

**LA PULSATILIDAD DE LA LH EN CABRAS  
CRIOLLAS OVARIECTOMIZADAS DE LA  
COMARCA LAGUNERA ES INFLUENCIADA POR  
LAS ESTACIONES DEL AÑO**

**JUANA AGUILAR DURÓN**

**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.**

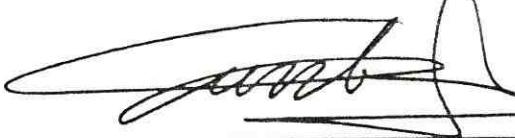
Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial para obtener el grado de

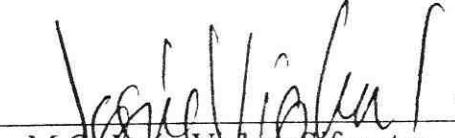
MAESTRO EN CIENCIAS EN  
REPRODUCCION ANIMAL

COMITE PARTICULAR

Asesor principal:   
- Dr. J. Alberto Delgadillo Sánchez

Asesor:   
- Dr. Benoit Malpaux

Asesor:   
- M.C. Gerardo Duarte Moreno

  
- M.C. Jesús Vilma Sifuentes  
Encargado del Área de Postgrado U.L.

  
- Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez  
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Torreón, Coahuila. Febrero de 1997.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. J. Alberto Delgadillo Sánchez por la asesoría, dirección, apoyo y tiempo dedicado para la realización y escritura de este trabajo de investigación.

Al Ing. MC. Alejandro Moreno Reséndez por el apoyo brindado durante el transcurso de mis estudios.

Al Dr. Benoît Malpaux por la asesoría brindada. Así como al Laboratorio de Neuroendocrinología Sexual, Fisiología de la Reproducción de los Mamíferos Domésticos (INRA) de Nouzilly, Francia, por su colaboración en las determinaciones hormonales y los análisis estadísticos realizados.

Al Dr. Jaques Thimonier por la asesoría, correcciones y comentarios brindados en la elaboración de este escrito.

Al Ing. Sonia López Galindo por su colaboración, comentarios, asesoría y apoyo otorgados durante la corrección e impresión de este trabajo.

Al MVZ. Gerardo Duarte Moreno por la colaboración y asesoría brindadas.

A los Dres. J. Manuel Fernández Brondo y J. Manuel Fuentes Rodríguez por el apoyo brindado a través del tiempo de estudio.

A mis compañeros de estudio: Horacio Hernández, Alfredo Flores, Javier Morán, Jaime Ríos, Gerardo Canedo, Manuel Hernández y Evaristo Carrillo, por su amistad y apoyo técnico otorgado durante la realización de este estudio.

A Dolores López, Aurelia Nájera y Esther Peña por el apoyo y amistad brindadas durante mi estancia en la Universidad.

A las autoridades de la UAA"AN" Unidad Laguna por la oportunidad y facilidades otorgadas para la realización de este estudio.

A las autoridades y personal del Sector Pecuario del Instituto Tecnológico Agropecuario No. 10, por los animales facilitados para este estudio.

Al CONACyT por el apoyo económico brindado.

A todas las personas que directa o indirectamente contribuyeron a la realización de este trabajo de Investigación.

# **DEDICATORIA**

A MIS PADRES

MARÍA DE LOS ANGELES DURÓN IBARRA  
JUAN AGUILAR ZAPATA

A MI ESPOSO, ALEJANDRO

A MIS HIJOS, ALEJANDRO III, DIEGO ARMANDO Y JUAN JOSÉ

A MIS HERMANOS

JULIETA, HORTENSIA, NICANORA, MARTHA ELENA,  
JESUS, JUAN JOSÉ, JAVIER Y ARMANDO

A MI ASESOR

DR. J. ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS DE LA MAESTRÍA EN  
REPRODUCCIÓN ANIMAL

A MIS MAESTROS

# **COMPENDIO**

**La Pulsatilidad de la LH en Cabras Criollas Ovariectomizadas de la Comarca  
Lagunera es Influenciada por las Estaciones del Año**

**POR**

**JUANA AGUILAR DURÓN**

**MAESTRIA EN CIENCIAS  
REPRODUCCIÓN ANIMAL**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA**

**TORREÓN COAHUILA, FEBRERO 1997**

**Dr. J. Alberto Delgadillo Sánchez- Asesor**

**Palabras Clave: Cabras, Reproducción, Estacionalidad, Hormona  
Luteinizante, Zonas Subtropicales.**

El efecto de las estaciones del año sobre la secreción de la LH fue determinada en siete hembras caprinas Criollas ovariectomizadas de la Comarca

Lagunera. Para evaluar la secreción de la LH, se efectuó un ritmo de muestreo sanguíneo en enero, marzo, junio y septiembre de 1995, y en enero de 1996. El peso corporal de las hembras en estudio fue determinado una vez al mes. Los datos del peso corporal fueron sometidos a un análisis de varianza a un factor (tiempo) ANOVA. En cada una de las estaciones del año se calculó el promedio de la concentración plasmática de la LH, del nivel de base, de la frecuencia de los pulsos, de la amplitud de éstos y del intervalo entre pulsos. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza a un factor (estaciones del año).

El peso corporal de las hembras varió durante el transcurso del estudio ( $P<0.0001$ ). El peso corporal inicial fue de  $43.71 \pm 1.70$  kg. Un incremento gradual se registró a partir de febrero ( $46.14 \pm 1.75$ ), culminando en mayo ( $54.43 \pm 2.00$  kg). Posteriormente, el peso corporal se mantuvo sin variaciones importantes hasta la finalización del estudio. En enero de 1996, el peso registrado fue de  $56.16 \pm 3.10$  kg.

Las estaciones del año no mostraron ningún efecto sobre la concentración promedio de los niveles plasmáticos de LH. La cantidad de LH detectada en enero ( $1.65 \pm 0.28$  ng/ml), marzo ( $1.80 \pm 0.30$  ng/ml), junio ( $1.66 \pm 0.37$  ng/ml), septiembre de 1995 ( $2.2 \pm 0.40$  ng/ml), y enero de 1996 ( $2.82 \pm 0.25$  ng/ml), no fue diferente.

En cambio, la frecuencia de los pulsos de LH varió con las estaciones del año ( $P<0.02$ ). La pulsatilidad detectada en marzo de 1995 ( $5.57 \pm 0.29$  pulsos) fue superior a la detectada en junio ( $3.57 \pm 0.57$  pulsos) y septiembre ( $3.28 \pm 0.80$  pulsos;  $P<0.01$ ) de ese mismo año; en enero de 1996 ( $3.0 \pm 0.48$  pulsos), esta pulsatilidad fue inferior a la detectada en enero de 1995 ( $4.42 \pm 0.57$  pulsos;  $P<0.05$ ).

El intervalo promedio entre los pulsos detectados en cada ritmo de muestreo sanguíneo no presentó variaciones estacionales. El intervalo en enero de 1995 fue de  $53.04 \pm 6.6$  min, en marzo de  $39.73 \pm 2.05$  min, en junio de  $52.25 \pm 11.57$  min, en septiembre de ese mismo año de  $75.12 \pm 28.80$  min. En enero de 1996, el intervalo registrado fue de  $79.71 \pm 10.82$  min.

La amplitud de los pulsos de LH detectados no fue influenciada por las estaciones del año. En enero de 1995, la amplitud registrada fue de  $1.62 \pm 0.24$  ng/ml, en marzo de  $2.01 \pm 0.50$  ng/ml, en junio de  $1.77 \pm 0.48$  ng/ml, y en septiembre de ese mismo año de  $1.44 \pm 0.37$  ng/ml. En enero de 1996, la amplitud promedio fue de  $1.44 \pm 0.19$  ng/ml.

El nivel basal de LH plasmática, tampoco fue modificado por las estaciones del año. Al respecto, los valores detectados en enero de 1995 fueron de  $1.15 \pm 0.32$  ng/ml, en marzo de  $1.09 \pm 0.18$  ng/ml, en junio de  $1.08 \pm 0.29$  ng/ml, y en septiembre de ese mismo año de  $1.46 \pm 0.31$  ng/ml. En enero de 1996, el nivel de base fue de  $1.38 \pm 0.21$  ng/ml.

## **ABSTRACT**

The season of year and the effect on LH pulsatility in ovariectomized  
Creole female goats from the "Comarca Lagunera"

BY  
JUANA AGUILAR DURÓN

MASTER OF SCIENCE  
ANIMAL REPRODUCTION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA

TORREÓN COAHUILA, FEBRERO 1997

Dr. J. Alberto Delgadillo Sánchez- Advisor

Key words : Goat, Reproduction, Seasonality, Luteinizing Hormone,  
Tropicals Zone.

The effect of season on LH secretion was determined in seven ovariectomized Creole female goats from the "Comarca Lagunera" (Méjico). In order to assess LH secretion, serial blood sampling was performed in January, March, June, and September 1995 and in January 1996. On each occasion, samples were obtained every 15 minutes for 6 hours.

Live weight of the females was determined once a month and changes in live weight were analyzed by a one-way (time) ANOVA. For each season (time of blood sampling), the following parameters of LH secretion were analyzed: mean levels of LH, nadir, pulse frequency and amplitude, and interval between pulses. These data were all analyzed by a one-way (season) ANOVA. Animals displayed changes in live weight during the experiment ( $p<0.0001$ ). At the beginning of the study, live weight was  $43.71 \pm 1.70$  kg; it then increased from February ( $46.14 \pm 1.75$  kg) and reached a plateau in May ( $54.43 \pm 2.00$  kg). Thereafter and until the end of the study, animals did not display significant variations in live weight ( $56.16 \pm 3.10$  kg) in January 1996.

No significant changes in mean LH levels among seasons were found ( $1.65 \pm 0.28$  ng/ml in January;  $1.80 \pm 0.30$  ng/ml in March;  $1.66 \pm 0.37$  ng/ml in June;  $2.20 \pm 0.40$  ng/ml in September 1995;  $2.82 \pm 0.25$  ng/ml in January 1996).

In contrast, LH pulse frequency varied with seasons ( $p<0.02$ ). LH pulse frequency was higher in March 1995 ( $5.57 \pm 0.29$ ) than in June ( $3.57 \pm 0.57$ ) and September ( $3.28 \pm 0.80$ ) of the same year; LH pulse frequency was lower in January 1996 ( $3.00 \pm 0.80$ ) than in January 1995 ( $4.42 \pm 0.57$ ;  $P<0.05$ ).

The interval between pulses did not show any variations among the different sampling times. This interval was  $53.04 \pm 6.60$  min in January 1995,  $39.73 \pm 2.05$  min in March,  $52.25 \pm 11.57$  min in June,  $75.12 \pm 28.80$  min in September and  $79.71 \pm 10.82$  min in January 1996.

The amplitude of detected pulses was not different between seasons. The amplitude was  $1.62 \pm 0.24$  ng/ml in January 1995,  $2.01 \pm 0.50$  ng/ml in March,  $1.77 \pm 0.48$  ng/ml in June,  $1.44 \pm 0.37$  ng/ml in September and  $1.44 \pm 0.19$  ng/ml in January 1996. Similarly, the baseline level of LH secretion (nadir) was not influenced by seasons. The baseline levels was  $1.15 \pm 0.32$  ng/ml in January 1995,  $1.09 \pm 0.18$  ng/ml in March,  $1.08 \pm 0.29$  ng/ml in June,  $1.46 \pm 0.31$  ng/ml in September and  $1.38 \pm 0.21$  ng/ml in January 1996.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1
Objetivo .....	3
Hipótesis .....	3
REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
Variaciones Estacionales de la Actividad Sexual de los Ovinos y Caprinos Originarios de las Zonas Templadas .....	4
Fotoperíodo: Principal Factor que Sincroniza el Ciclo Anual de Reproducción de los Ovinos y Caprinos Originarios de las Zonas Templadas .....	6
Mecanismos de Acción del Fotoperíodo .....	7
Actividad Sexual de los Ovinos y Caprinos Originarios de las Zonas Tropicales .....	10
Actividad Sexual de los Ovinos y Caprinos Originarios de las Zonas Subtropicales .....	11
MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
Localización del Área de estudio .....	15
Unidades Experimentales y Manejo .....	16
Alojamiento .....	16
Alimentación .....	17
Ovariectomías .....	17

Aplicación de los Implantes .....	18	
Muestreos Sanguíneos .....	19	
Manejo de las Muestras .....	19	
Parámetros Evaluados .....	20	
Peso Corporal .....	20	
Determinaciones Hormonales.....	20	
Análisis de los Perfiles de la Secreción Pulsátil de la LH ...	21	
Análisis de Resultados .....	21	
Peso Corporal .....	21	
Determinación de la LH .....	22	
Expresión de Resultados .....	22	
 RESULTADOS .....	23	
Peso Corporal .....	23	
Concentración Promedio de la LH Plasmática .....	25	
Frecuencia de los Pulso	s de la LH .....	27
Intervalo entre los Pulso	s de la LH .....	29
Amplitud de los Pulso	s de la LH .....	30
Nivel Basal de la LH .....	31	
DISCUSIÓN .....	32	
CONCLUSIONES .....	37	
RESUMEN .....	38	
LITERATURA CITADA .....	40	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1 Peso Corporal .....	24
2 Concentración Promedio de la LH Plasmática .....	25
3 Variaciones Individuales de la Concentración Plasmática de la LH.....	26
4 Frecuencia de los Pulsos de la LH .....	27
5 Variaciones Individuales de los Pulsos de la LH .....	28
6 Intervalo entre los Pulsos de la LH.....	29
7 Amplitud de los pulsos de la LH .....	30
8 Nivel Basal de la LH.....	31

## I.- INTRODUCCIÓN

Desde su introducción a México, el ganado caprino ha sido considerado como una especie sumamente importante debido a su utilidad como fuente de alimento y trabajo para el hombre.

Gracias a su rusticidad, los caprinos poseen una gran capacidad para adaptarse a condiciones poco favorables, habitando en regiones inhóspitas con climas extremos. Esta especie es muy productiva, desarrollándose aún en condiciones extremas de subalimentación. Es muy eficiente para convertir en energía la fibra que contienen los forrajes y aprovecha al máximo los nutrientes de los esquilmos de la agricultura. Por estas características se le considera como una especie muy eficiente y de gran utilidad en la producción de alimentos.

La población caprina en México es de 6 millones 883 cabezas (INEGI, 1991). La mayor parte de esta población (64%) se encuentra distribuida en las zonas áridas y semiáridas del norte y centro de la República Mexicana. Estas regiones poco favorecidas por la naturaleza, ocupan aproximadamente 80 millones de hectáreas del territorio nacional (Cantú, 1995).

La Región Lagunera de Coahuila forma parte de las zonas semiáridas del país, y se localiza a 26° 37' latitud norte y 103° 22' longitud oeste.

En estas regiones, y para una gran parte de la población rural, el ganado caprino es el patrimonio familiar y la única fuente de trabajo. Aunado a esto, el estancamiento económico en el que se encuentran, los ha obligado a explotar de una manera extensiva los hatos de ganado caprino, ya que este sistema no implica una gran inversión ni se requiere de alta tecnología.

El desarrollo de la especie caprina es muy prometedor en estas regiones, considerando su alta productividad aún en condiciones limitadas de organización y de manejo zootécnico.

La población caprina de la Región Lagunera de Coahuila es de 530 mil cabezas (Hoyos *et al.*, 1991). Actualmente los caprinocultores atraviesan por momentos críticos como consecuencia de la falta de créditos y programas de apoyo de parte de las autoridades estatales. Además de la carencia de un mercado adecuado para los productos derivados de la producción caprina, existe una marcada disminución de la población caprina en la región.

En las cabras de la región se ha observado que existe una estacionalidad reproductiva, es decir, los animales presentan un período de inactividad sexual de marzo-julio. Estudios realizados al respecto indican que la subalimentación a la que son sometidas las hembras y machos explotados de manera extensiva y el amamantamiento de las crías, no son los factores responsables de esta inactividad sexual (De la Paz, 1994; Espitia, 1996; Hernández, 1996; Delgadillo y Malpaux, 1996; Delgadillo *et al.*, 1997). Es probable que el fotoperíodo, factor del medio ambiente repetible de un año a otro, determine en las cabras locales dicha estacionalidad reproductiva.

Conocer los factores del medio ambiente responsables de esta estacionalidad reproductiva en las cabras locales es importante, ya que esto

permitiría buscar alternativas para implementar técnicas en el control de la reproducción que puedan ser utilizadas por los caprinocultores de la región.

Con ello se lograría un mejor manejo reproductivo de los hatos, y por consiguiente elevar el aspecto productivo de los mismos.

El presente estudio es una aportación para determinar si las variaciones estacionales en la secreción de la Hormona Luteinizante (LH) varían con las estaciones del año.

**OBJETIVO:** Determinar en las hembras locales de la Comarca Lagunera la influencia de las estaciones del año sobre la secreción de la LH en cabras criollas ovariectomizadas.

**HIPOTESIS:** La secreción de la LH en las cabras criollas ovariectomizadas de la Comarca Lagunera es modificada por las estaciones del año.

## **II.- REVISIÓN DE LITERATURA**

La mayoría de las especies animales originarias de zonas templadas presentan una estacionalidad reproductiva. Ésta permite que los partos se produzcan al final del invierno y principios de primavera, cuando las condiciones del medio ambiente (temperatura y disponibilidad de alimento), son más favorables para la sobrevivencia de las crías (Bronson, 1989). En estas especies, particularmente en los ovinos y caprinos, existe un período natural de reproducción y un período de anestro o reposo sexual (Ortavant *et al.*, 1985).

### **A.- Variaciones Estacionales de la Actividad Sexual de los Ovinos y Caprinos Originarios de las Zonas Templadas**

En los pequeños rumiantes originarios de zonas templadas, la actividad sexual presenta importantes variaciones a través del año. En los machos ovinos, el peso testicular, reflejo de la actividad espermatogénica, varía de acuerdo a las estaciones del año. Un elevado peso testicular se observa durante el otoño y el invierno (período de actividad sexual), mientras que este peso se reduce durante la primavera y el verano (época de reposo sexual) (Lincoln y Short, 1980; Pelletier *et al.*, 1988). La 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.*, 1964, 1985). Esto provoca que la producción diaria de espermatozoides pase de  $4.82 \times 10^9$  en septiembre a  $1.02 \times 10^9$  en marzo (Dacheux *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 Saanen, en los cuales el peso testicular es más elevado en octubre-noviembre (170 g), período de actividad sexual, que durante junio-julio (90 g), período de reposo 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 y el invierno que en primavera y verano (Chemineau *et al.*, 1989; Delgadillo *et al.*, 1992, 1993).

Las hembras ovinas originarias de las zonas templadas presentan, en ausencia de gestación, períodos de actividad sexual y de anestro o de reposo sexual. En dichas hembras, el período de actividad sexual se caracteriza por la presentación sucesiva cada 16 días de un comportamiento de estro acompañado de una ovulación. Este período inicia a finales del verano o principios de otoño y finaliza durante el invierno. Por ejemplo, el período natural de reproducción en las hembras de la raza Suffolk se presenta de septiembre a febrero (Karsch *et al.*, 1984; Robinson y Karsch, 1988). En cambio, el período de reposo sexual se caracteriza, en ausencia de gestación, por la carencia total de celos y ovulaciones. Este período de inactividad sexual se presenta de marzo a agosto (Karsch *et al.*, 1984; Robinson y Karsch, 1988).

Respecto a las hembras caprinas originarias de estas latitudes, el estudio realizado por Chemineau *et al.* (1992), demostró la existencia de importantes variaciones estacionales de las actividades de estro y ovulación. Al respecto, en las hembras de las razas Alpina y Saanen, se ha observado que el período natural de reproducción ocurre de septiembre a marzo, y el de anestro o de reposo sexual se presenta de abril a agosto.

*a).- El Fotoperíodo, Principal Factor del Medio Ambiente que Sincroniza el Ciclo Anual de Reproducción 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 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; Thwaites, 1965; Alberio, 1976). Tanto en los machos como en las hembras de la especie ovina, la inversión del ciclo luminoso provoca un cambio de la actividad sexual. Esta actividad se manifiesta siempre durante los días cortos o decrecientes (Mauleón et Rougeot, 1962; Thwaites, 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).

En los machos y hembras caprinos, existen estudios que demuestran la existencia de un comportamiento similar al que se ha 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, modifican 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, 1993).

#### *b).- Mecanismos de Acción del Fotoperíodo*

El fotoperíodo sincroniza el ciclo anual de reproducción de los pequeños rumiantes a través de la melatonina, hormona secretada únicamente durante la noche (Arendt, 1985, 1986; Mori *et al.*, 1987; Delgadillo y Chemineau, 1992; Chemineau *et al.*, 1992; Malpaux *et al.*, 1993). Tanto en los machos como en las hembras se han determinado dos tipos de acción del fotoperíodo sobre la secreción de la LH (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 de acción indirecta mediante los cambios de la sensibilidad del eje hipotálamo-hipofisiario a la retroacción negativa de los esteroides (Legan y Karsch, 1979, 1980; Martin, 1984; Blache y Martin, 1995).

#### *1).- Acción Directa*

Esta acción fue determinada mediante las variaciones estacionales de la LH en machos ovinos castrados. Los niveles de LH son más elevados cuando los

machos son sometidos a días cortos (8 h de luz/día) que cuando son sometidos a días largos (16 h de luz/día) (Pelletier y Ortavant, 1975).

Igualmente, en las hembras ovinas ovariectomizadas, se ha observado que la pulsatilidad de la LH es elevada durante el período natural de reproducción de las hembras intactas (Martin *et al.*, 1983; Montgomery *et al.*, 1985). De la misma manera, el intervalo entre cada pulso de LH varía de 70 min en julio, 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). Estas modificaciones son controladas principalmente por las variaciones del fotoperíodo.

## 2).- *Acción Indirecta*

El eje hipotálamo-hipofisiario regula el funcionamiento de las gónadas a través de la secreción del factor de liberación de las gonadotropinas (GnRH), el cual estimula la secreción de la Hormona Luteinizante (LH) y la Hormona Folículo estimulante (FSH). En el macho, la testosterona ejerce una acción inhibidora sobre la secreción de LH (Muduuli *et al.*, 1979; Findlay y Clarke, 1987; 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). Esta retroacción se observa durante el ciclo estral, lo que permite la descarga preovulatoria de LH. El estradiol ejerce también una acción inhibidora (retroacción negativa) sobre la LH, la cual regula principalmente la pulsatilidad de esta hormona (Legan *et al.*, 1977; Legan and Winans, 1981; Mori *et al.*, 1987).

La castración en el macho y en la hembra (ausencia de andrógenos y de esteroides, respectivamente), provoca un aumento en la secreción de la LH (Schambacher, 1980; Montgomery *et al.*, 1985). Este aumento de las 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, 1984; Martin *et al.*, 1983; Montgomery *et al.*, 1985).

En los machos ovinos castrados, la respuesta a la acción inhibidora de los andrógenos varía según la duración del día (Ortavant y Pelletier, 1975). La disminución de la LH, después de la aplicación intramuscular de una dosis 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-hipofisiario a la retroacción negativa de la testosterona es fuerte, y por tanto la secreción de LH disminuye. En cambio, durante los días cortos, esta sensibilidad disminuye, originando un incremento en la concentración plasmática de LH (Ortavant y Pelletier, 1975; Thimonier *et al.*, 1984; Almeida y Pelletier, 1988).

En la hembra, el fotoperíodo modifica también la sensibilidad del eje hipotálamo-hipofisiario 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 (=baja sensibilidad del eje hipotálamo-hipofisiario a la retroacción negativa del estradiol) de un implante subcutáneo que libere niveles constantes de estradiol, reduce la amplitud de los pulsos de LH, y parece aumentar ligeramente la frecuencia de los mismos

(Goodman *et al.*, 1982; Legan *et al.*, 1977; Robinson *et al.*, 1985; Karsch *et al.*, 1987, 1993). En cambio, cuando el implante es insertado durante la estación de reposo sexual (= alta sensibilidad del eje hipotálamo-hipofisiario a la retroacción negativa del estradiol), disminuye considerablemente la frecuencia de los pulsos de LH y aumenta la amplitud (Goodman *et al.*, 1982; Robinson *et al.*, 1985).

En las hembras caprinas ovariectomizadas de la raza Saanen provistas de un implante subcutáneo de estradiol, la cantidad de pulsos aumenta durante el período natural de reproducción de las hembras intactas (Chemineau *et al.*, 1988).

#### **B.- Actividad Sexual de los Ovinos y Caprinos Originarios de las Zonas Tropicales**

Las especies de mamíferos que habitan en regiones de climas tropicales presentan un potencial para reproducirse en cualquier época del año. En los machos de las razas originarias de estas latitudes, una intensa actividad sexual se manifiesta durante todo el año. Al respecto, los machos criollos de la Isla de Guadalupe en el Caribe, no presentan variaciones estacionales de la libido, del peso testicular ni de la producción espermática (Chemineau, 1993). De la misma manera, las hembras de esta región, en ausencia de gestación, presentan regularmente, y durante todo el año, una actividad estral y ovulatoria (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, 1993). Observaciones similares han sido reportadas en los estudios efectuados en las hembras ovinas locales de Nigeria (Toukovi *et al.*, 1994 ).

En las especies originarias de las zonas tropicales, el principal factor del medio ambiente que regula la actividad reproductiva, es la disponibilidad de alimento (González-Stagnaro, 1983; Chemineau, 1993; Bronson y Heideman, 1994; Delgadillo y Malpaux, 1996).

### **C.- Actividad Sexual de los Ovinos y Caprinos Originarios de las Zonas Subtropicales**

En las cabras originarias de climas subtropicales, la actividad reproductiva es un aspecto que no ha sido ampliamente estudiado como en las razas originarias de las zonas templadas. Sin embargo, recientemente se demostró que en algunas razas existe de las zonas subtropicales existe también una estacionalidad reproductiva, semejante en ocasiones, a la reportada en las especies originarias de las zonas templadas (Santa María *et al.*, 1988; Walkden-Brown *et al.*, 1994; Canedo *et al.*, 1996; Flores *et al.*, 1996; Delgadillo y Malpaux, 1996).

En Australia (29° latitud sur), el peso testicular de los machos cabríos de la raza Cashmere, presenta variaciones estacionales de gran amplitud. El peso mínimo es observado durante la primavera y el máximo durante el otoño (Restall, 1991; Walkden-Brown *et al.*, 1994). En el norte de México (26° latitud norte), los machos cabríos locales presentan también amplias variaciones del peso testicular

y de la producción espermática. En estos machos se ha observado que el período de actividad sexual se desarrolla de mayo a diciembre (Canedo *et al.*, 1995, 1996; Delgadillo y Malpaux, 1996).

En las hembras originarias de estas latitudes subtropicales, también se ha reportado la existencia de períodos de actividad e inactividad sexual. En Chile (33° latitud sur), el período de actividad sexual de las cabras locales, se presenta 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 (29° latitud sur), se ha observado que presentan también modificaciones de la actividad sexual. Al respecto, las investigaciones realizadas por Restall (1991), reportan que en dichas hembras la época de actividad estral se presenta de febrero-agosto (otoño-invierno), y el período de reposo o inactividad sexual de septiembre-enero (primavera-verano). Las hembras ovariectomizadas de esta misma raza y portadoras de un implante subcutáneo de estradiol, manifiestan marcadas variaciones estacionales en los niveles plasmáticos de LH (Restall, 1991; Henniawati *et al.*, 1995). En estas hembras el incremento de la concentración plasmática de LH, coincide con el período de actividad sexual de las hembras intactas.

En las latitudes subtropicales, se ha considerado que la alimentación es un factor importante para el desarrollo del ciclo anual de reproducción de las

especies que se desarrollan en estas regiones. Esta hipótesis fue probada en los machos cabríos de la raza Cashmere por el equipo de Walkden-Brown *et al.* (1994). Al respecto, ellos demostraron que el incremento del peso testicular y la secreción de la testosterona dependen principalmente de la cantidad y calidad de la alimentación que reciben los animales. En las hembras de esta misma raza mantenidas con una dieta adecuada y constante, permite la manifestación de la actividad estral e incrementa la tasa ovulatoria (Restall, 1991, 1992; Martin, 1995).

Sin embargo en México, los machos cabríos explotados en regiones subtropicales ( $26^{\circ}$  latitud norte) de manera intensiva o extensiva, muestran también marcadas variaciones estacionales en su actividad reproductiva (Canedo *et al.*, 1995, 1996; Espitia, 1996).

Referente a las hembras caprinas del norte de México, y en particular las de la Comarca Lagunera ( $26^{\circ}$  latitud norte), éstas presentan también un período de anestro, independientemente del sistema de explotación a la que son sometidas (Sáenz *et al.*, 1991; De la Paz, 1994; Flores *et al.*, 1996). Este último autor demostraró recientemente que el período natural de reproducción en las cabras locales de la Comarca Lagunera explotadas de manera intensiva, se presenta de agosto a marzo. De la misma manera, en las hembras ovariectomizadas de esta especie y portadoras de un implante subcutáneo de estradiol, los niveles plasmáticos de LH varían de una manera estacional. En efecto, valores inferiores a 0.5 ng/ml fueron detectados de marzo a junio (Flores, Delgadillo y Malpaux, resultados no publicados) meses correspondientes al período de anestro de las hembras intactas locales (Flores *et al.*, 1996).

Sin embargo, a la fecha no han sido analizados los factores del medio ambiente responsables de esta estacionalidad reproductiva. Considerar la alimentación como el factor principal que regula el ciclo anual de reproducción, parece ser una hipótesis poco probable por los resultados reportados por Flores *et al.* (1996). Es posible entonces, que las débiles variaciones del fotoperíodo que se registran en la Comarca Lagunera, sean las responsables de la sincronización del ritmo anual de reproducción de las hembras de esta raza. Esta sincronización debe pasar por una fuerte modificación de la secreción anual de la LH, la cual puede variar con las estaciones del año.

### III.- MATERIALES Y MÉTODOS

#### A.- Localización del Área de Estudio

Este estudio se realizó de diciembre de 1994 a enero de 1996 en el sector pecuario del Instituto Tecnológico Agropecuario No.10, ubicado en el Ejido Ana, kilómetro 7.5 de la carretera Torreón-San Pedro, el cual se localiza en la Región Lagunera de Coahuila. Esta región de la que forma parte la ciudad de Torreón, se localiza al sur del desierto Chihuahuense. Su latitud es de 26° 37' norte y su longitud de 103° 22' oeste. Cuenta con altitudes que fluctúan de 1100 a 1500 metros sobre el nivel del mar (Schmidt, 1989). El clima es desértico y seco. La precipitación pluvial es de alrededor de 235 mm anuales con un rango de 150 a 400 mm (Schmidt, 1989). Dicha precipitación se concentra en 30 días de los meses de junio a octubre, con seis o siete meses de sequía definida con precipitaciones pluviales menores a 7 mm al mes. 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 (Mazcorro *et al.*, 1991). Los suelos son pobres, el pastizal que predomina es el mediano abierto, con abundantes arbustivas como el mezquite (*Prosopis juliflora*), el huizache (*Acacia farneciana*) y la costilla de vaca (*Atriplex canescens*) (Cantú, 1995).

## **B.-Unidades Experimentales y Manejo**

Para efectuar el presente estudio se utilizaron siete hembras caprinas ovariectomizadas nativas de la Comarca Lagunera. Estas hembras poseen características fenotípicas de razas de origen Europeo como la Nubia y Alpina. A este genotipo se le denomina raza "Criolla". La edad de las hembras variaba entre los dos y tres años al inicio del estudio. Para facilitar la identificación y el manejo de las hembras, se les colocó un arete de plástico en la oreja izquierda con los siguientes números: 3, 4, 6, 13, 15, 17 y 318 .

## **C.- Alojamiento**

Durante el período experimental, las hembras permanecieron completamente estabuladas. Las cabras fueron alojadas en un corral de cinco m de frente por nueve m de fondo. Dicho corral fue provisto de sombra, dos comederos y un bebedero. Los animales fueron sometidos a las variaciones naturales del fotoperíodo en la Comarca Lagunera, es decir a 10 h luz-14 h de obscuridad durante el solsticio de invierno y 14 h luz-10 h de obscuridad en el solsticio de verano. Dado que las hembras ovariectomizadas portadoras o no de un implante de estradiol son muy sensibles al efecto macho, durante el período experimental, un macho vasectomizado permaneció constantemente con las hembras en estudio.

## **D.- Alimentación**

Las hembras fueron alimentadas diariamente con heno de alfalfa a libre acceso. Además, a cada hembra se le proporcionó 200 g/día de concentrado comercial con 14% de proteína cruda. El agua y las sales minerales fueron proporcionados también a libre acceso. Antes de iniciar el estudio, en el mes de diciembre de 1994, y en mayo de 1995, las cabras fueron vitaminadas, desparasitadas y despezuñadas.

## **E.- Ovariectomías**

Las hembras utilizadas en el presente trabajo experimental fueron ovariectomizadas según la técnica descrita por Alexander (1989). Antes de las cirugías, las cuales se realizaron en el quirófano de la Unidad Laguna de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", las hembras permanecieron en ayuno por un período de 36 horas. Las ovariectomías de las cabras 3, 4 y 15, se efectuaron el 29 de diciembre de 1994. Las de las hembras 13 y 17, el 30 de diciembre de 1994, y por último, el 3 de enero de 1995, las cabras 6 y 318 fueron ovariectomizadas. 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.

#### **F.- Aplicación de los Implantes**

Se utilizaron implantes fabricados de tubo Silastic de 3.3 mm de diámetro interno y 4.65 mm de diámetro externo, descritos por Karsch *et al.* (1973), con una longitud de 4 cm (Flores, Delgadillo y Malpaux, resultados no publicados), que contenían 17  $\beta$ -estradiol (Aldrich Chemical Co. Ltd). Dichos implantes fueron colocados subcutáneamente en la región axilar, inmediatamente después de finalizadas las ovariectomías.

## **G.- Muestreos Sanguíneos**

Para determinar las concentraciones plasmáticas de LH, se efectuaron cinco ritmos de muestreos sanguíneos cada tres meses, tomando como referencia el cambio de las estaciones del año. A excepción del primero y el último muestreos, los cuales fueron realizados en enero de 1995 y en enero de 1996 respectivamente, los siguientes se efectuaron en los meses de marzo , junio y septiembre de 1995. Para evitar la retroacción negativa del estradiol sobre la secreción de la LH, diez días antes de cada ritmo de muestreo sanguíneo, los implantes fueron retirados. Las muestras sanguíneas se obtuvieron por punción de la vena yugular cada 15 minutos durante seis horas (de 9:00 a 15:00 horas). La sangre fue obtenida en tubos al vacío de 5 ml los cuales contenían 0.01 ml de ácido etilendiaminotetra-acético (EDTA), como factor anticoagulante. Posteriormente, los implantes fueron colocados en forma inmediata después de finalizar cada ritmo de muestreo sanguíneo.

## **H.- Manejo de las Muestras**

Una vez obtenidas las muestras en cada uno de los hemoritmos, éstas fueron centrifugadas durante 25 minutos a 2500 rpm. El plasma fue recuperado en tubos previamente identificados con la fecha, hora de muestreo y número de la hembra. Posteriormente, el plasma fue congelado a -20 °C, hasta la determinación, por radioinmunoanálisis, de las concentraciones plasmáticas de la LH.

## I.- Parámetros Evaluados

### *a).- Peso Corporal*

Las hembras fueron pesadas una vez al mes, desde el inicio del experimento en enero de 1995, hasta la finalización de éste en enero de 1996. El pesaje se realizó por la mañana antes de proporcionar el heno de alfalfa y el concentrado. Para ello se utilizó una báscula que tenía una precisión de 200 g y una capacidad de 300 kg.

### *b).- Determinaciones Hormonales*

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 plasmas fueron determinados por duplicado. 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 inter ensayos fueron de 15.7 % y 5.5 %, respectivamente.

*c).- Análisis de los perfiles de la secreción pulsátil de la LH*

La detección de los pulsos fue realizada según la técnica descrita por Wallace y McNeilly (1986). Cada episodio de secreción que alcance una concentración superior al promedio de los episodios anteriores, se considera como un pulso potencial. Este episodio de secreción es definitivamente admitido como un pulso si su concentración máxima es superior a 4 desviaciones estándares de la concentración más baja de las dos muestras precedentes. El valor de la desviación estándar correspondiente al nivel de base es calculado con una ecuación de regresión de la desviación estándar en función del promedio establecido para las muestras control.

**J.- Análisis de Resultados**

*a) .-Peso Corporal*

Con los datos individuales del peso corporal mensual de cada hembra, se realizó un análisis de varianza con medidas repetidas a un factor (tiempo) utilizando el programa estadístico de Super Anova (1989). Para verificar las diferencias existentes entre cada uno de los meses de estudio, se realizó también una prueba de diferencias mínimas significativas.

*b) .- Determinación de LH*

Con la cantidad de LH plasmática detectada en cada una de las hembras, se calculó una media general de la concentración promedio de la LH plasmática, del nivel de base, de la frecuencia de los pulsos, de la amplitud de éstos y del intervalo entre pulsos. Los promedios fueron calculados en cada una de las estaciones del año durante el período en que se efectuó el estudio. Con estos datos, se realizó un análisis de varianza con medidas repetidas a un factor (estación del año). Después se realizó una prueba de diferencias mínimas significativas, para determinar las diferencias existentes entre cada ritmo de muestreo sanguíneo, y entre cada una de las variables indicadas anteriormente. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico de Super Anova (1989).

**K.- Expresión de Resultados**

Los resultados obtenidos durante el presente trabajo experimental son expresados en promedio  $\pm$  error estándar de la media (sem).

## IV.- RESULTADOS

### A.- Peso Corporal

La evolución del peso corporal de las hembras en estudio se presenta en la Figura 1. El peso promedio al inicio del experimento fue de  $43.71 \pm 1.70$  kg, observándose un incremento gradual a partir de febrero de 1995. Este incremento culminó en mayo, alcanzando un peso promedio de  $54.43 \pm 2.00$  kg. Posteriormente, el peso se mantuvo sin variaciones importantes durante el resto del período experimental. El análisis de varianza demostró que el peso corporal varió durante el estudio ( $P<0.0001$ ). La comparación mes a mes indicó que el peso corporal de enero de 1995 ( $43.71 \pm 1.70$  kg), no fue diferente al de febrero ( $46.14 \pm 1.75$ ) pero en cambio, fue inferior al registrado de marzo ( $47.40 \pm 1.75$ ) a septiembre ( $55.71 \pm 2.40$  kg) de ese mismo año ( $P<0.0001$ ). Por otra parte, el peso de febrero no fue diferente al de marzo; sin embargo, una diferencia fue encontrada de abril de 1995 a enero de 1996 ( $P<0.0001$ ). El peso corporal de marzo fue inferior al registrado de abril de 1995 a enero de 1996 ( $P<0.0001$ ). De igual modo, el peso corporal de abril fue inferior a los valores registrados de agosto a octubre y diciembre de 1995, y en enero de 1996 ( $P<0.01$ ). Ninguna diferencia en el peso corporal se detectó durante el período de mayo de 1995 a enero de 1996.

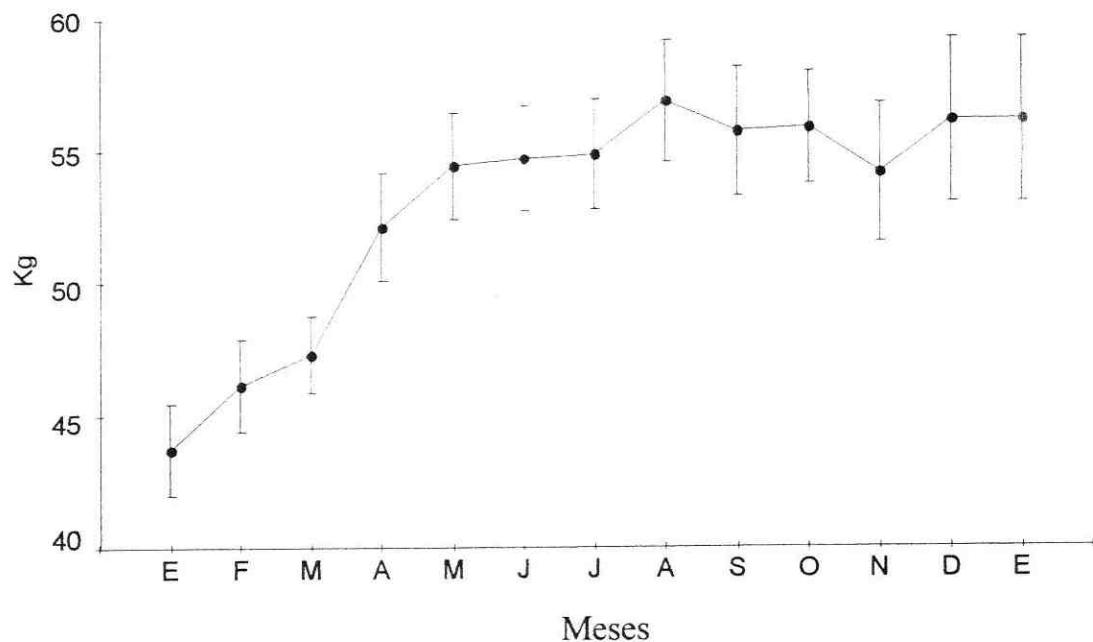
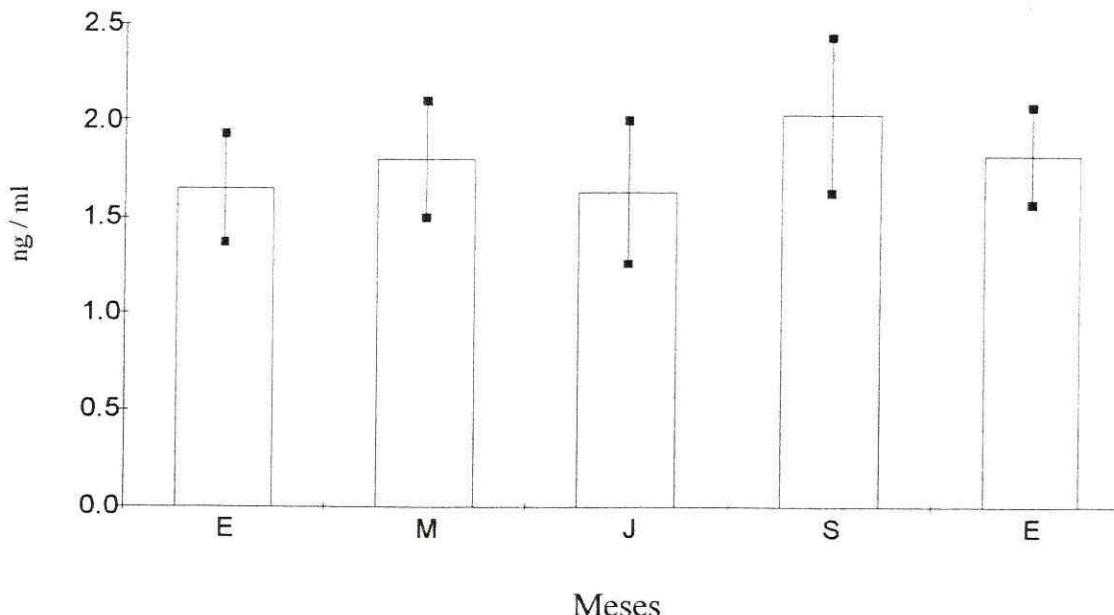


Figura. 1.- Evolución del peso corporal mensual promedio ( $\pm$  sem) registrado de enero de 1995 a enero de 1996, en siete hembras caprinas Criollas ovariectomizadas de la Comarca Lagunera.

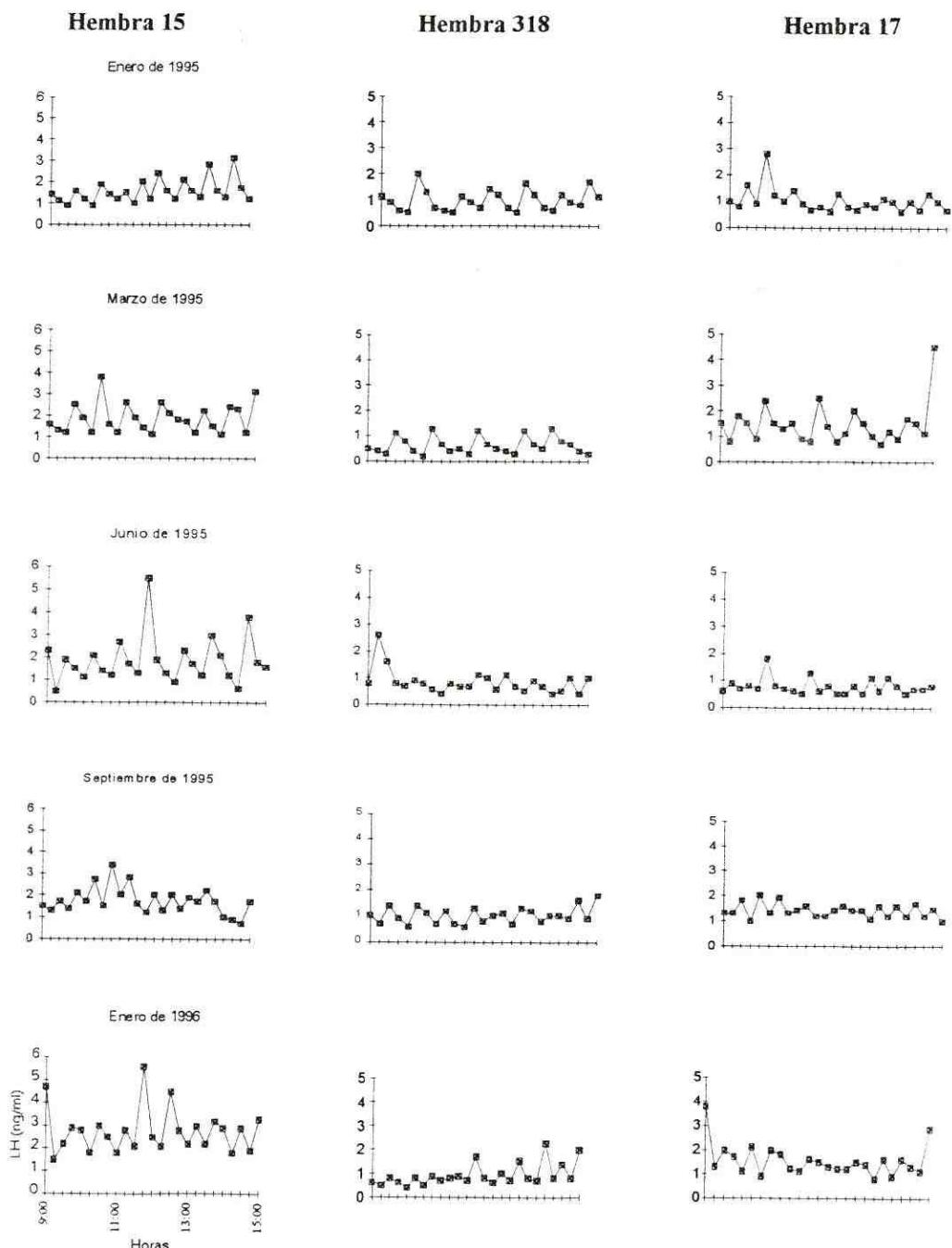
## B.- Concentración Promedio de la LH Plasmática

La concentración promedio de los niveles plasmáticos de LH se muestra en la Figura 2. El Análisis de varianza demostró que no existió un efecto significativo de la estación del año sobre esta variable. Los perfiles individuales de tres hembras son mostrados en la Figura 3.



**Figura 2.- Concentración promedio ( $\pm$  sem) de los niveles plasmáticos de LH registrados durante las diferentes estaciones del año comprendidas de enero de 1995 a enero de 1996, en siete hembras caprinas Criollas ovariectomizadas de la Comarca Lagunera.**

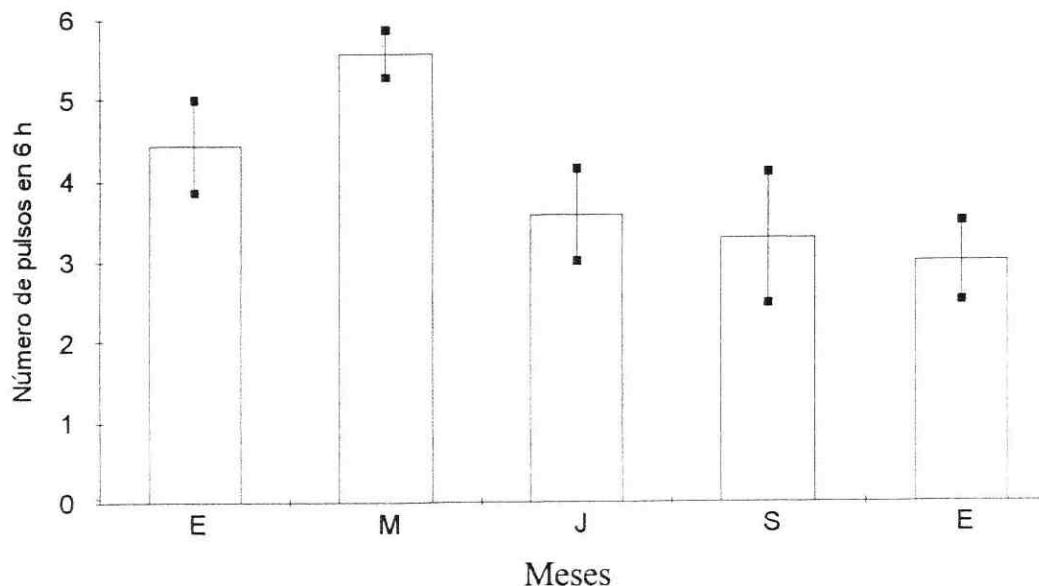
### C.- Variaciones Individuales de la Concentración Plasmática de la LH



**Figura 3.- Concentración plasmática de la LH, de tres hembras caprinas Criollas ovariectomizadas de la Comarca Lagunera, durante las estaciones del año comprendidas de enero de 1995 a enero de 1996.**

#### D.- Frecuencia de los Pulsos de la LH

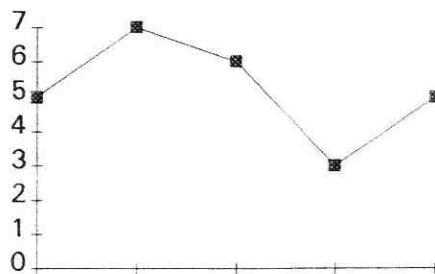
La frecuencia de los pulsos detectados en el presente estudio varió con las estaciones del año ( $P<0.02$ ). El promedio del número de pulsos detectados en cada estación del año es mostrado en la Figura 4. La pulsatilidad de enero de 1995, no fue diferente de la registrada en marzo, junio y septiembre, de ese mismo año. En cambio, el número de pulsos detectados en enero de 1995, fue más elevado que el registrado en enero de 1996 ( $P<0.05$ ). La pulsatilidad de marzo fue superior ( $P<0.01$ ) a la registrada en junio y septiembre de 1995, y enero de 1996. Los valores registrados en junio no fueron diferentes a los de septiembre y enero de 1996. Finalmente, ninguna diferencia fue detectada entre la pulsatilidad registrada en septiembre de 1995 y enero de 1996. Las variaciones individuales de tres hembras sobre la frecuencia de los pulsos son mostradas en la Figura 5.



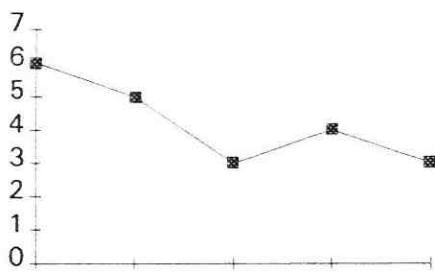
**Figura 4.- Número de pulsos promedio ( $\pm$  sem) registrados durante las diferentes estaciones del año comprendidas de enero de 1995 a enero de 1996, en siete hembras caprinas Criollas ovariectomizadas de la Comarca Lagunera.**

### E.- Variaciones Individuales de los Pulsos de la LH

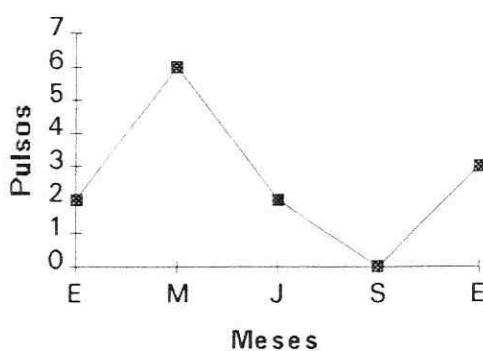
Hembra 15



Hembra 318



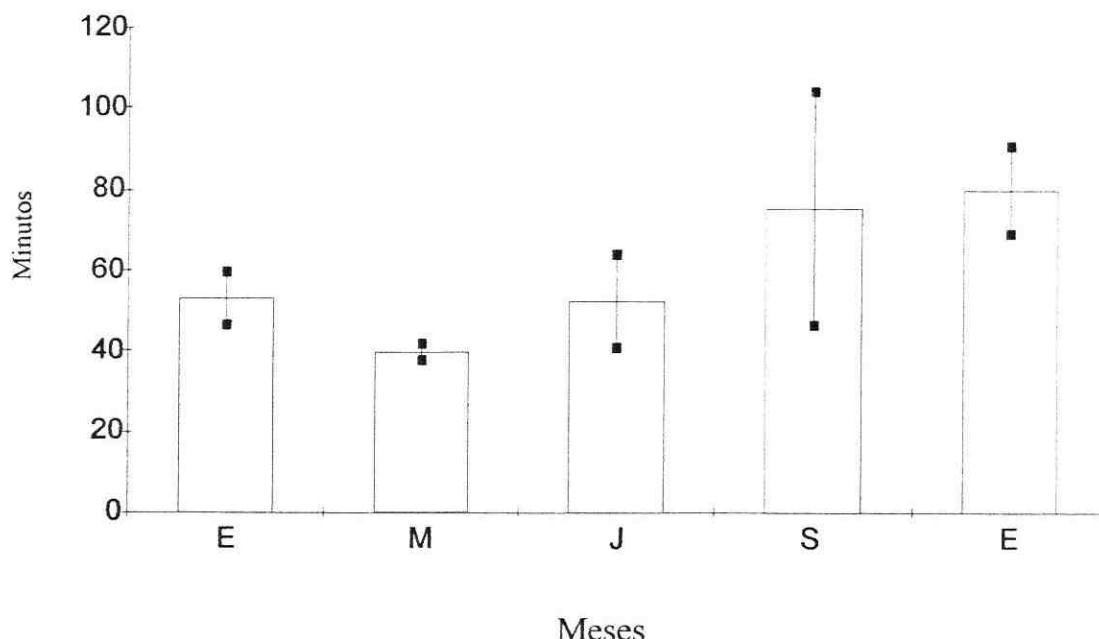
Hembra 17



**Figura 5. Perfiles individuales de la frecuencia de los pulsos de LH, en tres hembras caprinas Criollas ovariectomizadas de la Comarca Lagunera, durante las estaciones del año comprendidas de enero de 1995 a enero de 1996.**

#### F.- Intervalo entre los Pulsos de la LH

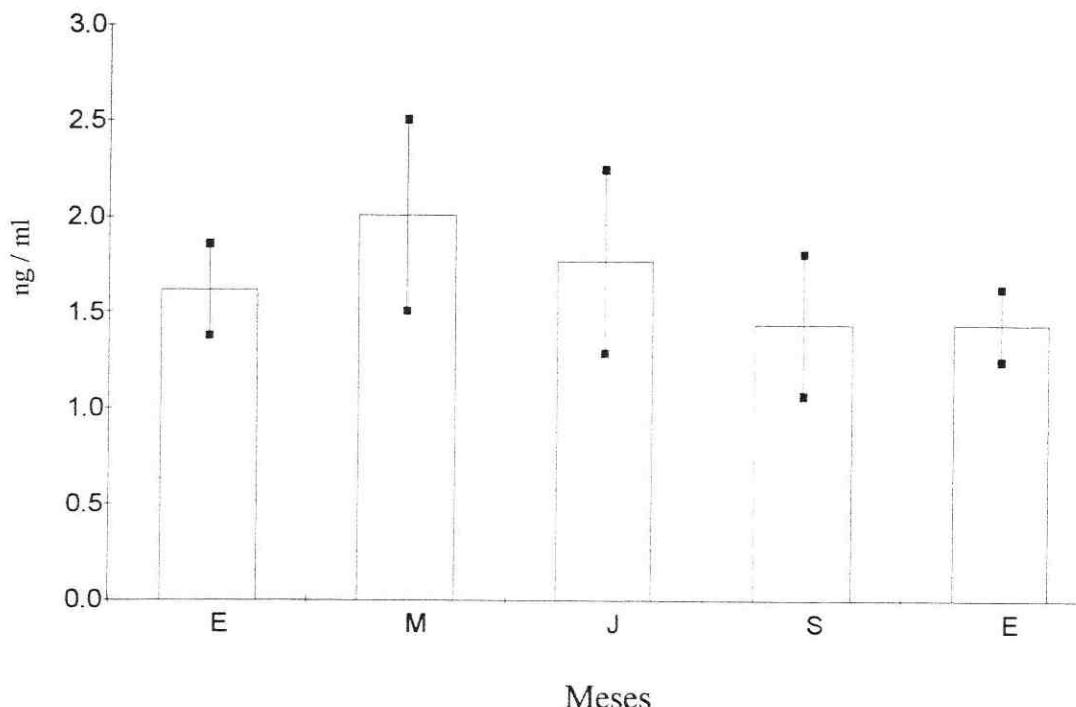
Como se muestra en la Figura 6, el intervalo promedio entre los pulsos detectados durante el estudio, se incrementó de marzo de 1995 a enero de 1996. Sin embargo, el Análisis de varianza reveló que no existió un efecto significativo de las estaciones del año sobre el intervalo entre los pulsos de LH.



**Figura 6.- Tiempo promedio ( $\pm$  sem) del intervalo entre los pulsos de LH, registrados durante las diferentes estaciones del año comprendidas de enero de 1995 a enero de 1996, en siete hembras caprinas Criollas ovariectomizadas de la Comarca Lagunera .**

### G.- Amplitud de los Pulsos de la LH

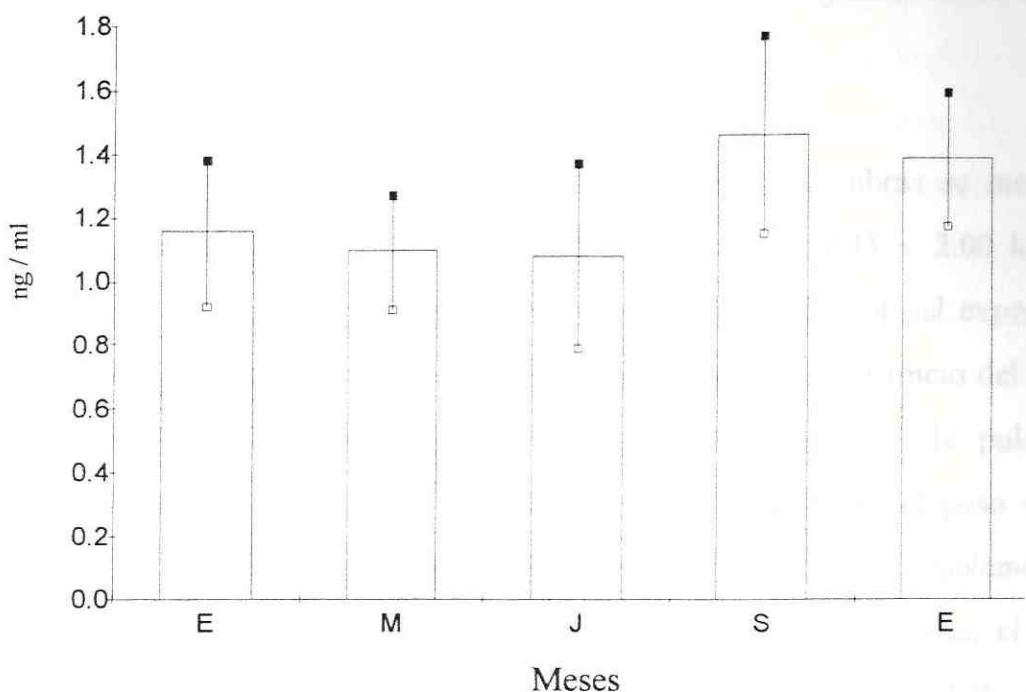
La amplitud de los pulsos de LH detectada durante cada una de las estaciones del año es mostrada en la Figura 7. El Análisis de varianza realizado no mostró ningún efecto significativo de las estaciones del año sobre la amplitud de los pulsos.



**Figura 7.-** Amplitud promedio ( $\pm$  sem) de los pulsos registrados durante las diferentes estaciones del año comprendidas de enero de 1995 a enero de 1996, en siete hembras caprinas Criollas ovariectomizadas de la Comarca Lagunera.

## H.- Nivel Basal de la LH

Los valores promedio del nivel basal de LH detectados en cada una de las estaciones del año se muestran en la Figura 8. El Análisis de varianza realizado indicó que las estaciones del año no tuvieron ningún efecto significativo sobre este parámetro.



**Figura 8.-** Concentración plasmática promedio ( $\pm$  sem) de los niveles basales de LH registrados durante las diferentes estaciones del año comprendidas de enero de 1995 a enero de 1996, en siete hembras caprinas Criollas ovariectomizadas de la Comarca Lagunera.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que solamente la pulsatilidad de la LH varía con las estaciones del año en las cabras Criollas ovariectomizadas originarias de la Comarca Lagunera. En efecto, el número de pulsos detectados en marzo de 1995, fue superior a los detectados en los meses de junio y septiembre 1995, y enero 1996. Ninguna diferencia existió entre la pulsatilidad registrada en enero y marzo de 1995.

En el presente estudio, el peso corporal de las hembras se incrementó progresivamente de enero ( $43.71 \pm 1.71$  kg) a mayo ( $54.43 \pm 2.00$  kg), para después mantenerse sin variaciones importantes hasta el final del experimento. Es probable que la baja condición corporal de las hembras al inicio del estudio, reflejo de una deficiente alimentación, haya influido sobre la pulsatilidad detectada en enero de 1995. Posteriormente, el incremento del peso corporal registrado durante los primeros meses de estudio provocó, probablemente, un aumento de la pulsatilidad en marzo de ese mismo año. Además, el posible efecto dinámico del peso corporal sobre la pulsatilidad de la LH, permitió posiblemente prolongar el final de la actividad neuroendócrina, lo que puede explicar, en parte, la elevada pulsatilidad registrada en marzo. Esta hipótesis concuerda con los resultados obtenidos por Flores, Delgadillo y Malpaux (resultados no publicados) en las hembras locales ovariectomizadas y portadoras de un implante subcutáneo de estradiol. Estos autores demostraron que cuando las hembras son explotadas extensivamente, y por tanto, sometidas a períodos de

restricción en la disponibilidad de alimento de enero a mayo (Sáenz *et al.*, 1991), la actividad neuroendocrina, determinada por los niveles plasmáticos de LH, finaliza un mes antes (febrero) que en las hembras explotadas intensivamente y alimentadas con heno de alfalfa a libre acceso y concentrado comercial. Al respecto, varios estudios demuestran que el incremento de la dieta provoca un aumento de la pulsatilidad de la LH (Bronson y Heideman, 1994; Foster, 1994).

Los datos obtenidos en el presente estudio, no coinciden con los resultados reportados en las hembras caprinas locales intactas e ovariectomizadas provistas de un implante subcutáneo de estradiol. En las hembras intactas existe un período de anestro y anovulación que se manifiesta de abril a julio, mientras que el período de actividad sexual, determinado por las actividades estral y ovárica, se presenta de agosto a marzo (Flores *et al.*, 1996). De la misma manera, en las hembras locales ovariectomizadas y portadoras de un implante subcutáneo de estradiol, los niveles plasmáticos de LH varían de una manera estacional. Estos niveles presentan valores inferiores a 0.5 ng/ml de marzo a junio, lo que corresponde al período de anestro de las hembras intactas. Posteriormente, la concentración plasmática de la LH se incrementa progresivamente y los valores superiores a 1 ng/ml son observados de julio a febrero, lo que coincide con el período de actividad sexual en las hembras intactas (Flores *et al.*, 1996).

En ausencia de datos referentes a la actividad sexual y endocrina de las hembras locales al inicio del presente estudio, los meses en los que se realizaron los muestreos sanguíneos fueron elegidos tomando en cuenta las 4 etapas fotoperiódicas claves durante el año: solsticios de invierno y verano y equinoccios de primavera y otoño. Sin embargo, después del inicio de este

estudio, las actividades sexual y endocrina de las hembras de la Comarca Lagunera, fueron descritas por Flores (1996) y Flores, Delgadillo y Malpaux (resultados no publicados). Estos últimos resultados demuestran que los meses elegidos en el presente estudio para los muestreos realizados, no fueron los más ideales, ya que éstos coinciden con los períodos de actividad sexual o de transición entre este período y el de reposo sexual. Lo anterior sugiere que para haber obtenido un efecto significativo de las estaciones del año sobre las variables de la LH que fueron determinadas en este estudio, los muestreos sanguíneos debieron efectuarse en los meses de mayo, julio y octubre. El estudio de la secreción de la LH en los meses antes señalados, podría determinar claramente si existe o no, un efecto de las estaciones del año sobre la secreción de esta hormona.

Los resultados obtenidos en el presente estudio difieren de los reportados por Goodman *et al.* (1982), Martin *et al.* (1983) y Montgomery *et al.* (1985) en las hembras ovinas ovariectomizadas, las cuales presentan una elevada pulsatilidad y una alta concentración de LH plasmática que coinciden con el período de actividad sexual de las hembras intactas. De la misma manera, los resultados obtenidos difieren de los reportados por Chemineau *et al.* (1988), en las hembras caprinas ovariectomizadas de las razas Alpina y Saanen. Estos autores observaron que la pulsatilidad de la LH aumenta durante el período de actividad sexual de las hembras intactas. Es probable que estas diferencias se deban a las razas estudiadas y a los protocolos utilizados en cada experimento. En el presente estudio, el intervalo de 15 min entre la obtención de cada muestra sanguínea, no permitió posiblemente detectar, de una manera adecuada, la elevada pulsatilidad que se ha reportado durante el período de actividad sexual de las hembras ovinas y caprinas de las diferentes razas.

(Merino: Martin *et al.*, 1983; Suffolk: Robinson *et al.*, 1985; Saanen: Chemineau *et al.*, 1988). Al respecto, es probable que un intervalo más corto entre cada muestreo, por ejemplo, cada seis min, hubiera permitido detectar una frecuencia más elevada en septiembre y enero, y así observar adecuadamente las diferencias en la pulsatilidad de la LH que pudieran presentarse entre los períodos de anestro y actividad sexual.

A pesar de las variaciones estacionales de la actividad sexual y endócrina reportadas en las hembras intactas y ovariectomizadas portadoras de un implante subcutáneo de estradiol, los resultados del presente estudio indican que en las hembras ovariectomizadas, las variaciones de la LH son menos marcadas. Las débiles variaciones en la secreción de la LH pueden deberse en parte, a problemas de origen metodológico, los cuales fueron mencionados anteriormente.

Diferencias importantes se hubieran podido detectar en ausencia de los problemas metodológicos mencionados anteriormente, es decir, los meses en que se realizaron los muestreos sanguíneos y la frecuencia de la obtención de cada muestra. Sin embargo, esto sugiere que a diferencia de las razas originarias de las zonas templadas, en las hembras locales de la Comarca Lagunera, la estacionalidad reproductiva se manifiesta principalmente debido al cambio de la sensibilidad del eje hipotálamo-hipofisiario a la retroacción negativa de los esteroides. Es decir, a través de una acción indirecta del fotoperíodo sobre la secreción de LH, resultados posteriores obtenidos en los estudios realizados por Flores *et al* (resultados no publicados) confirman lo anterior, esto constituiría una diferencia importante con las razas de las zonas templadas, en las cuales se ha demostrado la existencia de un efecto indirecto (dependiente de

los esteroides) y directo (independiente de los esteroides) del fotoperíodo sobre la secreción de la LH (Pelletier y Ortavant, 1975; Legan y Karsch, 1980).

Este último mecanismo es, aparentemente, menos importante en los animales de las zonas subtropicales, en las cuales las variaciones fotoperiódicas son menos marcadas que las registradas en las zonas templadas.

Por lo tanto, la estacionalidad reproductiva de las hembras originarias de las latitudes subtropicales, la cual es en ocasiones menos pronunciada que la reportada en las hembras originarias de las zonas templadas (Chemineau *et al.*, 1992), puede existir en ausencia de las variaciones de la LH independientes de los esteroides.

## VI.- CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten concluir que:

- La pulsatilidad de la LH si varió con las estaciones del año.
- Sin embargo, estas variaciones no coinciden con las actividades sexual y/o endócrina de las hembras intactas u ovariectomizadas portadoras de un implante subcutáneo de estradiol, respectivamente. Es probable que la acción directa (ausencia de estradiol) del fotoperíodo, no sea un mecanismo importante en el control de la secreción de la LH en las cabras locales de la Comarca Lagunera.

## VII.- RESUMEN

Este estudio se realizó con la finalidad de determinar si la secreción de la LH en las cabras Criollas ovariectomizadas es modificada por las estaciones del año. Se utilizaron siete hembras caprinas Criollas entre dos y tres años de edad, las cuales permanecieron estabuladas bajo un régimen de alimentación constante a base de heno de alfalfa a libre acceso y concentrado comercial al 14 % de proteína. El agua y las sales minerales fueron porporcionadas a libre acceso. Las hembras fueron ovariectomizadas al inicio del estudio y se les insertó un implante subcutáneo de 40 mm de longitud, que liberaba constantemente estradiol.

El peso corporal de las hembras fue registrado una vez al mes. Para determinar la secreción de la LH, se realizó un muestreo sanguíneo en enero, marzo, junio y septiembre de 1995, y en enero de 1996. Diez días antes de cada muestreo sanguíneo los implantes fueron retirados para evitar la retroacción negativa del estradiol sobre la LH. Las muestras sanguíneas fueron obtenidas directamente de la vena yugular cada 15 min durante un período de seis horas (9:00 h-15:00 h). Posteriormente las muestras fueron centrifugadas y el plasma obtenido fue congelado a -20 C hasta la determinación, por radioinmunoanálisis, de la LH. Con la cantidad de LH plasmática detectada en cada una de las hembras se calculó un promedio general de la concentración de LH plasmática, del nivel de base, de la frecuencia de los pulsos, de la amplitud de éstos y del intervalo entre los pulsos. Los datos individuales del peso corporal fueron sometidos a un

análisis de varianza a un factor (tiempo). Los datos individuales de la LH fueron también sometidos a un análisis de varianza a un factor (estaciones del año).

El peso corporal de las hembras varió durante el transcurso del estudio ( $P<0.0001$ ). El peso inicial de las hembras fue de  $43.71 \pm 1.70$  kg. Se registró un incremento gradual de febrero ( $46.14 \pm 1.75$  kg) a mayo ( $54.43 \pm 2.00$  kg). Posteriormente, el peso corporal se mantuvo sin variaciones importantes hasta el final del estudio. En enero de 1996, el peso registrado fue de  $56.16 \pm 3.10$  kg.

La concentración plasmática de LH, el intervalo promedio entre los pulsos, la amplitud de los mismos y el nivel basal de la LH plasmática detectados en cada ritmo de muestreo sanguíneo, no presentaron variaciones significativas durante las estaciones del año. En cambio, la pulsatilidad de la LH si varió con las estaciones del año ( $P<0.02$ ). La cantidad de pulsos detectada en marzo de 1995 ( $5.57 \pm 0.29$  pulsos), fue superior a la detectada en junio ( $3.57 \pm 0.57$  pulsos), y septiembre ( $3.28 \pm 0.80$  pulsos;  $P<0.01$ ) de ese mismo año; en enero de 1996 ( $3.0 \pm 0.48$  pulsos), esta pulsatilidad fue inferior a la detectada en enero de 1995 ( $4.42 \pm 0.57$  pulsos;  $P<0.05$ ).

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que únicamente la pulsatilidad de la LH es afectada por las estaciones del año.

## VIII.- 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 VI. France. 57 p.
- 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 rams by short light cycles: relationship to luteinizing hormone and testosterone release. Theriogenology. 29:681-691.
- Arendt, J. 1985. Mammalian pineal gland rhythms. Pineal Res. Rev. R. J. Reiter Ed. Alan R. Liss, Inc. New York. 3:161-213.
- Arendt, J. 1986. Role of pineal gland in seasonal reproductive function in mammals. Oxford Rev. Reprod. Biol. 8:266-320.
- 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. 1,17:205-254.
- Branca, A. et P.Cappai. 1989. Osservazioni sul controllo della riproduzione nelle epecie caprine: esperienze effettuate in Sardegna. Symp. Int. La Riproduzione nei piccoli ruminanti:basi fisiologiche e aspetti applicativi. 115-129.
- Bronson, F.H. 1989. Mammalian reproductive biology. The University of Chicago press. Ltd. London. 325 p.

- Bronson, F.H. and P.D. Heideman. 1994. Seasonal Regulation of Reproduction in Mammals. In: "The Physiology of Reproduction". Eds. E. Knobil and J.D. Neill. 2th. Edition. Reven Press. New York. 541-583.
- Canedo, G., J. Morán, B. Malpaux y J. A. Delgadillo. 1995. Variaciones estacionales de la producción espermática en machos cabrío Criollos de la Comarca Lagunera. X Reunión Nacional Sobre Caprinocultura. Zacatecas, Zacs., México. 25-29 Octubre, 1995. 30-33.
- Canedo, G., B. Malpaux and J.A. Delgadillo. 1996. Seasonal variations in testicular weight in creole male goats in subtropical conditions (northern México). VI Int. Conf. on Goats. May 5-11. Beijing, China. 2: 811.
- Cantú, J. E. 1995. Sistemas de producción de ganado bovino productor de carne. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 147 p.
- 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., 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., J.A. Delgadillo, B. Malpaux and J. Pelletier. 1989. Annual clock and control of domestic mammal reproduction. IVth Int. Congr. of Andrology. May 14-18, 1989. Florence, Italie. 53:307-315.
- Chemineau, P., A. Daveau, F. Maurice and J. A. Delgadillo. 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. 1993. Reproducción de las cabras originarias de las zonas tropicales. Rev. Latamer. Peq. Rumiantes. 1(1): 2-14.
- Dacheux, J.L., C. Pisseelet, M. Blanc, M.T. Hochereau-de-Reviers 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. Torreón, Coahuila, México. 26 p.
- De Reviers, M.T., C. Perreau, C. Pisseelet and J. Pelletier. 1992. Effect of 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. 1992. Abolition of seasonal variations in semen quality and maintenance of sperm fertilizing ability by photoperiodic cycles in goat bucks. Small Rumin. Res. 9: 47-59.
- Delgadillo, J.A. and P. Chemineau. 1992. 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. Malpaux. 1996. Reproduction of Goats in the Tropics and Subtropics. VI Int. Conf. on Goats. May 5-11. Beijing, China. 2:785-793.
- Delgadillo, J.A., P. Poindron, D. Krehbiel, G. Duarte y E. Rosales. 1997. Nursing, suckling and post partum anoestrus of creole goats kidding in January in subtropics México. Anim. Behav. Sci. (aceptado para publicación).
- 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. J. Endocr. 110:1547-1554.
- D' Occhio, M. J., B.D. Schanbacher and J.E. Kinder. 1984. Profiles of luteinizing hormone, follicle stimulating hormone, testosterone and prolactin in rams of diverse breeds: effects of contrasting short (8L-16D) and long (16L-8D) photoperiods. Biol. Reprod. 30:1039-1054.
- Espitia, O.H. 1996. El Sistema de explotación no influye en la evolución anual del peso testicular de los machos cabríos de la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 25 p.
- Findlay, J. K. and I. J. Clarke. 1987. Regulation of the secretion of FSH in domestic ruminants. J. Reprod. Fert. Suppl. 34:27-37.
- Flores, J. A., J.A. Delgadillo, B. Malpaux, y G. Duarte. 1996. Variaciones estacionales de la actividad reproductiva en las cabras Criollas de la Comarca Lagunera. XI Reunión Nacional Sobre Caprinocultura. 16-18 Octubre. Chapingo, México. 48-51.

- Foster, D.L. 1994. Puberty in the sheep. In: "The physiology of Reproduction". Eds. E. Knobil and J.D. Neill. 2th. Edition. Reven Press. New York. 411-451.
- González-Stagnaro, C. 1983. Comportamiento reproductivo de las razas locales de rumiantes 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 behavioral and feedback actions of estradiol to the control of seasonal breeding in the ewe. *J. Endocr.* 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.
- 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.
- Hernández, H. 1996. La Conducta maternal no afecta la duración del anestro postparto en las cabras Criollas de la Comarca Lagunera que paren en mayo. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 81p.
- Hoyos, G., P. Sáenz y G. Salinas. 1991. Desarrollo de módulos caprinos en la Región Lagunera. En: "Evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera ". INIFAP- CIID. Matamoros, Coahuila, México. pp. 1-11.
- INEGI. Censo Agropecuario de 1991. México, D.F. 80 p.

- 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. *J. Endocr.* 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. 1987. Central actions of ovarian steroids in the feedback regulation of pulsatile secretion of luteinizing hormone. *Ann. Rev. Physiol.* 49:365-382.
- 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.
- Karsch, F. J., G. E. Dahl, N.P. Evans, J. M. Manning, K. P. Mayfield, S. M. Moenter, and D. L. Foster. 1993. Seasonal changes in gonadotropin-releasing hormone secretion in the ewe: Alteration in response to the negative feedback action of estradiol. *Biol. Reprod.* 49:377-1383.
- 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. *J. Endocr.* 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.

- Legan, S. J. and S. S. Winans. 1981. Photoneuroendocrine control of seasonal breeding in the ewe. *General and Comparative Endocrinology*. 45:317-328.
- Lincoln, G.A. and R.V. Short. 1980. Seasonal breeding: nature's contraceptive. *Recent Prog. Horm. Res.* 36:1-52.
- Malpaux, B., P. Chemineau and J. Pelletier. 1993. Melatonin and reproduction in sheep and goats. In "Melatonin: biosynthesis, phisiologycal effect, and clinical applications" Reiter R.S., Yu H.S. Ed.CRC Press. 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 spring 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.
- Martin, G. B. 1995. Reproductive research on animals for Australia-some long-distance goals. *J. Reprod. Fertil. Dev.* 7:967-982.
- Mauléon, P. et J. Rougeot. 1962. Régulation des saisons sexuelles chez des brebis de races différentes au moyen de divers rythmes lumineux. *Ann. Biol. anim. 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 hypophyseal 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. and R. Ortavant. 1975. Photoperiodic control of LH release in the ram. II. Light-androgens interaction. *Acta Endocr.* 78:442-450.
- Pelletier, J., D.H. Garnier, M. M. De Reviers, 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. Proc. 11th Inter. Congr. Anim. Reprod. Artif. Insem. June 25-30. Dublin, Germany.
- Restall, B.J. 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.
- Robinson, J.E. and F.J. Karsch. 1988. Timing the breeding season of the ewe: what is the role of daylength? . Reprod. Nutr. Develop. 28:365-374.
- 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 individual 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.
- Super Anova: Abacus Concepts. 1989. Inc. Berkeley, C.A.
- 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.
- Thwaites, C. J. 1965. Photoperiodic control of breeding activity in the Southdown ewe with particular reference to the effects of an equatorial light regime. *J. Agric. Sci. Camb.* 65:57-64.
- Toukovi, 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. *Anim. Reprod. 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.
- Wallace, J.M. and A.S. McNeilly. 1986. Changes in FSH in the pulsatile secretion of LH during treatment of ewes with bovine follicular fluid throughout the luteal phase of oestrus cycle. *J. Endocr.* 111:317-327.

- 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.