidad del eje hipotálamo-hipofisiario a la retroacción negativa de los esteroides (Legan y Karsch, 1979; Martin, 1984; Blache y Martin, 1995).

#### **1) Acción Directa del Fotoperíodo.**

Esta acción fue determinada mediante las variaciones de la LH en machos ovinos castrados. Los niveles de LH son más elevados cuando los machos son sometidos a días cortos (8 horas de luz/día) que cuando son sometidos a días largos (16 horas de luz/día; Pelletier y Ortavant, 1975). Igualmente, en las hembras ovinas ovariectomizadas

sometidas a las variaciones naturales del fotoperíodo, el intervalo entre cada pulso de LH varía de 70 min en junio a 40 min en noviembre, mes que corresponde al período de actividad sexual de las hembras intactas (Montgomery *et al.*, 1985; Robinson *et al.*, 1985). Por lo tanto, estas variaciones son controladas principalmente por las variaciones del fotoperíodo.

## **2) Acción Indirecta del Fotoperíodo.**

Por otro lado, durante el año existen cambios en la sensibilidad del eje hipotálamo-hipofisiario a la retroacción negativa de las hormonas gonadales, lo que regula la secreción del GnRH y las gonadotropinas (Legan *et al.*, 1977; Lincoln y Short, 1980; Karsch *et al.*, 1984). En el macho, la testosterona ejerce una acción inhibitoria sobre la secreción de LH (Muduuli *et al.*, 1979; Almeida y Pelletier, 1988; Sanford y Ponzilius, 1989; Delgadillo y Chemineau, 1992). En cambio en la hembra, el estradiol ejerce una acción estimulante (retroacción positiva), lo que induce la descarga preovulatoria de LH durante el ciclo estral. Esta retroacción positiva del estradiol no varía entre las estaciones del año. Además, el estradiol tiene una acción inhibitoria (retroacción negativa), la cual regula principalmente la pulsatilidad de esta hormona (Legan *et al.*, 1977; Mori *et al.*, 1987; Chemineau *et al.*, 1988).

La castración en el macho y en la hembra (ausencia de andrógenos y de estrógenos, respectivamente), provoca un aumento en la secreción de LH (Schanbacher, 1980; Montgomery *et al.*, 1985). Este aumento en la secreción de gonadotropinas se puede reducir mediante la administración de testosterona en el macho o de estradiol en la hembra (Ortavant y Pelletier, 1975; Legan *et al.*, 1977; Goodman *et al.*, 1981; D'Occhio *et al.*, 1982; Martin *et al.*, 1983; Montgomery *et al.*, 1985). Sin embargo, en los machos

ovinos castrados, la respuesta a la acción inhibitoria de la testosterona varía según la duración del día (Pelletier y Ortavant, 1975). La disminución de la LH, después de la aplicación intramuscular de una dosis de 200 mg de testosterona, es más importante si los animales se encuentran sometidos a días largos que si se encuentran sometidos a días cortos. Esto se debe a que durante los días largos, la sensibilidad del eje hipotálamo-hipofisario a la retroacción negativa de la testosterona es fuerte, y por lo tanto la secreción de LH disminuye. En cambio, durante los días cortos, esta sensibilidad disminuye, originando un incremento en la concentración plasmática de LH (Pelletier y Ortavant, 1975; Almeida y Pelletier, 1988).

En la hembra, el fotoperíodo modifica también la sensibilidad del eje hipotálamo-hipofisario a la retroacción negativa de los esteroides (Legan y Karsch, 1980; Mori *et al.*, 1987). En las hembras ovinas castradas de la raza Suffolk, la inserción durante la estación sexual de un implante subcutáneo que libere niveles constantes de estradiol, reduce la amplitud de los pulsos de LH y aumenta la frecuencia de los mismos (Goodman *et al.*, 1982; Legan *et al.*, 1977; Robinson *et al.*, 1985; Karsch *et al.*, 1987; 1993). Esto se debe a que durante la estación sexual, existe una baja sensibilidad del eje hipotálamo-hipofisario a la retroacción negativa del estradiol. Sin embargo, cuando el implante es insertado durante la estación de reposo sexual, se disminuye considerablemente la frecuencia de los pulsos de LH y aumenta la amplitud, debido a que en esta estación existe una alta sensibilidad del eje hipotálamo-hipofisario a la retroacción negativa del estradiol (Goodman *et al.*, 1982; Robinson *et al.*, 1985).

En las hembras caprinas ovariectomizadas y provistas de un implante subcutáneo de estradiol, la cantidad de pulsos de LH aumenta durante el período de actividad sexual de las hembras intactas, y disminuye durante la estación de reposo sexual de éstas (Chemineau *et al.*, 1988).

Lo anterior indica que en animales ovariectomizados, los niveles altos de LH indican una intensa actividad neuroendócrina, mientras que los niveles bajos de esta hormona indican una disminución de esta actividad. Estos cambios están asociados con la estación sexual y el anestro de los animales intactos (Karsch *et al.*, 1984).

### **III. Actividad Reproductiva de Ovinos y Caprinos Originarios de las Zonas Tropicales.**

En las zonas tropicales, donde los cambios del fotoperíodo a través del año no son tan marcados, los pequeños rumiantes originarios de estas regiones presentan un potencial para reproducirse en cualquier época del año (Delgadillo y Malpoux, 1996). Las hembras de las razas originarias de estas latitudes, manifiestan en ausencia de gestación, una actividad estral y ovulatoria durante todo el año (Yenikoye, 1984; Chemineau, 1993). En efecto, se ha observado en las cabras originarias de la Isla de Guadalupe en el Caribe, que más del 80 % y 90 % de las hembras presentan una actividad estral y ovárica durante todo el año, respectivamente (Chemineau, 1986). Observaciones similares han sido reportadas en estudios realizados en las cabras nativas de Venezuela (González-Stagnaro y Madrid-Burny, 1982), Brasil (Simplicio *et al.*, 1986), Malasia (Sutherland y Jainudeen, 1987) y Zimbabwe (Llewelyn *et al.*, 1993); así como en las ovejas Criollas de Martinica (Mahieu *et al.*, 1989) y las hembras ovinas locales de Nigeria (Toukovi *et al.*, 1994). De la misma manera, los machos Criollos de la Isla de Guadalupe, no presentan variaciones estacionales de la libido, del peso testicular, ni de la producción espermática (Chemineau, 1993).

En estas regiones, la disponibilidad de alimento es el principal factor del medio ambiente que regula la actividad reproductiva (González-Stagnaro, 1983; Chemineau,

1986 ; Bronson y Heideman, 1994; Delgadillo y Malpaux, 1996). En Kenia, por ejemplo, la actividad sexual de los ovinos de la raza British está determinada por el patrón de lluvias (Anderson, 1964).

#### **IV. Actividad Reproductiva de Ovinos y Caprinos Originarios de las Zonas Subtropicales.**

En los ovinos y caprinos originarios de regiones subtropicales, la actividad reproductiva es un aspecto que no ha sido ampliamente estudiado como en las latitudes templadas. Sin embargo, recientemente se ha demostrado que en algunas razas existe también una estacionalidad reproductiva, semejante en ocasiones, a la reportada en las razas de regiones templadas (Santa María *et al.*, 1988; Walkden-Brown *et al.*, 1994; Canedo *et al.*, 1996; Delgadillo y Malpaux, 1996).

En Chile (33° latitud sur), el período de actividad sexual de las cabras locales, se presenta en los meses de febrero a octubre (otoño-invierno), mientras que el período de anestro o reposo sexual, se registra de noviembre a enero (primavera-verano; Santa María *et al.*, 1988). En las hembras caprinas de la raza Cashmere en Australia, se ha observado que presentan también variaciones estacionales de su actividad sexual. Al respecto, Restall *et al.* (1991) reportan que en dichas hembras la época de actividad estral se presenta de febrero a agosto (otoño-invierno), mientras que el período de reposo sexual es de septiembre a enero (primavera-verano). Las hembras ovariectomizadas de la misma raza y portadoras de un implante subcutáneo de estradiol, manifiestan también marcadas variaciones estacionales de los niveles plasmáticos de LH. Estos niveles se incrementan durante el período de actividad sexual de las hembras intactas, y disminuyen durante la estación de reposo sexual de éstas (Henniawati *et al.*,

1995). Los machos de la misma raza presentan también variaciones estacionales del peso testicular. El peso mínimo es observado durante la primavera y el máximo durante el otoño (Walkden-Brown *et al.*, 1994).

En estas latitudes subtropicales, la alimentación es considerada como un factor muy importante para el desarrollo del ciclo anual de reproducción de las especies que se explotan en estas regiones (Delgadillo y Malpaux, 1996). Al respecto, Walkden-Brown *et al.* (1994) demostraron en los machos cabríos de la raza Cashmere, que el incremento del peso testicular depende principalmente de la calidad de la alimentación que reciben los animales. Cuando estos animales son mantenidos con una dieta superior a sus necesidades nutritivas, el incremento del peso testicular y de la producción espermática se produce antes que los animales que son subalimentados (Walkden-Brown *et al.*, 1994; Walkden-Brown y Restall, 1996). En las hembras de la raza Cashmere, la alimentación con una dieta que cubre satisfactoriamente las necesidades alimenticias del animal, permite la manifestación normal de la actividad sexual e incrementa la tasa de ovulación (Restall *et al.*, 1991).

Referente a los caprinos del norte de México, y en particular los de la Región Lagunera (26° latitud norte) que son explotados de manera intensiva o extensiva, muestran también marcadas variaciones estacionales de su actividad reproductiva (Sáenz *et al.*, 1991; De la Paz, 1994; Flores, 1994; Canedo *et al.*, 1995; Espitia, 1996). Por ejemplo, los machos cabríos locales explotados intensiva o extensivamente, presentan amplias variaciones del peso testicular y de la producción espermática (Canedo *et al.*, 1995, 1996; Espitia, 1996). En estos machos, el período de actividad sexual se presenta de mayo a diciembre, mientras que el período de reposo sexual se observa de enero a abril.

Con respecto a las hembras caprinas de la Región Lagunera, existen estudios que indican que estas hembras explotadas extensivamente, presentan un período de inactividad sexual de marzo a mayo y un período de actividad sexual que comprende de junio a febrero (Sáenz *et al.*, 1991). Los mismos autores mencionan que este período de inactividad se debe a una disminución en la disponibilidad del alimento en los agostaderos. Este estudio se realizó observando únicamente el número y el período de partos durante el año. Sin embargo, no existen estudios que reporten claramente cuál es el comportamiento anual de la actividad estral y ovárica de hembras no gestantes. Tampoco no se han realizado estudios que describan la influencia que pueda tener el sistema de explotación sobre la actividad endócrina, índice de la actividad sexual anual de estas hembras (Legan y Karsch, 1980).

## MATERIALES Y METODOS

### 1. Localización.

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Unidad Laguna, ubicada en la Carretera a Santa Fe y Periférico, y en una explotación privada localizada en el Ejido San Luis Mpio. de Torreón Coahuila. Este estudio se realizó de enero de 1995 a abril de 1996 en la Comarca Lagunera de Coahuila, la cual está situada a una latitud de 26° norte y a una longitud de 103°. La altitud de la Región varía de 1100 a 1400 metros sobre el nivel del mar (Schmidt, 1989). La precipitación pluvial es de alrededor de 235 mm anuales. Las temperaturas medias mensuales varían entre 12.7°C en enero y 28.5°C en junio, con extremas de -5 °C y 41°C (Mascorro *et al.*, 1991).

### 2. Unidades Experimentales.

Se utilizaron 35 hembras multíparas con diferente grado de encaste de las razas Alpina, Nubia y Sannen. A este biotipo se le denomina raza Criolla. La edad de las hembras era de 2 a 5 años. Antes del inicio del experimento (diciembre de 1994), se constituyeron tres grupos de hembras de acuerdo a su peso vivo. El Grupo 1 (G1:n=11) se conformó de hembras intactas explotadas en estabulación; el Grupo 2 (G2:n=12) se formó con hembras ovariectomizadas portadoras de un implante subcutáneo de estradiol explotadas también en estabulación; el Grupo 3 (G3:n=12) fue formado con hembras

ovariectomizadas con un implante subcutáneo de estradiol mantenidas en un rebaño privado y explotadas a nivel extensivo.

## **2.1. Alojamiento y Alimentación**

Las hembras mantenidas a nivel intensivo fueron alojadas en corrales de 6 x 4 metros, los cuales contaban con sus respectivos comederos y bebederos. Estas hembras fueron alimentadas diariamente con heno de alfalfa a libre acceso y 200 g de concentrado comercial con 14 % de proteína cruda. El agua y las sales minerales fueron proporcionadas también a libre acceso. Antes de iniciar el estudio, en diciembre de 1994, y en mayo de 1995, las cabras fueron vitaminadas, desparasitadas y despezñadas.

## **2.2. Ovariectomías y Aplicación de Implantes.**

De las hembras utilizadas para el presente estudio, 24 fueron ovariectomizadas según la técnica descrita por Alexander (1989). Antes de las cirugías, las cuales se realizaron en el quirófano de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Unidad Laguna, las hembras permanecieron en ayuno por un período de 36 horas.

Los animales fueron tranquilizados con Xilacina (Rompun al 2%, Laboratorios Bayer), utilizando una dosis de 0.4 mg/kg intramuscular (IM). Además, se les aplicó Sulfato de Atropina al 2% (Laboratorios Brovel), utilizando una dosis de 0.044 mg/kg por vía IM. Este último medicamento evita las secreciones glandulares y controla el ritmo cardíaco. Las cirugías se efectuaron bajo anestesia general, para lo cual se les aplicó una dosis intravenosa de 3.5 mg/kg de Pentobarbital Sódico (Anestesal, Laboratorios Norden). Después de que se aplicaron los medicamentos previamente mencionados, se realizó una minuciosa asepsia de la parte ventral de los animales.

Colocándoles además, una sonda endotraqueal para evitar broncoaspiraciones. Las hembras fueron sujetadas de los miembros anteriores, cuidando que la cabeza quedara en una posición más baja que el resto del cuerpo. Los miembros posteriores quedaron libres para facilitar el manejo de las hembras durante las cirugías. La incisión se realizó en la línea media ventral. Dicha incisión fue de aproximadamente ocho centímetros. Posteriormente, se localizaron los ovarios, así como el paquete vascular y nervioso, para ser ligados y seccionados. Una vez realizada la ovariectomía, se procedió a suturar los tejidos involucrados.

Al terminar la ovariectomía se procedió a la aplicación de los implantes, los cuales fueron fabricados de tubo Siliastic de 3.3 mm de diámetro interno, y 4.65 mm de diámetro externo (Karsch *et al.*, 1973), con una longitud de 4 cm (Flores, Delgadillo y Malpoux, resultados no publicados), que contenían 17  $\beta$ -estradiol (Aldrich Chemical Co. Ltd). Dichos implantes fueron colocados subcutáneamente en la región axilar, inmediatamente después de finalizada la ovariectomía.

### **3. Parámetros Evaluados.**

#### **3.1. Hembras Intactas.**

##### **3.1.1. Actividad Estral.**

En las hembras intactas la actividad estral fue determinada dos veces por día (AM-PM) durante todo el período experimental, utilizando un macho vasectomizado provisto de un mandil en su parte ventral. El criterio para considerar una hembra en celo fue la inmovilización de la misma al ser montada por el macho (Mauléon y Dauzier, 1965; Chemineau *et al.*, 1992).

### **3.1.2. Actividad Ovulatoria.**

La actividad ovulatoria fue determinada mediante 2 sangrados por semana para determinar los niveles plasmáticos de progesterona. Para ello se obtuvieron 5 ml de sangre de la vena yugular en tubos al vacío, los cuales contenían 0.01 ml de ácido etilendiaminotetra-acético (EDTA), como factor anticoagulante. Posteriormente, la sangre fue centrifugada durante 25 minutos a 3000 rpm y el plasma obtenido fue congelado a  $-15^{\circ}$  C hasta la determinación de progesterona mediante radioinmunoanálisis, según la técnica descrita por Terqui y Thimonier (1974). Cuando una hembra presentó niveles plasmáticos de progesterona iguales o superiores a 1 ng/ml de plasma se consideró que esa hembra había ovulado (Chemineau *et al.*, 1992).

### **3.2. Hembras Ovariectomizadas.**

#### **3.2.1. Determinación de Hormona Luteinizante (LH).**

Para determinar las concentraciones plasmáticas de LH de las hembras ovariectomizadas del G2 y G3, se realizaron 2 muestreos sanguíneos por semana, los cuales se obtuvieron por punción de la vena yugular. La sangre fue obtenida en tubos al vacío con EDTA. Una vez obtenidas las muestras, éstas fueron centrifugadas durante 25 minutos a 3000 rpm. El plasma recuperado fue congelado a  $-15^{\circ}$  C, hasta la determinación, por radioinmunoanálisis, de las concentraciones plasmáticas de LH. Las concentraciones plasmáticas de LH fueron determinadas mediante la técnica descrita por Pelletier *et al.* (1982) para determinar la LH ovina, modificada por Montgomery *et al.* (1985) y validada para los caprinos por Chemineau *et al.* (1982). Los plasma fueron

determinados en doble. Las determinaciones fueron realizadas en dos ensayos. La sensibilidad de la detección hormonal fue de 0.1 ng/ml. Los coeficientes de variación intra e interensayos fueron de 15.7 % y 5.5 %, respectivamente.

La fecha de inicio de la actividad neuroendócrina fue considerada con el primero de 3 valores consecutivos superiores a 0.8 ng/ml. La fecha de terminación de la actividad neuroendócrina fue considerada con el primero de 3 valores consecutivos inferiores de 0.8 ng/ml.

### **3.3. Peso Corporal.**

Las hembras de los tres grupos fueron pesadas una vez al mes durante todo el período experimental. En las hembras mantenidas en estabulación (G1 y G2), el pesaje se realizó antes de la distribución del forraje y concentrado, mientras que en las hembras explotadas en extensivo (G3), el pesaje se realizó antes de la salida del rebaño al pastoreo. Para ello se utilizó una báscula que tenía una precisión de 200 g y una capacidad de 300 kg.

## **4. Análisis de Datos.**

### **4.1. Hembras Intactas.**

Con las fechas individuales se calculó una media por grupo de las fechas de inicio y terminación de la actividad estral y la actividad ovulatoria. Además, se determinó un porcentaje mensual de las hembras que presentaron al menos un estro y una ovulación al mes.

#### **4.2. Hembras Ovariectomizadas.**

Con las fechas individuales de inicio y terminación de la actividad neuroendócrina se calculó una media de los grupos G2 y G3.

En cada grupo, se calculó una media individual de la concentración plasmática de LH durante los períodos considerados según los criterios en este estudio, de actividad ( $>0.8$  ng/ml) e inactividad ( $<0.8$  ng/ml) neuroendócrina. Posteriormente, se compararon las medias de las fechas de inicio y terminación de la actividad neuroendócrina entre el G2 y G3.

Además se realizó una comparación de medias entre la actividad ovulatoria de las hembras intactas de G1 y la actividad neuroendócrina de las hembras del G2 y del G3. Las medias fueron comparados mediante el *test t*.

#### **4.3. Peso Corporal.**

El peso corporal de los tres grupos fue comparado mediante un ANOVA con medidas repetidas a dos factores (tiempo: factor intra grupos; grupos). Dichos análisis fueron realizados utilizando el paquete estadístico SYSTAT 5.03 (Evanston, ILL. USA, 1990/1992).

## 5. Expresión de Resultados.

Los resultados fueron expresados en promedio  $\pm$  el error estándar de la media (s.e.m.).

## RESULTADOS.

### 1. Hembras Intactas.

#### 1.1. Actividad Estral y Ovulatoria.

Las hembras caprinas de la Región Lagunera manifiestan un comportamiento sexual estacional bien definido. En la Figura 1, se observa el porcentaje mensual de las hembras que presentaron un celo y una ovulación al menos una vez al mes.

En los resultados obtenidos, se observa el final de un período de actividad sexual, el cual termina en febrero (Tabla 1). Posteriormente, se observó un período de reposo sexual de marzo a julio, durante el cual el anestro y la anovulación tuvieron una duración de  $206.8 \pm 9.9$  días y  $209 \pm 6.1$  días, respectivamente. El período de actividad sexual se manifestó de agosto a enero-febrero y durante este período, la actividad estral tuvo una duración de  $138.0 \pm 7.6$  días, mientras que la duración de la actividad ovulatoria fue de  $159.7 \pm 5.8$  días. Las fechas de inicio y terminación de la actividad sexual son mostrados en la Tabla 1.

Sin embargo, durante los meses de mayo y junio se registró actividad estral y ovulatoria. En efecto durante el mes de mayo, 2 hembras (18 %) manifestaron actividad estral y ovulatoria. En junio, esas 2 hembras registraron nuevamente actividad estral y ovulatoria, además de otra hembra que manifestó celo y dos más que registraron actividad ovulatoria únicamente. Los únicos meses en los cuales se registró total

ausencia de actividad sexual fueron abril y julio. Los meses en los cuales se registró mayor actividad estral fue de septiembre a enero (alrededor de 80 %), con la excepción de noviembre, que sólo registró un 45 % de celos. En ningún mes se registró un 100 % de actividad estral.

Durante el período experimental, se detectaron 52 ciclos estrales, de los cuales el 75.0 % fue de duración normal ( $>17 < 25$  días), el 7.7 % de duración corta ( $<17$  días) y el 17.3 % de duración larga ( $>25$  días). La duración promedio de los ciclos estrales son presentados en la Tabla 2.

### **1.2. Asociación Estro-Ovulación.**

En cuanto a la asociación estro-ovulación, durante todo el período de estudio se registró un 60.0 % ( $n=72$ ) de celos acompañados de una ovulación, un 32.5 % ( $n=39$ ) de ovulaciones sin celo y un 7.5 % ( $n=9$ ) de celos no acompañados de una ovulación.

Al final del primer período de actividad sexual (febrero/1995), se registró un 10 % de ovulaciones no acompañadas de estros. Al inicio del período de actividad sexual (agosto/1995), se observó un 10 % de estros no acompañados de una ovulación, y al final del período de actividad sexual (febrero/1996), se registró un 40 % de ovulaciones sin celo.

### **1.3. Duración de Celos.**

La duración promedio de los celos durante todo el período de estudio, fue de  $28 \pm 1.9$  horas con una variación de 12 a 72 horas.

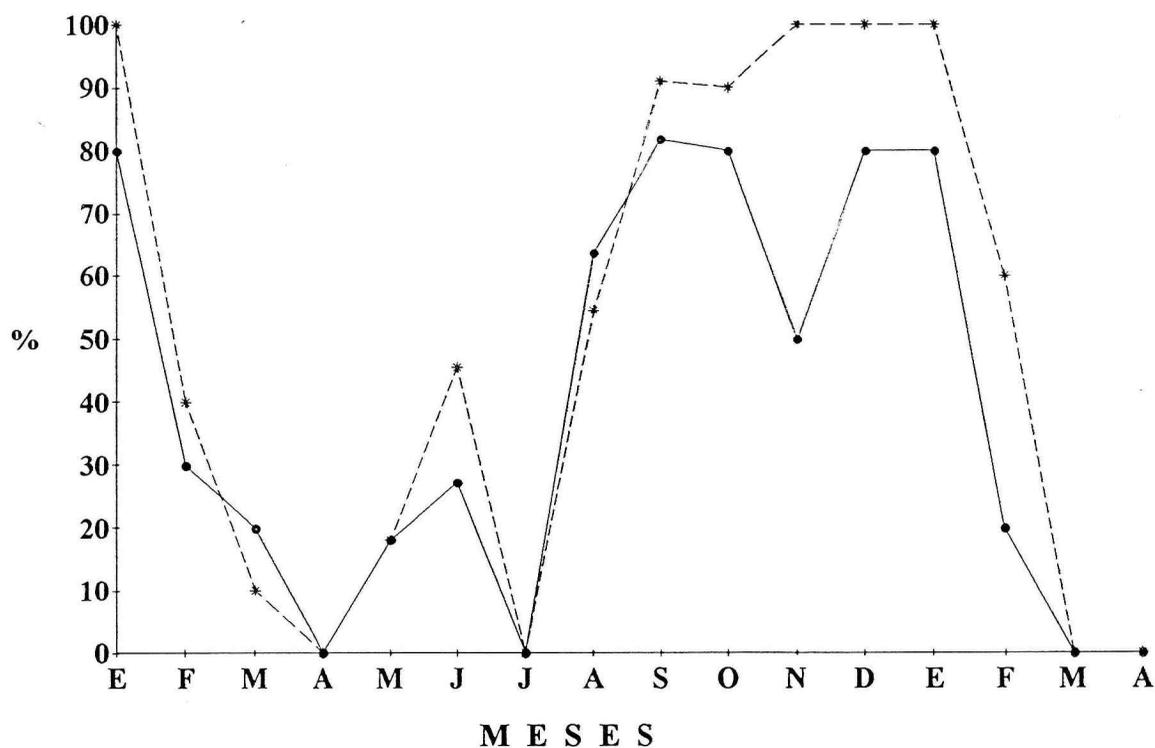


Figura 1. Porcentaje mensual de las hembras intactas que presentaron celo (-●-) y ovulación (-\*-), al menos una vez al mes.

**Tabla 1.** Fechas promedio ( $\pm$  s.e.m.) de inicio y terminación de la actividad estral y ovulatoria de las hembras caprinas de la Región Lagunera explotadas intensivamente.

	Fechas promedio de		
	Terminación (1995)	Inicio (1995)	Terminación (1996)
Actividad estral s.e.m.	06/feb $\pm$ 6.6	01/sep $\pm$ 4.9	16/ene $\pm$ 6.4
Actividad ovulatoria s.e.m.	07/feb $\pm$ 4.9	05/sep $\pm$ 3.1	11/feb $\pm$ 5.0

Tabla 2. Proporción de ciclos estrales normales, cortos y largos en las hembras intactas durante el período de estudio.

Ciclos	Duración (días)	% total	Duración media (días)	s.e.m.
Normal	>17<25	75.0	20.8	0.3
Corto	< 17	7.7	6.7	0.6
Largo	> 25	17.3	37.3	2.2

## 2. Hembras Ovariectomizadas.

Las hembras ovariectomizadas también manifestaron variaciones estacionales de su actividad neuroendócrina. En la Figura 2, se observan las variaciones anuales de la concentración plasmática de LH de las hembras ovariectomizadas explotadas de manera intensiva (G2) y extensivamente (G3).

Las fechas promedio del final de actividad neuroendócrina de la primera estación estudiada fue en marzo en el G2 y en enero en el G3 ( $P < 0.05$ ). Posteriormente, se observó un período de baja actividad neuroendócrina, la cual comprendió de febrero-marzo a junio en los dos grupos. En el G2 la duración de este período fue de  $143.9 \pm 9.4$  días y en el G3 de  $174.4 \pm 8.6$  días ( $P < 0.05$ ). La actividad neuroendócrina inició nuevamente en el mes de julio en los dos grupos y terminó en febrero-marzo. La duración del período de actividad neuroendócrina fue de  $227.6 \pm 11.5$  días en el G2 y de  $210.8 \pm 10.5$  días para el G3 ( $P < 0.05$ ). En la Tabla 3, se observan las fechas promedio de inicio y terminación de la actividad neuroendócrina del G2 y G3.

La concentración promedio de LH en el plasma durante el período de inactividad fue de  $0.44 \pm 0.04$  ng/ml para el G2 y de  $0.39 \pm 0.20$  ng/ml para el G3 ( $P > 0.05$ ). La concentración promedio de LH en el plasma durante el período de actividad neuroendócrina fue de  $2.57 \pm 0.25$  ng/ml para el G2 y  $2.10 \pm 0.15$  ng/ml para el G3 ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, la concentración promedio de LH en el período de inactividad fue diferente a la concentración durante el período de actividad neuroendócrina en ambos grupos ( $P < 0.01$ ). En las Gráficas 3 y 4, se muestran los perfiles de secreción de la LH de 4 hembras mantenidas en sistema intensivo y extensivo, respectivamente. En la Tabla 4, se observa una comparación de las fechas promedio de inicio y terminación de la actividad ovulatoria del G1 y de la actividad neuroendócrina del G2 y G3.

Tabla 3. Fechas promedio ( $\pm$  s.e.m.) de inicio y terminación de la actividad neuroendócrina de las hembras ovariectomizadas del G2 Y G3.

Grupos	Fechas promedio de		
	Terminación (1995)	Inicio (1995)	Terminación (1996)
G2 (Ovx + E <sub>2</sub> ): Intensivo s.e.m.	02/mar <sup>a</sup> $\pm 3.9$	21/jul <sup>a</sup> $\pm 9.0$	08/mar <sup>a</sup> $\pm 5.0$
G3 (Ovx + E <sub>2</sub> ): Extensivo s.e.m.	26/ene <sup>b</sup> $\pm 4.8$	19/jul <sup>a</sup> $\pm 8.5$	15/feb <sup>b</sup> $\pm 5.7$

\* Promedios con letras diferentes, son diferentes estadísticamente ( $P < 0.05$ ).

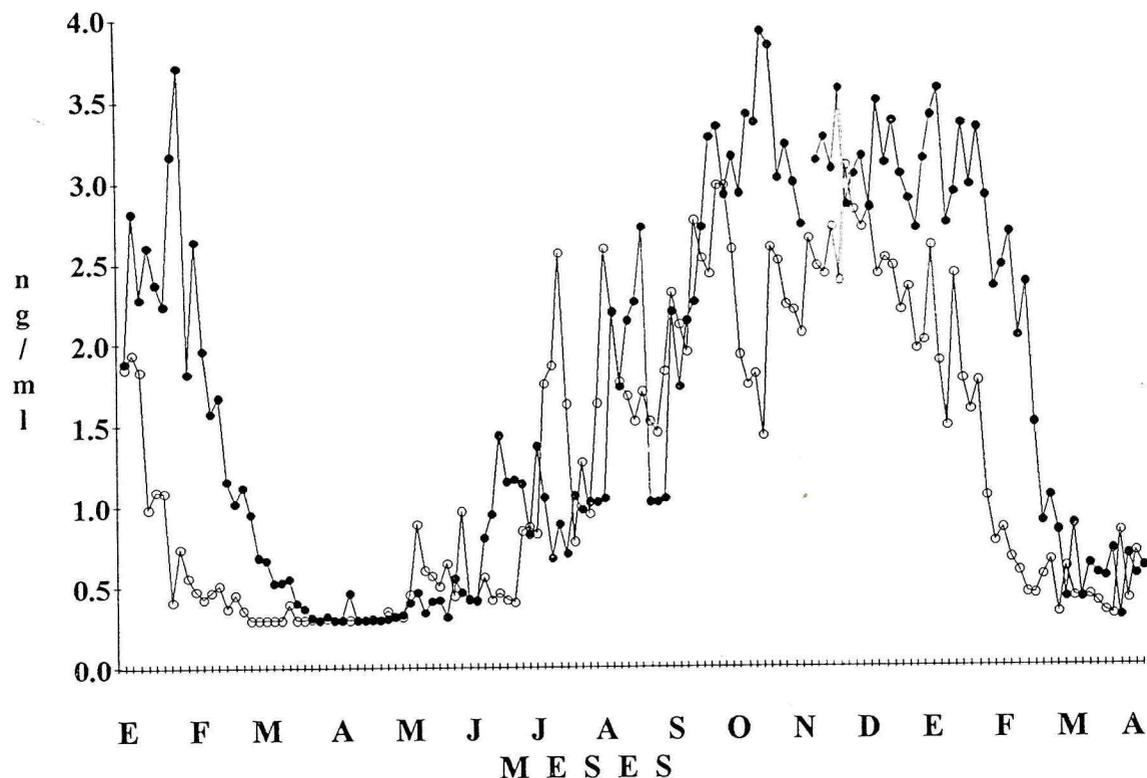


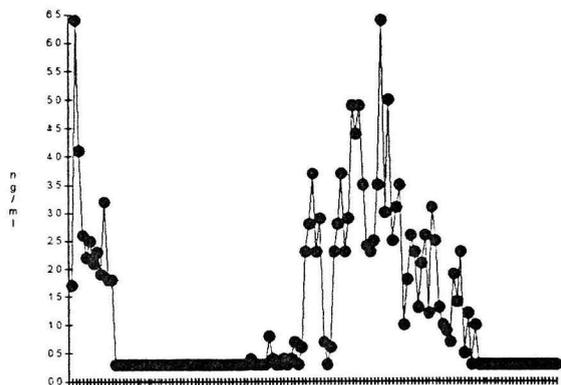
Figura 2. Variaciones anuales en la concentración plasmática de LH en las hembras ovariectomizadas portadoras de un implante subcutáneo de estradiol mantenidas en un sistema intensivo (-●-) y extensivo (-○-).

Tabla 4. Comparación de las fechas promedio de terminación, inicio, días en inactividad y en actividad sexual y endócrina de las hembras del G1, G2 y G3.

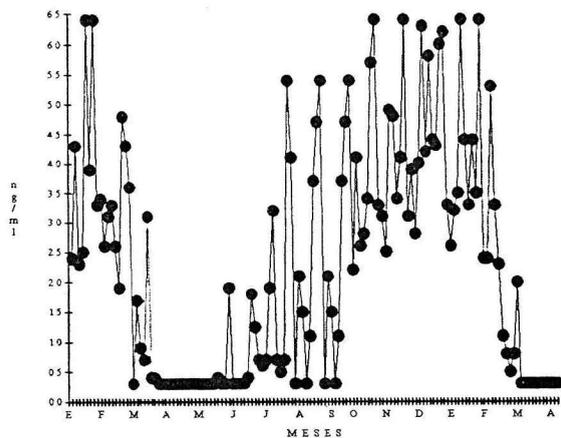
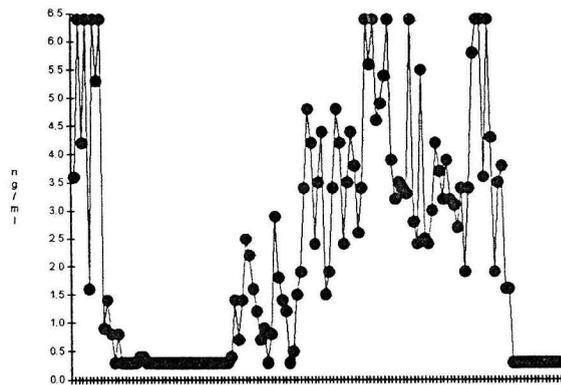
Grupos	Terminación (1995)	Inicio (1995)	Terminación (1996)	Días en inactividad	Días en actividad
G1 : Ac. Ovulatoria.	07/feb <sup>a</sup>	05/sep <sup>a</sup>	11/feb <sup>a</sup>	209.4 <sup>a</sup>	159.7 <sup>a</sup>
G2 : Ovx + E2 Intensivo	02/mar <sup>b</sup>	21/jul <sup>b</sup>	08/mar <sup>b</sup>	143.9 <sup>b</sup>	227.6 <sup>b</sup>
G3 : Ovx + E2 Extensivo	26/ene <sup>a</sup>	19/jul <sup>b</sup>	15/feb <sup>a</sup>	174.4 <sup>c</sup>	210.8 <sup>b</sup>

\* Promedios con letras diferentes, son diferentes estadísticamente ( $P < 0.05$ ).

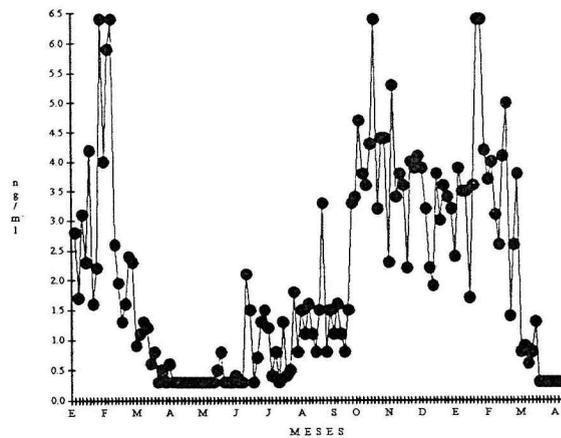
Hembra No.2



Hembra No.11



Hembra No. 75



Hembra No. 174

Figura 3. Variaciones anuales en la concentración de LH en el plasma de 4 hembras ovariectomizadas y portadoras de un implante subcutáneo de estradiol, mantenidas a nivel intensivo.

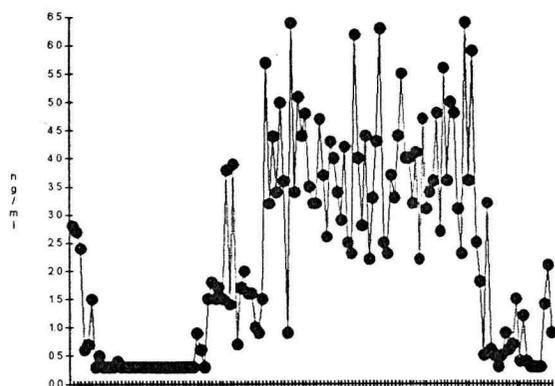
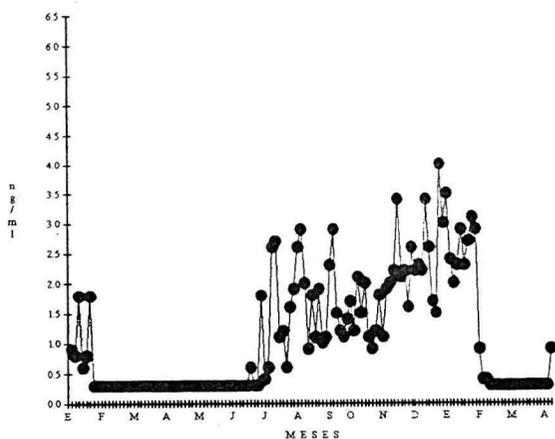
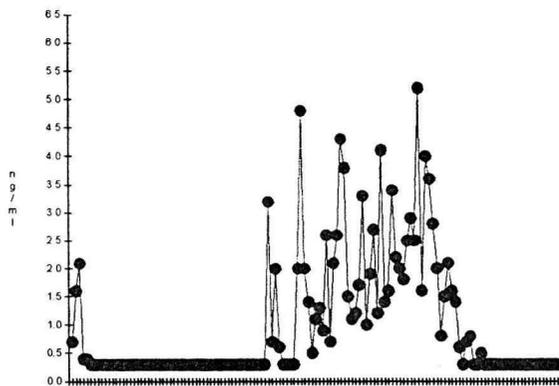
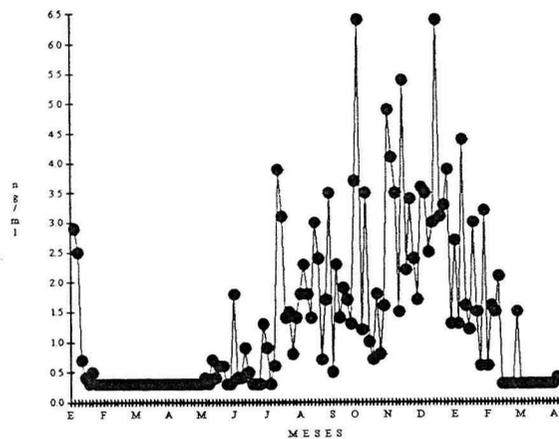
**Hembra No.5****Hembra No.10****Hembra No. 15****Hembra No. 24**

Figura 4. Variaciones anuales en la concentración de LH en el plasma de 4 hembras ovariectomizadas y portadoras de un implante subcutáneo de estradiol, mantenidas a nivel extensivo.

### 3. Peso Corporal

Al inicio del experimento, el peso corporal de las hembras fue de  $40.6 \pm 1.7$ ,  $39.4 \pm 2.7$ ,  $39.0 \pm 1.6$  kg para los grupos G1, G2 y G3, respectivamente. Posteriormente, el peso evolucionó en los tres grupos y al final del estudio el peso corporal de las hembras del G1 fue de  $51.7 \pm 2.8$  kg, para las hembras del G2 fue de  $53.0 \pm 2.6$  kg y para el G3 de  $52.3 \pm 2.3$  kg. El análisis de varianza demostró un efecto significativo del tiempo sobre la evolución del peso corporal de las hembras de los tres grupos ( $P < 0.05$ ),

indicando que el peso corporal presentó importantes variaciones durante el período de estudio. Además, se observó una interacción grupo-sistema de explotación ( $P < 0.001$ ) entre el G2 y G3, lo cual demuestra que la evolución del peso corporal fue diferente en ambos grupos. Sin embargo, no se observó diferencia entre el peso corporal de los tres grupos en las comparaciones dos a dos de cada mes ( $P < 0.05$ ). En la Figura 5, se observa la evolución del peso corporal de las hembras del G1, G2 y G3.

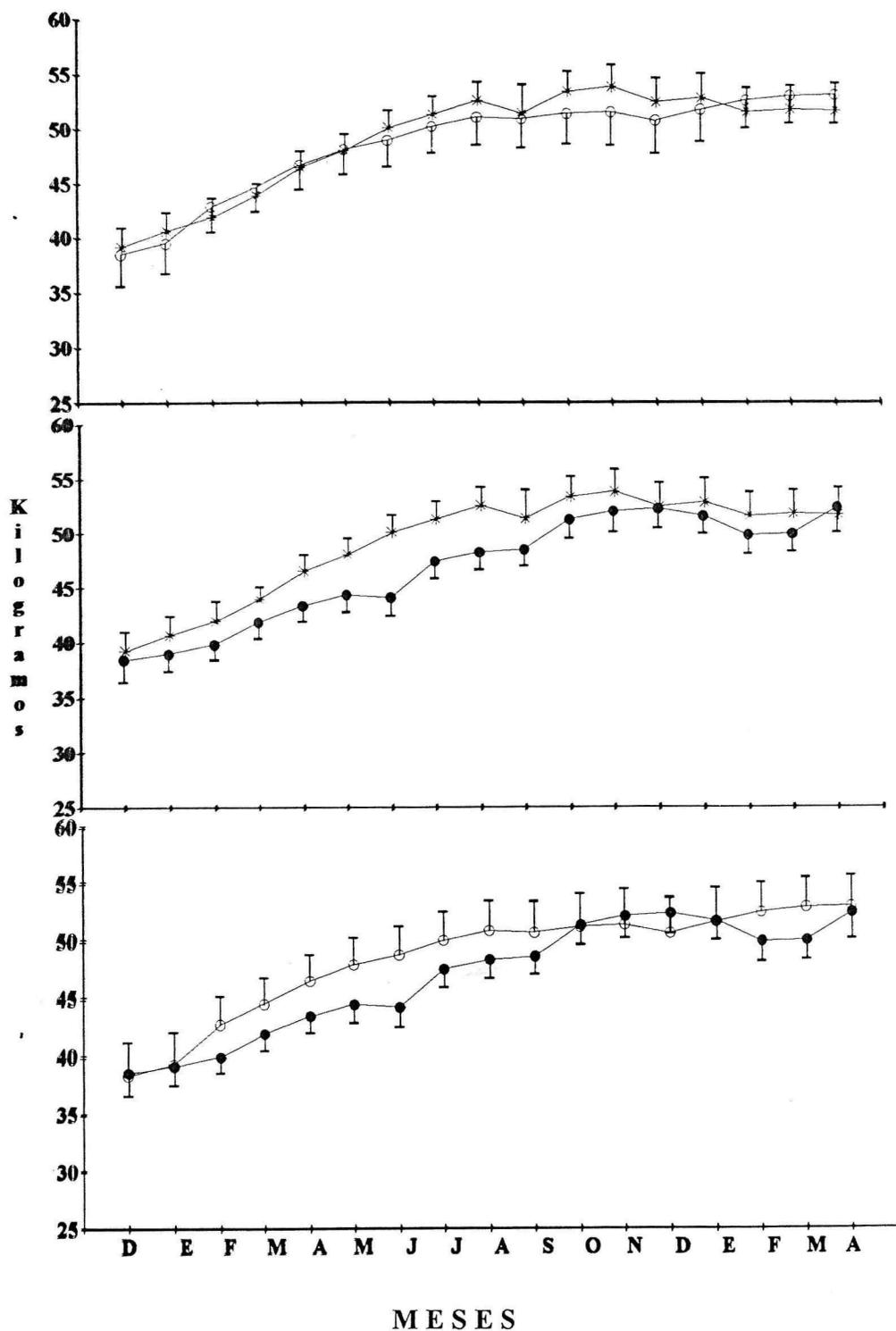


Figura 5. Evolución del peso corporal de las hembras intactas (-\*-) y ovariectomizadas portadoras de un implante subcutáneo de estradiol explotadas en intensivo (-o-) y extensivo (-•-).

## DISCUSION.

Las hembras intactas del presente estudio, mostraron variaciones estacionales de su actividad sexual. En estas hembras, la actividad reproductiva se manifestó de agosto a febrero, mientras que el periodo de anestro se manifestó de marzo a julio. Durante este periodo existen meses en los que se registró ausencia completa de actividad sexual (abril y julio). Esta estacionalidad reproductiva fue observada en hembras mantenidas en condiciones intensivas, donde los requerimientos nutricionales fueron cubiertos satisfactoriamente. Estos resultados indican que la alimentación no es el factor responsable de esta estacionalidad, sino que muy probablemente, ésta sea debida a las variaciones del fotoperíodo que se registran en la Región. Recientemente Canedo *et al.* (1995), demostraron que los machos caprinos Criollos de la Región explotados de manera intensiva también presentan variaciones estacionales en su actividad reproductiva. Sin embargo, en México es la primera vez que se realiza un estudio que demuestre claramente las variaciones en la actividad sexual de las hembras caprinas. Estas variaciones en la actividad sexual observadas en las hembras de la Región Lagunera, son similares a las reportadas en las cabras de la raza Cashmere explotada en regiones subtropicales (Restall *et al.*, 1992). En esta raza, la alimentación es el principal factor responsable de la manifestación de la actividad sexual. La estacionalidad observada en las hembras de la Región es también semejante a la observada en los ovinos y caprinos originarios de zonas templadas (Thimonier y Mauléon, 1969; Chemineau *et al.*, 1992). En estas latitudes el principal factor que regula la actividad sexual es el fotoperíodo.

En lo que se refiere al corto período de estros y ovulaciones que se observó durante mayo y junio, un período similar fue reportado por Thimonier (1989) en las hembras de la raza Il-de-France. Este período de actividad sexual durante el anestro se debe probablemente, a que las hembras se hacen refractarias a los días cortos, y por ello algunas hembras tienen la capacidad de manifestar estro y ovulación durante esos meses. Sin embargo, como en ese momento se encuentran bajo un fotoperíodo creciente, el efecto inhibitorio de los días largos detiene la actividad sexual, la cual reinicia cuando las hembras perciben nuevamente un fotoperíodo decreciente (Thimonier, 1989).

Al inicio y al final de la estación sexual se registraron celos no acompañados de una ovulación y ovulaciones sin celo, respectivamente. Esta disociación estro-ovulación ha sido reportada en las hembras de la raza Alpina por Chemineau *et al.* (1992). Los celos sin ovulación son observados al inicio del período de actividad sexual y se deben a que en ese momento la sensibilidad del eje hipotálamo-hipofisiario a la acción del estradiol se encuentra elevada. Por el contrario, la presentación de ovulaciones no acompañadas de un estro, las cuales son observadas al final de la estación reproductiva, se deben que esa sensibilidad al estradiol disminuye (Martin *et al.*, 1983). La aparición de ciclos cortos y de ciclos largos registrados en este estudio, coinciden con lo reportado en hembras de la raza Alpina por Chemineau *et al.* (1992).

Las hembras ovariectomizadas explotadas intensiva y extensivamente también mostraron variaciones estacionales de su actividad neuroendócrina. Los niveles elevados de LH (= una intensa actividad neuroendócrina) se registraron de julio a marzo en el G2 y de julio a enero en el G3. El período de actividad neuroendócrina fue observado en ambos grupos de hembras y está relacionado al período de actividad sexual de las hembras intactas. En los dos períodos de terminación observados en el presente estudio, las hembras ovariectomizadas mantenidas a nivel intensivo terminaron su actividad

neuroendócrina un mes después que las hembras explotadas extensivamente. Esta diferencia se debe probablemente, a que las hembras explotadas intensivamente fueron alimentadas con una dieta constante durante todo el año, mientras que las hembras mantenidas a nivel extensivo estuvieron sujetas a las variaciones estacionales en la disponibilidad de alimento en el campo. En efecto, la disponibilidad de alimento en el campo de la región disminuye de diciembre a mayo (Sáenz *et al.*, 1991). Independientemente del sistema de explotación a que fueron sometidas las hembras, éstas iniciaron su actividad neuroendócrina en julio. Esto sugiere que la alimentación es un factor "modulador" de la actividad sexual anual de las hembras locales de la Región Lagunera y que está involucrada en la duración de la actividad sexual. Además, nuestros resultados suponen que las actividades neuroendócrina y sexual son muy probablemente sincronizadas, como en otras razas, por las variaciones fotoperiódicas registradas en la Región Lagunera (Ortavant *et al.*, 1985). Estos resultados son originales, pues se considera que en las regiones subtropicales la actividad sexual anual depende principalmente de la alimentación que reciben los animales (DeIgadillo y Malpoux, 1996; Walkden-Brown *et al.*, 1994, Restall *et al.*, 1992).

El modelo utilizado en el presente estudio (hembras ovariectomizadas + estadiol) permitió determinar en condiciones extensivas la actividad neuroendócrina y sexual de las hembras, permitiendo así, una evaluación adecuada de la influencia que tiene el sistema de explotación sobre la actividad sexual. Este modelo es original y a la fecha no existen reportes de otros estudios que demuestren las variaciones de la actividad endócrina de las hembras caprinas en estas latitudes de México.

## CONCLUSIONES

- Las hembras intactas manifestaron variaciones de su actividad sexual.

- Las hembras ovariectomizadas, explotadas intensiva y extensivamente también manifestaron variaciones en su actividad neuroendócrina. Estas variaciones están relacionadas a las variaciones de la actividad sexual de las hembras intactas.

- Los resultados del presente estudio sugieren que el fotoperíodo que se registra en la Región, es el factor responsable de las variaciones en la actividad sexual y endócrina.

## RESUMEN.

El presente trabajo se realizó para determinar la actividad sexual y endócrina anual de las hembras caprinas Criollas de la Región Lagunera. Para ello, se utilizaron 35 hembras multíparas, con las cuales se conformaron tres grupos de hembras de acuerdo a su peso vivo. El Grupo 1 (G1:n=11) se conformó de hembras intactas explotadas en estabulación; el Grupo 2 (G2:n=12) se formó con hembras ovariectomizadas portadoras de un implante subcutáneo de estradiol explotadas también en estabulación y el Grupo 3 (G3:n=12) fue formado con hembras ovariectomizadas portadoras de un implante subcutáneo de estradiol mantenidas en un rebaño privado y explotadas a nivel extensivo. En el G1 se determinó la actividad estral dos veces al día mediante la utilización de un macho vasectomizado. Además se determinó la actividad ovulatoria mediante la determinación de progesterona plasmática para lo cual se realizaron dos muestreos sanguíneos por semana. En las hembras del G2 y G3, se determinó la concentración plasmática de LH durante el estudio mediante 2 muestreos sanguíneos por semana. El peso corporal fue determinado mensualmente en los tres grupos.

Los resultados indican que las hembras caprinas de la región manifiestan un comportamiento estacional en su actividad sexual y neuroendócrina. En las hembras intactas el primer periodo de actividad sexual terminó en febrero. Las fechas promedio de terminación de la actividad estral y ovulatoria fueron el 06 de febrero y el 07 de febrero, respectivamente. Posteriormente se observó un periodo de reposo sexual de marzo a julio, durante el cual, el anestro y la anovulación tuvieron una duración de  $206.8 \pm 9.9$  días y  $209.0 \pm 6.1$  días, respectivamente. El periodo de actividad sexual se manifestó de

agosto a enero-febrero. Las fechas promedio de inicio de la actividad estral y ovulatoria fueron el 01 de septiembre y 05 de septiembre, respectivamente. Durante este período la actividad estral tuvo una duración de  $138.0 \pm 7.6$  días, mientras que la actividad ovárica tuvo una duración de  $159.7 \pm 5.8$  días.

En las hembras ovariectomizadas el final del primer período de la actividad neuroendócrina fue el 02 de marzo en el G2 y el 26 de enero en el G3 ( $P < 0.05$ ). El período de baja actividad neuroendócrina fue de febrero-marzo a julio. La duración de este período de inactividad fue de  $143.9 \pm 9.4$  días en el G3 y de  $174.4 \pm 8.6$  días ( $P < 0.05$ ). La actividad neuroendócrina inicia nuevamente el 21 de julio en el G2 y el 19 de julio en el G3 ( $P > 0.05$ ). Esta actividad termina el 08 de marzo de en el G2 y el 15 de febrero en el G3 ( $P < 0.05$ ). La duración del período de actividad neuroendócrina fue de  $227.6 \pm 11.5$  días para el G2 y  $210.8 \pm 10.5$  días, para el G3 ( $P > 0.05$ ). En los tres grupos, el peso corporal mostró importantes variaciones durante el período de estudio ( $P < 0.01$ ). Sin embargo, la evolución del peso corporal fue diferente entre el G2 y G3 ( $P < 0.05$ ). En la comparación dos a dos del peso corporal de cada mes, no se observó diferencia significativa entre los tres grupos ( $P > 0.05$ ). Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten concluir que las hembras caprinas de la Región manifiestan variaciones estacionales de su actividad sexual, y que estas variaciones corresponden a las variaciones de la actividad neuroendócrina de las hembras ovariectomizadas explotadas intensiva y extensivamente. El factor responsable de esta estacionalidad reproductiva es probablemente, el fotoperíodo que se registra en esta latitud.

## LITERATURA CITADA

- Alberio, R. 1976. Rôle de la photopériode dans le développement de la fonction de reproduction chez l'agneau Ile-de-France de la naissance à 21 mois. Thèse Doctorat 3ème cycle. Université Paris, France. VI:57.
- Alexander, H.A. 1989. Técnica Quirúrgica en Animales y Temas de Terapeútica Quirúrgica. 6 ed. Edit. Inter. México. XXIII: pp. 205-208.
- Almeida, G. and J. Pelletier. 1988. Abolition of seasonal testis changes in the Ile-de-France ram by short light cycles: relationship to luteinizing hormone and testosterone release. *Theriogenology*. 29:681-691.
- Anderson, J. 1964. Reproduction in imported British breeds of sheep on a tropical plateau. 5th Int. Cong. Anim. Reprod. Artif. Insem. 5: 465-469.
- Arbiza, S. 1986. Producción de caprinos. A.G.T. , edit., 695 p.
- Bittman, E.L., J.W. Hopkins. 1983. Role of the pineal gland in ovine photoperiodism: regulation of seasonal breeding and the negative feedback effects of estradiol upon luteinizing hormone secretion. *Endocrinology* 1983. 113: 329-36.
- Blache, D. and G. B. Martin. 1995. Neural and endocrine mechanisms underlying the synchrony of sexual behaviour and ovulation in the sheep. Oxford. *Rev. Reprod. Biol.* 17:205-254.
- Branca, A. et P. Cappai. 1989. Osservazioni sul controllo della riproduzione nelle specie caprine: esperienze effettuate in Sardegna. Symp. Int. La Riproduzione nei piccoli ruminanti: basi fisiologiche e aspetti applicativi. 115-129.
- Bronson, F.H. and P.D. Heideman. 1994. Seasonal Regulation of Reproduction in Mammals. In: "The Physiology of Reproduction". Ed. E. Knobil and J.D. Neill. 2th. Edition. Reven Press. New York. 541-583.
- Canedo, G., J. Morán., B. Malpoux., J. A. Delgadillo. 1995. Variaciones estacionales de la producción espermática en machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera. X Reunión Nacional Sobre Caprinocultura. Zacatecas, Zacs., México. 25-29 Octubre. 30-33.

- Canedo, G., B. Malpoux y J.A. Delgadillo. 1996. Seasonal variations in testicular weight in creole male goats in subtropical conditions (northern México). VI Int. Conference on Goats. May 5-11. Beijing, China. 811.
- Chemineau, P., D. Gauthier, J.C. Poirier and J. Saumande. 1982. Plasma levels of LH, FSH, prolactin, oestradiol-17 beta and progesterone during natural and induced oestrus in the dairy goat. *Theriogenology*. 17:313-323.
- Chemineau, P. 1986. Sexual behaviour and gonadal activity during the year in the tropical Creole meat goat. I- Female oestrus behaviour and ovarian activity. *Rep. Nutr. Dev.* 26(2A):441-452.
- Chemineau, P., G. B. Martin., J. Saumande and E. Normant. 1988. Seasonal and hormonal control of pulsatile LH secretion in the dairy goat (*Capra hircus*). *J. Reprod. Fert.* 83:91-98.
- Chemineau, P. 1992a. Medio ambiente y reproducción animal. FAO. *Revista Mundial de Zootecnia*. 77:2-14.
- Chemineau, P., A. Daveau., F. Maurice and J. A. Delgadillo. 1992b. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *J. Small Rumin Res.* 8:299-312.
- Chemineau, P. 1993. Reproducción de las cabras originarias de las zonas tropicales. *Rev. Latamer. Peq. Rumiantes*. 1(1): 2-14.
- Dacheux, J. L., C. Pisselet., M. Blanc., M.T. Hochereau-de-Reviere and M. Courot. 1981. Seasonal variations in rete testis fluid secretion and sperm production in different breeds of rams. *J. Reprod. Fert.* 61:363-371.
- De la Paz, C. J. 1994. Influencia del sistema de explotación sobre el inicio de la actividad ovárica post-parto en cabras Criollas de la Comarca Lagunera que paren en enero. Tesis Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna. 26 p.
- De Reviere, M.T., C. Perreau., C. Pisselet and J. Pelletier. 1992. Effect of a 2 month light cycle regimen on testicular parameters of adult Ile-de-France rams. *Micros. Res. and Technique*. 20:268-273.
- Delgadillo, J. A., B. Leboeuf and P. Chemineau. 1991. Decrease in the seasonality of sexual behavior and sperm production in bucks by exposure to short photoperiodic cycles. *Theriogenology*. 36:755-770.
- Delgadillo, J. A., B. Leboeuf and P. Chemineau. 1992a. Abolition of seasonal variations in semen quality and maintenance of sperm fertilizing ability by photoperiodic cycles in goats bucks. *Small Rumin. Res.* 9: 47-59.

- Delgadillo, J.A. and P. Chemineau. 1992b. Abolition of 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., B. Leboeuf and P. Chemineau. 1993. Maintenance of sperm production in bucks during a third year of short photoperiodic cycles. Reprod. Nutr. Dev. 33:605-617.
- Delgadillo, J. A., M. T. Hochereau-de Reviers, A. Daveau and P. Chemineau. 1995. Effect of short photoperiodic cycles on male genital tract and testicular parameters in male goats. (*Capra hircus*). Reprod. Nutr. Dev. 35:549-558.
- Delgadillo, J.A. and B. Malpoux. 1996. Reproduction of Goats in the Tropics and Subtropics. VI Int. Conf. on Goats. May 5-11. Beijing, China. 2:785-793.
- D' Occhio, M.J., B.D. Schanbacher and J.E. Kinder. 1982. Relationship between serum testosterone concentration and patterns of luteinizing hormone secretion in male sheep. Endocrinology. 110:1547-1554.
- Espitia, O.E. 1996. El sistema de explotación no influye en la evolución anual del peso testicular de los machos Cabríos de la Comarca Lagunera. Tesis Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna. 25 p.
- Flores, J.A. 1994. Efecto del destete sobre el anestro postparto en cabras Criollas de la Comarca Lagunera. Tesis Licenciatura, Instituto Tecnológico Agropecuario No. 10. 42 p.
- González-Stagnaro, C., and N. Madrid-Bury. 1982. Sexual season and estrus cycle of native goats in a tropical zone of Venezuela. Proc. 3er International Conference on goats production and disease. Tucson, Arisona, U.S.A. p. 311 (abstr).
- González-Stagnaro, C. 1983. Comportamiento reproductivo de las razas locales de ruminantes en el Trópico Americano. In "Reproduction des Ruminants en Zone Tropicale", Réunion Internationale. INRA. Publications, Versailles. 1-80.
- Goodman, R.L., S.J. Legan., K.D. Ryan and F.J. Karsch. 1981. Importance of variations in behavioural and feedback actions of estradiol to the control of seasonal breeding in the ewe. J. Endocrinology. 89:229-240.
- Goodman, R. L., E.L. Bittman., D.L. Foster and F.J. Karsch. 1982. Alterations in the control of luteinizing hormone pulse frequency underlie the seasonal variation in estradiol negative feedback in the ewe. Biol. Reprod. 27:580-589.
- Hafez, E.S.E. 1952. Studies on the breeding season and reproduction of the ewe. J. Agric. Sci. Camb. 42:189.

- Hoyos, G. 1987/88. Producción y comercialización de leche y carne de caprinos con productores de escasos recursos de la Comarca Lagunera. INIFAP/CIID, Matamoros, Coah. pp. 1-30.
- Henniawati, B., J. Restall and R. J. Scaramuzzi. 1995. Effect of season on LH secretion in ovariectomized Australian cashmere does. *J. Reprod. Fert.* 103: 349-356.
- Karsch, F. J., D.J. Dierschke., R.F. Weick., T. Yamaji., J. Hotchkiss and E. Knobil. 1973. Positive and negative feedback control by estrogen of luteinizing hormone secretion in the Rhesus monkey. *Endocrinology.* 92:799-804.
- Karsch, F.J., E.L. Bittman., D.L. Foster., R.L. Goodman., S.L. Legan and J.E. Robinson. 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent. Prog. Horm. Res.* 40:185-232.
- Karsch, F. J. N.L. Wayne., E.L. Bittman. 1985. Importance of duration of the nocturnal increase in melatonin secretion in determining the reproductive response to photoperiod. *Proc. VII International Congress. of Endocrinology, Quebec, Labrie, F., Proulx, L., eds., Elsevier Science Publishers B. V. p. 139.*
- Karsch, F. J., J. T. Cummins., G. B. Thomas and I. J. Clarke. 1987. Steroid feedback inhibition of pulsatile secretion of gonadotropin-releasing hormone in the ewe. *Biol. Reprod.* 36:1207-1218.
- Legan, S. J., F. J. Karsch and D. L. Foster. 1977. The endocrine control of seasonal reproductive function in the ewe: A marked change in response to the negative feedback action of estradiol on luteinizing hormone secretion. *Endocrinology.* 3:818-822.
- Legan, S. J. and F.J. Karsch. 1979. Neuroendocrine regulation of the estrous cycle and seasonal breeding in the ewe. *Biol. Reprod.* 20:74-85.
- Legan, S. J. and F. J. Karsch. 1980. Photoperiodic control of seasonal breeding in ewe: Modulation of the negative feedback action of estradiol. *Biol. Reprod.* 23:1061-1068.
- Llewelyn, C.A., J.S. Oga., M.J. Obwolo. 1993. Plasma progesterone profiles and variation in cyclic ovarian activity throughout the year in indigenous goats in Zimbabwe. *Anim. Reprod. Sci.* 30:301-311.
- Lincoln, G.A. and R.V. Short. 1980. Seasonal breeding: nature's contraceptive. *Recent. Prog. Horm. Res.* 36:1-52.
- Mahieu, M., Y. Jego., M.A. Driancourt., P. Chemineau. 1989. Reproductive performances of Creole and Black-Belly ewes in the west Indies. A new major gene controlling ovulation rate?. *Anim. reprod. Sci.* 19:235-243.

- Malpaux, B., J.E. Robinson., M.B. Brown., F.J. Karsch. 1987. Reproductive refractoriness of the ewe to inductive photoperiod is not caused by inappropriate secretion of melatonin. *Biol. Reprod.* 36:1333-1341.
- Malpaux, B., S. M. Moenter., N. L. Wayne., C. J. I. Woodfill., F. J. Karsch. 1988. Reproductive refractoriness of the ewe to inductive photoperiod is not caused by an alteration of the circadian secretion of melatonin. *Neuroendocrinology.* 48:264-270.
- Malpaux, B., P. Chemineau and J. Pelletier. 1993. Melatonin and reproduction in sheep and goats. In "Melatonin: biosynthesis physiological effect and clinical applications" Reiter R.S., Yu H.S. Ed. CRC Pres. Prod. 253-287.
- Marshall, F.H.A. 1937. On the change over in the estrus cycle in animals after transference across the equator, with further observations on the incidence of the breeding seasons and the factors controlling sexual periodicity. *Proc. Roy. Soc. Lond. B.* 122: 413-428.
- Martin, G.B., R.J. Scaramuzzi and J. D. Henstridge. 1983. Effects of oestradiol, progesterone and androstenedione on the pulsatile secretion of luteinizing hormone in ovariectomized ewes during and autumn. *J. Endocr.* 96:181-193.
- Martin, G. B. 1984. Factors affecting the secretion of luteinizing hormone in the ewe. *J. Biol. Reprod.* 59:1-87.
- Mauléon, P. et L. Dauzier. 1965. Variations de la durée de l'anoestrus de lactation chez les brebis de race Ile-de-France. *Ann. Bioch. Biophys.* 2:209-222
- Mazcorro, V. E., H. J. De la Fuente, M. L. Jiménez E. y H. M. González. 1991. La producción agropecuaria en la Comarca Lagunera. Su evolución reciente. 1960-1990. UACH. 75 p.
- Montgomery, G. W., G. B. Martin and J. Pelletier. 1985. Changes in pulsatile LH secretion after ovariectomy in Ile-de-France ewes in two seasons. *J. Reprod. Fert.* 73:173-183.
- Mori, Y., M. Tanaka., K. Maeda., K. Hoshino and Y. Kano. 1987. Photoperiodic modification of negative and positive feedback effects of oestradiol on LH secretion in ovariectomized goats. *J. Reprod. Fert.* 80:523-529.
- Muduuli, D. S., L. M. Sanford., W. M. Palmer and B.E. Howland. 1979. Secretory patterns and circadian and seasonal changes in luteinizing hormone, follicle stimulating hormone, prolactin and testosterone in male Pygmy goat. *J. Anim. Sci.* 49:543-553.
- Ortavant, R., P. Mauléon and C. Thibault. 1964. Photoperiodic control of gonadal and hypothalamic activity in domestic mammals. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 11:157-193.

- Ortavant, R., J. Pelletier., J. P. Ravault., J. Thimonier and P. Volland-Nail. 1985. Photoperiod: main proximal and distal factor of the circannual cycle of reproduction in farm mammals. *Oxford. Rev. Reprod. Biol.* 7:305-345.
- Pelletier, J. and R. Ortavant. 1975. Photoperiodic control of LH release in the ram. I. Influence of increasing and decreasing light photoperiods. *Acta endocr.* 78:435-441.
- Pelletier, J., D.H. Garnier., M. M. De Reviere., M. Terqui and R. Ortavant. 1982. Seasonal variation in LH and testosterone release in rams of two breeds. *J. Reprod. Fert.* 64:341-346.
- Pelletier, J., P. Chemineau and J. A. Delgadillo. 1988. Seasonality of sexual activity and its photoperiodic control in the adult ram and he-goat. In "Proc. 11th Inter. Congr. Anim. Reprod. Artif. Insem". Juin 25-30. Dublin.
- Restall, B.J., S. Walkden-Brwon., Henniawati, Restall. 1991. Reproduction research in Australian goats. Cashmere Research Seminar, Ballina. May 23-24. Compyled by T.J. May. 49-69.
- Restall, B. J. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim. Reprod. Sci.* 27:305-318.
- Robinson, J. E., H. M. Badford and F. J. Karsch. 1985. Seasonal changes in pulsatile luteinizing hormone (LH) secretion in the ewe: Relationship of frequency of LH pulses to day length and reponse to estradiol negative feedback. *Biol. Reprod.* 33:324-334.
- Sáenz, E. P., F.G.L. Hoyos., G.H. Salinas., D.M. Martínez., A.J. Espinoza., B. A. Guerrero, y G. E. Contreras. 1991. Establecimiento de módulos caprinos con productores cooperantes. En "Evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera". INIFAP-CIID. Matamoros, Coahuila, México. pp. 24-34.
- Sanford, L.M. and K.H. Ponzilius. 1989. The pattern of LH release in the adult ram influences the testicular steroidogenic reponse to inddividual LH pulses and is regulated by testosterone negative feedback. *J. Androl.* 10:1-10.
- Santa María, A., J. Cox., E. Muñoz., R. Rodríguez y L. Caldera. 1988. Estudio del ciclo sexual, estacionalidad reproductiva y control del estro en la cabra criolla en Chile. Concepción, Chillán, Chile. 363-383.
- Schanbacher, B.D. 1980. Testosterone regulation of luteinizing hormone and follicle stimulating hormone secretion in young male lamb. *J. Anim. Sci.* 51:679-684.
- Schmidt, R. H. 1989. The arid zones of México: climatic extremes and conceptualization of the sonoran desert. *J. Arid. Env.* 16:241-256.

- Simplicio, A.A., G.S. Riera., J.R. Nunes. 1982. Oestrus cycle and period evaluation in an undefined breed type (SRD) for goats in Northeast Brazil. Proc. 3er International Conference on goats production and disease. Tucson, Arisona, U.S.A. p. 310 (abstr.).
- Sutherland, R. S. D. and M. R. C. Jainaudeen. 1987. Absence of seasonal breeding in the local goats of Malaysia. 4th. AAAP. Anim. Sci. Cong, Hamilton, New Zealand. Feb. p. 1-6.
- Therqui, M. and J. Thimonier. 1974. Nouvelle méthode radioimmunologique rapide pour l'estimation du niveau de progestérone plasmatique. Application pour le diagnostic précoce de la gestation chez la brebis et chez la chèvre. Cr. herb. Séanc. Acad. Sci. Paris, D. 279:1109-1112.
- Thimonier, J., P. Mauléon. 1969. Variations saisonnières du comportement d'oestrus et des activités ovarienne et hypophysaire chez les ovins. Ann. Biol. Anim. Biochim, Biophys. 9:233-250.
- Thimonier, J., J. Pelletier and R. Ortavant. 1984. Photopériodisme et reproduction: Bases physiologiques. 9èmes Journées Rech. Ovine et Caprine, INRA-ITOVIC Eds. Paris. 61-78.
- Thimonier, J. 1989. Contrôle photopériodique de l'activité ovulatoire chez la brebis. Existence de rythmes endogènes. Thèse Université François Rabelais Tours. p.22-36.
- Thwaites, C. J. 1965. Photoperiodic control of breeding activity in the Southdownn ewe with particular reference to the effects of an equatorial light regime. J. Agric. Sci. Camb. 65:57-64.
- Toukoui, Y., M. Banoin., A. Yenikoye., H. Marichatou et M. Hassane. 1994. Variations saisonnières du comportement d'oestrus et détermination du moment de l'ovulation sur oestrus induit et oestrus naturel chez deux races de brebis Nigériennes: La race Tuareg et la race Peule Blanche. Et: Animal Reproduction. International Foundation for Science. Niamey, Niger. 141-158.
- Walkden-Brown, S.W., B.J. Restall., B.W. Norton., R.J. Scaramuzzi and G.B. Martin. 1994. Effect of nutrition on seasonal patterns of LH, FSH and concentration, testicular mass, sebaceous gland volume and odour in Australian cashmere goats. J. Reprod. Fert. 102:351-360.
- Walkden-Brown, S.W. and B.J. Restall. 1996. Environmental and social factors affecting reproduction. VI Int. Conf. on Goats. May 5-11. Beijing China. 2:762-775.

- Yeates, N.T.M. 1949. The breeding season of the sheep with particular reference to its modification by artificial light. *J. Agric. Sci. Camb.* 39:1-43.
- Yenikoye A. 1984. Variations saisonnières de la sécrétion de LH chez la brebis ovariectomisées de race Peulh bicolore. *Reproduction des ruminants en zone tropicale, Pointe-à-Pitre (F.W.I.)*. Ed. INRA. Publ. 213-223.