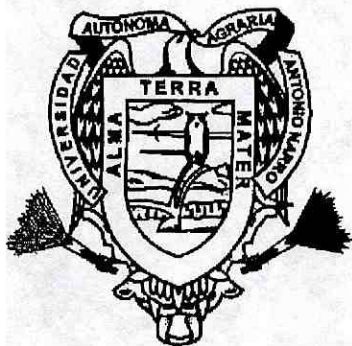


**ESTACIONALIDAD DE LA ACTIVIDAD
SEXUAL Y LA SECRECION DE
TESTOSTERONA EN LOS MACHOS CABRÍOS
CRIOLLOS DE LA COMARCA LAGUNERA**

GERARDO ARMANDO CANEDO VENEGAS

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, Diciembre 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 REPRODUCCIÓN ANIMAL

COMITE PARTICULAR

Asesor principal:

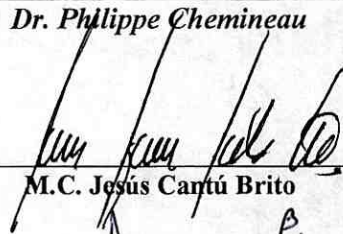


Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez

Asesor:

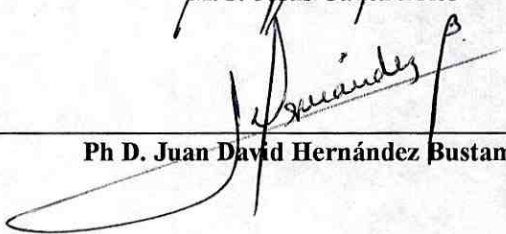
Dr. Philippe Chemineau

Asesor:



M.C. Jesús Cantú Brito

Asesor: (Suplente)



Ph D. Juan David Hernández Bustamante

Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez
Subdirector de Postgrado

Torreón, Coahuila. Diciembre de 1997

DEDICATORIA

A MI MADRE: Catalina Venegas Vda. de Canedo.

A MIS HERMANAS: Dolores, Magdalena, Catita, Socorro,
Concepción y Guillermina.

A MI ESPOSA: *Elizabeth Gamez Orozco.*

A MIS HIJOS: Juan Eliaquim, Josué Caleb y Gerardo Armando.

A MIS COMPAÑEROS DE GENERACIÓN :
Juanita, Horacio, Manuel, Javier y Jaime.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme dado la oportunidad de realizar una meta más en mi vida.

Especialmente al Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez por el apoyo brindado para la realización de este trabajo de investigación.

Al Dr. Benoit Malpoux por su valiosa colaboración en las determinaciones hormonales.

Al Dr. Philippe Chemineau, por su valiosa colaboración en la elaboración del protocolo de este trabajo.

A la Srita: M.C. Sonia López Galindo, responsable del Centro de Cómputo de la U.L.

A la Srita: Dolores López Magaña, secretaria del Departamento de Investigación de la U.L.

A mis compañeros: Juanita Aguilar, Horacio Hernández, Manuel Flores, Alfredo Flores, Jaime Ríos, Javier Morán, Evaristo Carrillo y José Concepción Aguilar, por la asistencia técnica prestada.

A mis compañeros de trabajo: Miguel Ángel Garay Hernández y un agradecimiento especial al Doctor Rafael Rodríguez Martínez, por su valiosa colaboración en la elaboración de esta tesis.

A las autoridades del Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario No 1 ubicado en el Km 14.5 carretera Torreón La Partida, por las facilidades proporcionadas para la realización de este trabajo en el sector pecuario de esta institución educativa.

COMPENDIO

ESTACIONALIDAD DE LA ACTIVIDAD SEXUAL Y LA SECRECIÓN DE TESTOSTERONA EN LOS MACHOS CABRÍOS CRIOLLOS DE LA COMARCA LAGUNERA

POR

GERARDO ARMANDO CANEDO VENEGAS

MAESTRÍA EN CIENCIAS REPRODUCCIÓN ANIMAL

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

TORREÓN, COAHUILA. DICIEMBRE DE 1997

Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez - Asesor

**Palabras clave: Macho Cabrío, Estacionalidad Reproductiva, Peso Testicular,
Testosterona, Libido, Producción Espermática.**

El presente estudio se efectuó de enero de 1994 a diciembre de 1995 para determinar la actividad sexual anual en los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera. Se utilizaron ocho machos de un año de edad con un peso corporal promedio de 44.8 ± 1.45 kg (media $\pm$ error estándar de la media) los cuales permanecieron estabulados bajo la temperatura ambiental, días luz naturales y un régimen constante de alimentación. El peso corporal y testicular fue registrado cada quince días. El

comportamiento sexual fue determinado ocho veces por mes utilizando una hembra inducida artificialmente en estro. La producción de semen fue registrada ocho veces por mes, utilizando una vagina artificial en presencia de una hembra inducida artificialmente en estro. Las concentraciones plasmáticas de la testosterona fueron determinadas una vez por semana.

La testosterona varió de manera estacional. Los valores elevados fueron reportados de mayo a noviembre y los basales de diciembre a abril. El peso corporal presentó variaciones estacionales; una falta de incremento se registró de mayo a noviembre. En cambio, un aumento se observó de diciembre a abril. El peso testicular también presentó importantes variaciones estacionales. Los valores más elevados se reportaron de mayo a noviembre. La libido, evaluada por el porcentaje de rechazos a la eyaculación, se incrementó de diciembre a abril. De mayo a noviembre existieron variaciones, pero éstas nunca alcanzaron los valores de abril. La producción espermática cuantitativa, es decir, la relación espermatozoides / eyaculado presentó sus valores más bajos de febrero a abril. Lo mismo fue observado con la motilidad progresiva de los espermatozoides.

Estos resultados muestran que el macho cabrío Criollo de la Comarca Lagunera, presenta variaciones estacionales de su actividad sexual y endocrina, situando su período natural de reproducción de mayo a noviembre. El período de reposo sexual se desarrolla de diciembre a abril.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Página

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
COMPENDIO	V
ÍNDICE DE CONTENIDO	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. ACTIVIDAD SEXUAL DE OVINOS Y CAPRINOS ORIGINARIOS DE ZONAS TEMPLADAS.....	3
2.1.1. - <i>Peso corporal</i>	4
2.1.2. - <i>Peso Testicular y Producción Espermática</i>	4
2.1.3. - <i>La Libido y Secreción de Testosterona</i>	6
2.1.4. - <i>Hormona Luteinizante (LH) y Hormona Folículo estimulante (FSH)</i>	7
2.1.5. - <i>Fotoperíodo, Factor Principal que Controla la Actividad Sexual de los Ovinos y Caprinos Originarios de Zonas Templadas</i>	8
2.2. -ACTIVIDAD SEXUAL DE OVINOS Y CAPRINOS ORIGINARIOS DE ZONAS TROPICALES.....	9
2.3. ACTIVIDAD SEXUAL DE LOS MACHOS CABRIOS DE LAS ZONAS SUBTROPICALES	10
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	12
3.2. UNIDADES EXPERIMENTALES	12
3.3. VARIABLES DETERMINADAS.....	13
3.3.1. <i>Peso corporal</i>	13
3.3.2. <i>Niveles plasmáticos de testosterona</i>	13
3.3.3. <i>Peso testicular</i>	14
3.3.4. <i>Comportamiento sexual</i>	14
3.3.5. <i>Producción de semen</i>	14
3.3.5.1. Producción cuantitativa.....	14
3.3.5.1.2. <i>Concentración ($\times 10^9$ / ml)</i>	15
3.3.5.1.3. <i>Número total de espermatozoides por eyaculado ($\times 10^9$)</i>	16
3.3.5.2. <i>Producción cualitativa</i>	16
3.3.5.2.1. <i>Porcentaje de espermatozoides vivos y motilidad progresiva</i>	16
3.4. ANÁLISIS DE DATOS.....	17
3.4.1 <i>Peso corporal y peso testicular</i>	17
3.4.2 <i>Latencia y rechazos a la eyaculación</i>	17
3.4.3 <i>Producción de semen</i>	17
3.4.3.1 Producción cuantitativa.....	17
3.4.3.2 Producción cualitativa.....	17
3.4.4 <i>Testosterona plasmática</i>	18
3.4.5 <i>Análisis de correlación</i>	18

3.4.5.1	Correlación entre peso testicular y temperatura ambiental	18
3.4.5.2	Correlación entre rechazos a la eyaculación y niveles plasmáticos de testosterona	18
3.4.5.3	Correlación entre la concentración espermática y la motilidad progresiva	19
3.4.5.4	Correlación entre el número total de espermatozoides y la concentración espermática	19
3.4.5.5	Correlación entre la testosterona plasmática y la concentración espermática	19
3.4.5.6	Correlación entre la testosterona plasmática y la calidad del semen	19
3.5	EXPRESIÓN DE RESULTADOS	20
4.	RESULTADOS	21
4.1	TESTOSTERONA PLASMÁTICA	21
4.2	PESO CORPORAL	22
4.3	PESO TESTICULAR	23
4.4	LIBIDO	24
4.4.1	<i>Latencia al eyaculado</i>	<i>24</i>
4.4.2	<i>Porciento de rechazos a la eyaculación</i>	<i>25</i>
4.5	VOLUMEN DEL EYACULADO	26
4.6	CONCENTRACIÓN DEL EYACULADO EN ESPERMATOZOIDES ($\times 10^9/\text{ML}$)	27
4.7	NÚMERO TOTAL DE ESPERMATOZOIDES POR EYACULADO	28
4.8	MOTILIDAD PROGRESIVA	29
4.9	PORCIENTO DE ESPERMAS VIVOS	30
4.10	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN	31
4.10.1	<i>Correlación entre peso testicular y temperatura ambiental</i>	<i>31</i>
4.10.2	<i>Correlación entre rechazos a la eyaculación y los niveles plasmáticos de testosterona</i>	<i>31</i>
4.10.3	<i>Correlación entre la concentración espermática y la motilidad progresiva</i>	<i>31</i>
4.10.4	<i>Correlación entre el número total de espermatozoides y la concentración espermática</i>	<i>32</i>
4.10.5	<i>Correlación entre los niveles plasmáticos de testosterona y la concentración espermática</i>	<i>32</i>
4.10.6	<i>Correlación entre los niveles plasmáticos de testosterona y la calidad del semen</i>	<i>32</i>
5.	DISCUSIÓN	33
6.	RESUMEN	38
7.	LITERATURA CITADA	41
8.	APÉNDICES	48
APÉNDICE A		49
APÉNDICE B		50
APÉNDICE C		51

ABSTRACT

SEXUAL ACTIVITY SEASONALITY AND TESTOSTERONE SECRETION OF THE CREOLE MALE GOAT FROM THE COMARCA LAGUNERA.

BY

GERARDO ARMANDO CANEDO VENEGAS

**MASTER OF SCIENCE
ANIMAL REPRODUCTION**

**UNIVERSIDAD AUTONÓMOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

TORREÓN, COAHUILA, DECEMBER 1997

Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez - Advisor

**Key Words: Male Goat, Reproductive Seasonality, Testosterone, Testicular
Weight, Libido, Spermatic Production.**

The present study was performed from January 1994 to December 1995 to determine the annual sexual activity in the Creole male goat in the Comarca Lagunera. Eight male goats of one year old were used and they remained in open sheds under natural enviromental temperature, day length and a nutritional constant level. Body

weight and testicular weight were measured every two weeks. Sexual behaviour and the semen production were registered eight times by month. The plasma concentration of testosterone was determined once a week.

The testosterone levels varied in a seasonal manner. The high values were reported from May to November and the basals from December to April. Body weight showed seasonal variations. A decrease was observed from May to November. In contrast, an increase was observed from December to April.

Testicular weight also showed important seasonal variations. The high values were reported from May to November. The libido evaluated for the percent of rejection to the ejaculation, increased from December to April. From May to November, existed variations but these never reached the values reported in April. The quantitative sperm production appreciated by the total number of spermatozoa / ejaculate showed the lower values from February to April. The same pattern was observed with the motility progressive sperm.

These results showed that the Creole male goats from the Comarca Lagunera, displayed large seasonal variations for the sexual activity. The natural sexual activity occurs from May to November, while rest-season period occurs from December to April.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura.		página
1	Evolución de la concentración plasmática de testosterona de ocho machos Cabrios Criollos de la Comarca Lagunera	21
2	Evolución del peso corporal de ocho machos cabrios Criollos de la Comarca Lagunera.	23
3	Evolución del peso testicular de ocho machos cabrios Criollos de la Comarca Lagunera.	24
4	Evolución de la latencia a la eyaculación de ocho machos cabrios Criollos de la Comarca Lagunera.	25
5	Evolución del porcentaje de rechazos a la eyaculación de ocho machos cabrios Criollos de la Comarca Lagunera.	26
6	Evolución del volumen del eyaculado de ocho machos cabrios Criollos de la Comarca Lagunera.	27
7	Evolución de la concentración espermática de ocho machos cabrios Criollos de la Comarca Lagunera.	28
8	Evolución del número total de espermatozoides de ocho machos cabrios Criollos de la Comarca Lagunera.	29
9	Evolución de la motilidad progresiva individual de ocho machos cabrios Criollos de la Comarca Lagunera.	30
10	Evolución del porcentaje de espermias vivos de ocho machos cabrios Criollos de la Comarca Lagunera.	31

Apéndices

A	Temperaturas máxima y mínima	49
B	Variaciones naturales del fotoperíodo de la Comarca Lagunera	50
C	Correlaciones	51

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería caprina en México se encuentra localizada principalmente en las regiones áridas y semiáridas. El 64% de la población caprina se encuentra distribuida principalmente en los estados de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, San Luis Potosí, Puebla y Oaxaca (Arbiza, 1986; Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1992). En estos estados, la especie caprina representa una perspectiva para el aprovechamiento de los recursos naturales renovables, gracias a que posee amplias características de rusticidad y gran potencial de adaptación a las áreas o terrenos de mala calidad y de difícil acceso (Agraz, 1984). El material genético predominante es en su mayoría el ganado Criollo o encastado. El fenotipo y genotipo varía de un estado a otro debido a la introducción desordenada de razas europeas especializadas en la producción de leche y carne. El sistema de explotación predominante es el extensivo.

La eficiencia reproductiva de la mayoría de los hatos es baja, ya que carecen de una plataforma técnica adecuada para el mejoramiento de los índices de fertilidad. Es necesario señalar la importancia que tiene la reproducción como uno de los pilares fundamentales en la producción, donde la relevancia de la fertilidad del hato caprino radica en gran parte en la aptitud reproductiva del semental. El desconocimiento de la fisiología reproductiva impide el establecimiento de estrategias que permitan controlar y programar la reproducción de los hatos de acuerdo a las necesidades del productor (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1992).

En la Comarca Lagunera, el 90% del ganado caprino es explotado de manera extensiva, por lo que es sometido a importantes variaciones en la disponibilidad de alimento. En efecto un período de baja disponibilidad de alimento ha sido reportado de enero a mayo (Sáenz - Escarcega et al., 1991). Durante este período se ha reportado una baja fertilidad en los hatos caprinos. Sin embargo, a pesar de la importancia que tiene la Comarca Lagunera como centro de producción caprina nacional, no existen estudios que indiquen cuál es el papel que desarrollan ambos sexos en la baja fertilidad durante el período mencionado.

OBJETIVO.

El objetivo de este estudio es determinar la estacionalidad de la actividad sexual anual del macho cabrío Criollo de la Comarca Lagunera de Coahuila.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. *Actividad sexual de ovinos y caprinos originarios de zonas templadas*

En los mamíferos, la reproducción es esencial para la perpetuación de la especie, la cual se desarrolla bajo la influencia del medio ambiente. Este medio ambiente interactúa con el potencial genético de los individuos, determinando los momentos de reproducción durante el año.

Los machos ovinos y caprinos originarios de regiones templadas, muestran variaciones estacionales muy marcadas de su actividad reproductiva (Ortavant *et al.*, 1985; Chemineau *et al.*, 1986; Branca *et al.*, 1989). La época natural de reproducción inicia en septiembre y finaliza en febrero (Corteel, 1977; Lincoln, 1989; Sharon *et al.*, 1992). Durante la estación reproductiva hay un aumento de la libido, del peso testicular y de la cantidad y calidad de la producción de semen (Pelletier *et al.*, 1988; Delgadillo *et al.*, 1991; 1992). De manera contraria, durante la estación de reposo de la actividad sexual que se establece de marzo a agosto, los machos cabríos presentan una disminución de la libido, del peso testicular y de la cantidad y calidad de la producción espermática (Corteel, 1975, 1977; Colas, 1980). En cambio, el peso corporal se incrementa durante el período de reposo sexual y disminuye durante el período natural de reproducción (Rouger, 1974; Delgadillo *et al.*, 1991).

2.1.1. - Peso corporal

Los machos ovinos y caprinos de regiones templadas, presentan variaciones estacionales en el peso corporal. En las razas Alpina y Saanen, los machos presentan una disminución progresiva de su peso corporal durante la época natural de actividad sexual (septiembre - febrero) y un incremento durante el período de reposo sexual (marzo - agosto). Delgadillo *et al.* (1992), mencionan que en estas dos razas, el peso corporal varía de 78.8 ± 0.8 kg (promedio $\pm$ error estándar del promedio) en agosto a 71.8 ± 1.8 kg. en noviembre, lo que coincide con la época reproductiva.

2.1.2. - Peso Testicular y Producción Espermática

Los ovinos y caprinos originarios de regiones templadas, presentan marcadas variaciones estacionales del peso testicular y de la producción espermática cuantitativa y cualitativa (Pelletier, 1971; Rouger, 1974; Pelletier *et al.*, 1988).

El peso testicular, indicador de la actividad espermatogénica (Lino, 1972; Dickson, 1981; Delgadillo *et al.*, 1995), es alto durante el período de actividad sexual y bajo durante el período de reposo sexual (Lincoln *et al.*, 1980). Delgadillo *et al.* (1992), mencionan que en los machos cabríos de las razas Alpina y Saanen, el peso testicular es bajo en mayo (71.7 ± 3.1 g), correspondiendo al período de reposo sexual, y se incrementa a partir de julio (100 ± 2.1 g), alcanzando su máximo valor en septiembre (127 ± 3.7 g), mes que corresponde al inicio de la actividad sexual.

La disminución del peso testicular se debe a una disminución de la actividad de la espermatogénesis (De Revieres *et al.*, 1992; Delgadillo *et al.*, 1995). En los borregos Ile-de France, el número de espermatozoides producido por gramo de parénquima testicular varía de 12.2×10^6 en otoño a 9.3×10^6 en primavera (Ortavant *et al.*, 1985). Asimismo, la producción diaria de espermatozoides producido por testículo estudiado por canulación del *rete testis*, varía de 4.28×10^9 en septiembre a 1.02×10^9 en marzo (Dacheux *et al.*, 1981). En los machos cabríos de las razas Saanen y Alpina, el número total de espermatozoides por eyaculado (volumen x concentración) también varía de $2.8 \pm 0.3 \times 10^9$ en marzo a $4.6 \pm 0.6 \times 10^9$ en octubre (Delgadillo *et al.*, 1990). Aunado a la disminución del rendimiento de la espermatogénesis, en los machos cabríos de las razas antes mencionadas, también se observa una disminución del volumen y un incremento de la concentración de espermatozoides del eyaculado (Corteel, 1977; Delgadillo *et al.*, 1993). El volumen del eyaculado presenta su valor más bajo en mayo ($0.7 \pm .08$ ml) y su valor más alto en diciembre (1.4 ± 0.2 ml) (Delgadillo *et al.*, 1991). Por el contrario, la concentración del eyaculado en espermatozoides, presenta variaciones inversas a las observadas en el volumen. La concentración disminuye de 4.5 ± 0.4 en junio a 2.8 ± 0.3 en enero (Corteel, 1977).

En el macho cabrío, la calidad del semen también se ve afectada por la disminución de la actividad de espermatogénesis. En esta especie se produce durante el período de reposo sexual, una disminución de la motilidad progresiva de los espermatozoides (notación de 0 a 5), y una baja fertilidad de los mismos (Corteel, 1976; Delgadillo *et al.*, 1992). En efecto, la motilidad de los espermatozoides disminuye durante el período

natural de reposo sexual (agosto: 2.4 ± 0.5) y aumenta durante el período de actividad sexual (enero 3.6 ± 0.5) (Delgadillo *et al.*, 1992). La fertilidad del semen congelado y obtenido durante la estación y la contra estación sexual varía de 61% al 52%, respectivamente (Corteel, 1980).

2.1.3. - La Libido y Secreción de Testosterona

Al igual que ocurre con el peso testicular en las especies antes mencionadas, la libido presenta también variaciones a lo largo del año (Corteel, 1981; Delgadillo *et al.*, 1991). Estas variaciones estacionales de la libido o conducta sexual son ocasionadas por las variaciones estacionales de la secreción de testosterona (Delgadillo y Chemineau, 1992). Delgadillo *et al.* (1991), reportaron que en los machos cabríos de las razas Alpina y Saanen, la libido, determinada por la latencia a la eyaculación (tiempo que transcurre entre la presentación del macho ante una hembra en celo, y la obtención de un eyaculado en una vagina artificial), disminuye durante la estación reproductiva (enero: 20.8 ± 5.8 s) y aumenta en la estación de reposo sexual (agosto: 83.3 ± 22.4 s). De igual manera, los niveles plasmáticos de testosterona, hormona responsable de la libido, presentan variaciones estacionales de gran amplitud (Lincoln *et al.*, 1972; Rouger, 1974). Estos niveles se incrementan en septiembre, alcanzando concentraciones plasmáticas de 18.6 ± 2.3 ng/ml. Posteriormente, estos niveles descienden progresivamente hasta alcanzar una concentración de base de 1.1 ± 0.5 ng/ml en Febrero (Saumande y Rouger, 1972; Delgadillo y Chemineau, 1992).

2.1.4. - Hormona Luteinizante (LH) y Hormona Folículo estimulante (FSH)

En ovinos y caprinos, la LH y FSH intervienen en la actividad espermatogénica. En estas especies, la LH es secretada de manera pulsátil, es decir, períodos breves de secreción, se alternan con períodos de no secreción. En cambio, la FSH es secretada de manera continua (Muduuli *et al.*, 1979; Chemineau y Delgadillo, 1994; Walkden-Brown y Restall, 1996).

Los borregos y los machos cabríos de zonas templadas presentan variaciones estacionales en las concentraciones plasmáticas de LH y FSH. Estas variaciones son inducidas principalmente por los cambios del fotoperíodo (Ravault, 1977; Delgadillo *et al.*, 1993). En efecto, en los ovinos la frecuencia de las descargas pulsátiles de LH es más elevada en la estación de actividad sexual que durante la contraestación. En los ovinos de la raza Préalpes du Sud se reportó que los pulsos de LH aumentan progresivamente de 3 a 9, de febrero a junio, respectivamente. De la misma manera, en esta raza la concentración media plasmática mensual de la LH pasa de 1 ng/ml en febrero a 3 ng/ml en junio (Pelletier *et al.*, 1982). Resultados similares han sido reportados en los machos cabríos por Muduuli *et al.* (1979). Este autor reportó que en machos cabríos de la raza Pygmea, la frecuencia de los pulsos detectados durante 12 h pasan de 1.3 en febrero a 5.0 en octubre. La amplitud de los pulsos disminuye cuando aumenta la frecuencia, y ésta pasa de 3.9 ng/ml en febrero a 3.0 ng/ml en octubre.

En ovinos de las razas Merino y Soay, las concentraciones plasmáticas de FSH son más elevadas en la época de actividad sexual que en la época de reposo sexual

(Lincoln *et al.*, 1972). De manera contraria, Muduuli *et al.* (1979) reportó que en los machos cabríos de la raza Pygmea, las fluctuaciones plasmáticas de FSH son más elevadas durante la contraestación sexual (67.8 ng/ml) que durante la estación sexual (30 ng/ml en octubre).

2.1.5. - Fotoperíodo, Factor Principal que Controla la Actividad Sexual de los Ovinos y Caprinos Originarios de Zonas Templadas.

El fotoperíodo es el principal factor del medio ambiente que determina la estacionalidad reproductiva descrita anteriormente en los machos ovinos y caprinos de zonas templadas. Este factor sincroniza el ciclo anual de reproducción de los ovinos y caprinos originarios de estas latitudes. Estas especies se reproducen durante los días decrecientes del otoño y el invierno, por lo que son llamadas de “días cortos” (Lincoln y Short, 1980; Folch *et al.*, 1982; Karsh *et al.*, 1984; Langford *et al.*, 1989; Chemineau *et al.*, 1992).

La percepción de la luz se hace por la retina, que transmite por vía nerviosa la información a la glándula pineal (o epífisis). Esta glándula produce la melatonina, hormona secretada únicamente durante la noche (Deveson, 1981; Tamarkin *et al.*, 1985; Delgadillo y Chemineau, 1992). La duración de la secreción de melatonina durante los días cortos, estimula al generador de pulsos de GnRH (factor de liberación de gonadotropinas) que se encuentra en el hipotálamo. A su vez, el GnRH estimula a la hipófisis anterior para la secreción de las gonadotropinas (Clark, 1987; Thiéry *et al.*,

1991), que inducen el crecimiento testicular y la liberación de testosterona, permitiendo el inicio a la actividad sexual anual en el macho (Lincoln y Short, 1980; Almeida y Pelletier, 1988). En contraste, los días largos disminuyen la secreción de LH, y con ello, el crecimiento testicular y la liberación de testosterona (Muduuli *et al.*, 1979; Pelletier *et al.*, 1988; Delgadillo *et al.*, 1991, 1992).

2.2. -Actividad sexual de ovinos y caprinos originarios de zonas tropicales

Las razas de ovinos y caprinos originarias de estas latitudes, no presentan variaciones estacionales de su actividad sexual. Estas especies tienen el potencial de reproducirse a lo largo del año (Devendra y Burns, 1970; García y Gall, 1981; Riera, 1982; Chemineau, 1993). En las hembras ovinas y caprinas no gestantes se ha reportado una actividad estral y ovárica durante todo el año (González-Stagnaro, 1983). En los machos cabríos originarios de la Isla de Guadalupe en el Caribe, el diámetro testicular, así como el volumen del eyaculado y la concentración espermática del mismo, no presentan variaciones estacionales. De igual manera, la libido, determinada por el número de montas durante veinticinco minutos, no varió con la estación, indicando que existe una intensa libido durante todo el año (Chemineau, 1986). En estas razas el factor principal del cual depende la actividad sexual anual es la disponibilidad de alimento (Bronson, 1989; Delgadillo y Malpaux, 1996). En efecto, períodos de anestro a reposo sexual pueden observarse durante las épocas de sequía.

2.3. *Actividad sexual de los machos cabríos de las zonas subtropicales*

Algunas razas de ovinos y caprinos originarios de las zonas subtropicales, muestran variaciones estacionales de su actividad sexual. En los machos cabríos de la raza Cashemere en Australia (29° S), la época natural de reproducción se desarrolla durante el otoño - invierno (Walkden-Brown y Restall, 1994). Durante la estación reproductiva, estos machos presentan un incremento de su circunferencia escrotal y de su producción espermática. De igual manera, los niveles de LH y testosterona alcanzan altas concentraciones durante el otoño - invierno (Restall y Walkden-Brown, 1991).

En México, Trejo (1993) menciona que en los machos cabríos Criollos explotados en el altiplano mexicano, la actividad sexual presenta variaciones estacionales. Un elevado peso testicular y una intensa libido se observan en primavera - verano. De igual manera, este autor reporta que los niveles más elevados de testosterona plasmática (5 - 10 ng/ml), corresponden a las mismas estaciones del año. Resultados similares han sido reportados en machos cabríos Criollos explotados en Chihuahua, México (28° N), donde el volumen del eyaculado y la concentración espermática de éste, alcanzan sus valores más altos en primavera - verano. Sin embargo, en estos estudios se utilizó la electroeyaculación para determinar la producción espermática. Este método impide evaluar la libido de los animales y las características del semen obtenido. De igual modo, para determinar las concentraciones plasmáticas de la testosterona, se realizó solamente un muestreo mensual. Los protocolos utilizados en los experimentos antes mencionados, impiden conocer con precisión lo que ocurre con la secreción de la testosterona y la producción espermática en los machos cabríos Criollos durante todo el año.

En la Comarca Lagunera de Coahuila, una de las regiones caprinocultoras más importantes de México, se ha reportado en los machos explotados extensivamente la existencia de un período de reposo sexual de marzo a mayo (Sáens-Escárcega et al., 1991). Este periodo coincide con la época de sequía en la Comarca Lagunera y en consecuencia con una disminución de la disponibilidad de alimento en el campo. Sin embargo, no se han reportado estudios que indiquen si estas variaciones existen en los machos cabríos Criollos sometidos a un régimen constante de alimentación.

Hipótesis:

La actividad sexual de los machos cabríos de la Comarca Lagunera es estacional y no depende del nivel de alimentación de los animales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. *Ubicación del experimento*

El estudio se llevó a cabo de enero de 1994 a diciembre de 1995 en las instalaciones del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario N° 1 de la Partida, Municipio de Torreón, Coahuila, México. Este municipio está situado a una latitud de 26° N y a una altura media sobre el nivel del mar de 1140 m. Las temperaturas máxima y mínima registradas durante el estudio son presentadas en la Figura 1, del Apéndice A. La precipitación pluvial media anual en la Comarca Lagunera es de 250 mm cúbicos y el período de lluvia se presenta de agosto a septiembre (I.N.E.G.I.- S.P.P., 1989).

3.2. *Unidades experimentales*

Se utilizaron ocho machos cabríos Criollos, nacidos en enero de 1993. Estos machos fueron escogidos al azar de un grupo de 60 animales. Las madres de éstos provenían de 14 hatos privados de la Comarca Lagunera. Los machos de este estudio fueron utilizados previamente para determinar su pubertad, por lo que desde su nacimiento siempre permanecieron en estabulación. Al inicio del estudio, los machos contaban con un año de edad y su peso corporal era de 44.8 ± 1.45 kg (media $\pm$ error estándar de la media). Los machos permanecieron estabulados en un corral de 3.5 m de ancho y de 6.5 m de largo. Los animales fueron alimentados diariamente con heno de alfalfa a libre acceso y 300 g de concentrado comercial al 14% de proteína cruda. La

ración era proporcionada diariamente a las 14:00 h. El agua y las sales minerales fueron proporcionadas a libre acceso.

3.3. Variables determinadas

3.3.1. Peso corporal

El peso corporal de cada macho se determinó cada 15 días a la misma hora (9:00 h) y por la misma persona, utilizando una báscula con jaula, la cual tenía una precisión de 200 g y una capacidad de 300 kg.

3.3.2. Niveles plasmáticos de testosterona

Para determinar las concentraciones plasmáticas de la testosterona, hormona que juega un papel permisivo en el comportamiento sexual y en la espermiogénesis (Lincoln *et al.*, 1972), se obtuvo cada sábado, a la misma hora (9:00 h) de la vena yugular de cada macho, una muestra sanguínea de 5 ml. Las muestras se obtuvieron en tubos al vacío con anticoagulante (sal anhidra del ácido etilendiaminotetracético) y se centrifugaron a 3,000 revoluciones por minuto durante 20 minutos. El plasma obtenido fue congelado a -15°C hasta la realización por radioinmunoanálisis de las determinaciones hormonales. Estas determinaciones se realizaron usando el método descrito por Garnier *et al.* (1978). Las muestras fueron determinadas por duplicado en un solo ensayo. La sensibilidad del ensayo fue de 0.125 ng/ml y el coeficiente de variación intraensayo fue de 5.5%.

3.3.3. Peso testicular

El volumen testicular, indicador del peso testicular, el cual depende de la actividad espermatogénica (Lino, 1972; Restall *et al.*, 1991; Delgadillo *et al.*, 1995), se determinó cada 15 días por palpación comparativa, utilizando un orquidómetro según la técnica descrita por Oldham *et al.* (1978). El orquidómetro es un conjunto de piezas con forma de testículo. Los valores de cada pieza son de 50, 75, 100, 125, 150, 180, 210 g (1 ml = 1 g). La técnica consiste en inmovilizar al macho y tomar con una mano siempre el mismo testículo y con la otra, palpar las piezas del orquidómetro para estimar el peso. Las determinaciones fueron realizadas siempre a la misma hora (9:00) y por la misma persona.

3.3.4. Comportamiento sexual

El comportamiento sexual se determinó mediante la latencia a la eyaculación, la cual es un indicador de la intensidad del comportamiento sexual (Delgadillo *et al.*, 1992). En cada sesión de colecta se registró la latencia a la eyaculación. Cada macho dispuso de cinco minutos para montar a la hembra y eyacular en la vagina artificial. Si el macho no eyaculaba después de este tiempo, se regresaba al corral hasta la siguiente sesión y se anotaba como rechazo a la eyaculación.

3.3.5. Producción de semen

3.3.5.1. Producción cuantitativa

El semen fue colectado ocho veces por mes utilizando una vagina artificial. La temperatura interior de la vagina se ajustó entre 40° y 42° C al momento de la colecta. La colecta se realizó en un corral de 1.5 m de ancho por 2.5 m de largo en presencia de una

hembra inducida artificialmente en estro mediante la aplicación intramuscular de 2 mg de cipionato de estradiol cada semana. La hembra permaneció inmovilizada y los machos eran solicitados y expuestos a la hembra una sola vez por día durante los ritmos de colecta, que se llevaron a cabo de la siguiente manera: cuatro días de colecta, dos días de reposo y cuatro días de colecta. En cada sesión se obtuvo un eyaculado de cada macho. El primer eyaculado de cada mes no se consideró para el análisis de los resultados, debido a que el tiempo entre la última sesión del mes y la primera del siguiente fue prolongado. La colecta del semen, iniciaba a las 16:00 h y se efectuó a partir del día 21 de cada mes.

La producción de semen fue determinada y evaluada en sus aspectos cuantitativos y cualitativos de agosto de 1994 a diciembre de 1995. Esta evaluación no se inició en enero de 1994 porque los machos se encontraban en período de reposo sexual. En junio y julio, los machos fueron entrenados para eyacular en la vagina artificial. El semen se evaluó cuantitativa y cualitativamente mediante los siguientes indicadores:

3.3.5.1.1. Volumen del eyaculado

El volumen del eyaculado de cada macho fue determinado después de que éste había eyaculado. Esta determinación se hizo directamente en el tubo de colecta graduado en mililitros, con un valor mínimo de 0.1 ml.

3.3.5.1.2. Concentración ($\times 10^9$ / ml)

La concentración del eyaculado en espermatozoides fue determinada mediante un espectrofotómetro. Para ello se utilizó una muestra de 0.05 ml de semen que fue diluída en 9.95 ml de solución salina formolada (9 g de cloruro de sodio, 1 ml de formol puro,

aforado a 1 : 1 de agua tridestilada; Corteel, 1981; Delgadillo *et al.*, 1992). Después de homogeneizar la solución, se vertieron 5 ml en tubos de cuarzo y se registró su lectura en el espectrofotómetro a 520 nm (Memon *et al.*, 1986). Este aparato permite determinar la concentración de la muestra en espermatozoides, midiendo la densidad óptica basada en la cantidad de luz que pasa a través de una muestra líquida (Nunes, 1984).

3.3.5.1.3. Número total de espermatozoides por eyaculado ($\times 10^9$)

El número total de espermatozoides por eyaculado fue calculado mediante la multiplicación del volumen por concentración.

3.3.5.2. Producción cualitativa

3.3.5.2.1. Porcentaje de espermatozoides vivos y motilidad progresiva.

El porcentaje de espermatozoides vivos se evaluó inmediatamente después de haber obtenido el semen. Para ello, se depositó una gota de semen entre un portaobjetos y un cubreobjetos mantenidos a 37° C. La muestra fue observada al microscopio de campo claro a 400 aumentos, observando varios campos de la muestra. La motilidad progresiva individual (movimiento rectilíneo, progresivo y rápido) de los espermatozoides se evaluó inmediatamente (escala de 0 a 5) después de haber obtenido el semen, utilizando el procedimiento anteriormente descrito. El examen de las muestras fue realizado siempre por la misma persona.

3.4. *Análisis de datos*

3.4.1 Peso corporal y peso testicular

Con los datos del peso corporal y del peso testicular: se calculó un promedio mensual para cada macho.

3.4.2 Latencia y rechazos a la eyaculación

Asimismo se calculó el promedio mensual de la latencia a la eyaculación. Se sumaron los rechazos mensuales de cada macho y se calculó un porcentaje mensual con base al número total de servicios solicitados (Delgadillo, 1990).

3.4.3 Producción de semen.

3.4.3.1 Producción cuantitativa

Se calcularon los promedios mensuales del volumen del eyaculado, de la concentración espermática y del número total de espermatozoides por eyaculado de cada macho.

3.4.3.2 Producción cualitativa

De la motilidad progresiva de los espermatozoides y del porcentaje de espermias vivas se calculó un promedio mensual individual

3.4.4 Testosterona plasmática

Se calculó un promedio semanal de todos los machos de cada muestreo sanguíneo y los resultados se expresan en ng / ml.

Los valores mensuales de los rechazos a la eyaculación y del porcentaje de espermatozoides vivos fueron comparados mediante X^2 . Las otras variables fueron sometidas a un análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas a un factor (tiempo del experimento). Posteriormente se realizó una comparación mes a mes, utilizando la prueba de diferencias mínimas significativas.

Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el programa Super ANOVA, Abacus Concepts, Inc., Berkeley, C.A.

3.4.5 Análisis de correlación

3.4.5.1 Correlación entre peso testicular y temperatura ambiental

Los datos obtenidos del peso testicular de los machos fueron correlacionados con la temperatura ambiental promedio cada 15 días.

3.4.5.2 Correlación entre rechazos a la eyaculación y niveles plasmáticos de testosterona

El porcentaje de los rechazos mensuales a la eyaculación registrado de los machos, fue correlacionado con los promedios mensuales de la testosterona plasmática.

3.4.5.3 Correlación entre la concentración espermática y la motilidad progresiva.

Los promedios mensuales de la concentración espermática registrados en el estudio, fueron correlacionados con los promedios mensuales de la motilidad progresiva.

3.4.5.4 Correlación entre el número total de espermatozoides y la concentración espermática

En forma similar, los promedios mensuales del número total de espermatozoides de los machos se correlacionaron con los datos registrados de la concentración espermática.

3.4.5.5 Correlación entre la testosterona plasmática y la concentración espermática

Los datos mensuales de la testosterona plasmática de los machos, fueron correlacionados con los promedios de la concentración espermática.

3.4.5.6 Correlación entre la testosterona plasmática y la calidad del semen

En forma similar, los datos obtenidos de la testosterona plasmática de los machos durante el período de estudio, fueron correlacionados con el aspecto cualitativo del semen:

La testosterona plasmática con la motilidad progresiva y con el porcentaje de espermatozoides vivos.

3.5 Expresión de resultados

Los resultados se expresan en promedios $\pm$ el error estándar del promedio (SEM).

4. RESULTADOS

4.1 Testosterona plasmática

La Figura 1 muestra las variaciones registradas de la concentración plasmática de testosterona durante el período de estudio ($P < 0.0001$). A excepción de las tres primeras semanas de iniciado el experimento, los niveles hormonales fueron bajos durante los cuatro primeros meses. En mayo, la concentración plasmática se elevó repentinamente (20.2 ± 3.22 ng/ml) y se mantuvo a niveles elevados hasta principios de diciembre (11.2 ± 2.08 ng/ml). Estos niveles permanecieron bajos para incrementarse nuevamente al inicio de mayo del segundo año (5.23 ± 2.48).

NIVELES PLASMÁTICOS DE TESTOSTERONA

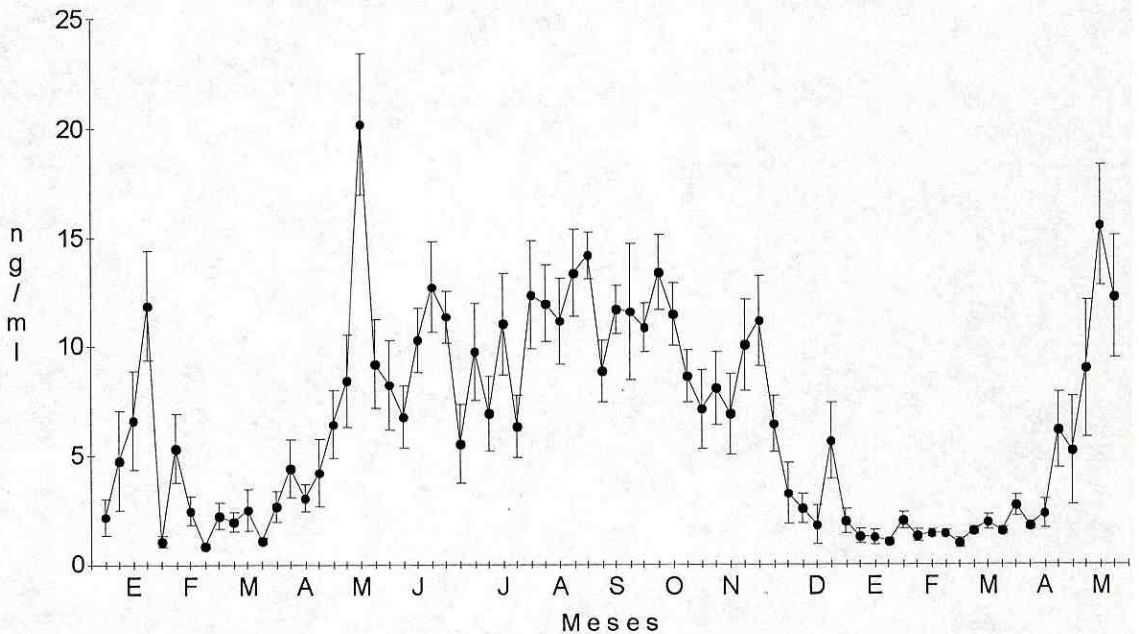


Figura 1. Media mensual ($\pm$ SEM) de la concentración plasmática de testosterona de ocho machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera situada a 26° Latitud Norte.

4.2 *Peso corporal*

El ANOVA reveló un efecto significativo del tiempo ($P < 0.0001$) sobre el peso corporal, indicando que éste varió durante el período de experimentación. La Figura 2 muestra la evolución del peso corporal durante el período de estudio. Al inicio de éste, el peso corporal promedio fue de 44.8 ± 1.5 kg. Este parámetro se incrementó de marzo (50.3 ± 1.6 kg) a mayo (58.6 ± 2.2 kg), obteniendo una ganancia diaria de 92 g durante este período. El peso corporal se mantuvo sin variaciones importantes de junio (58.6 ± 2.5 kg) a noviembre (57.2 ± 1.4 kg). Durante este período de 6 meses, se observó una disminución de la ganancia diaria del peso corporal de los machos, el cual fue de 7 g. Un incremento importante de esta variable ocurrió nuevamente de diciembre (60.1 ± 1.7 kg) a abril (81.5 ± 2.03 kg). En este lapso de 5 meses, los machos obtuvieron el valor máximo de ganancia diaria de peso (142 g), para después disminuir nuevamente de mayo (79.06 ± 2.43 kg) a diciembre (74.44 ± 1.58).

PESO CORPORAL

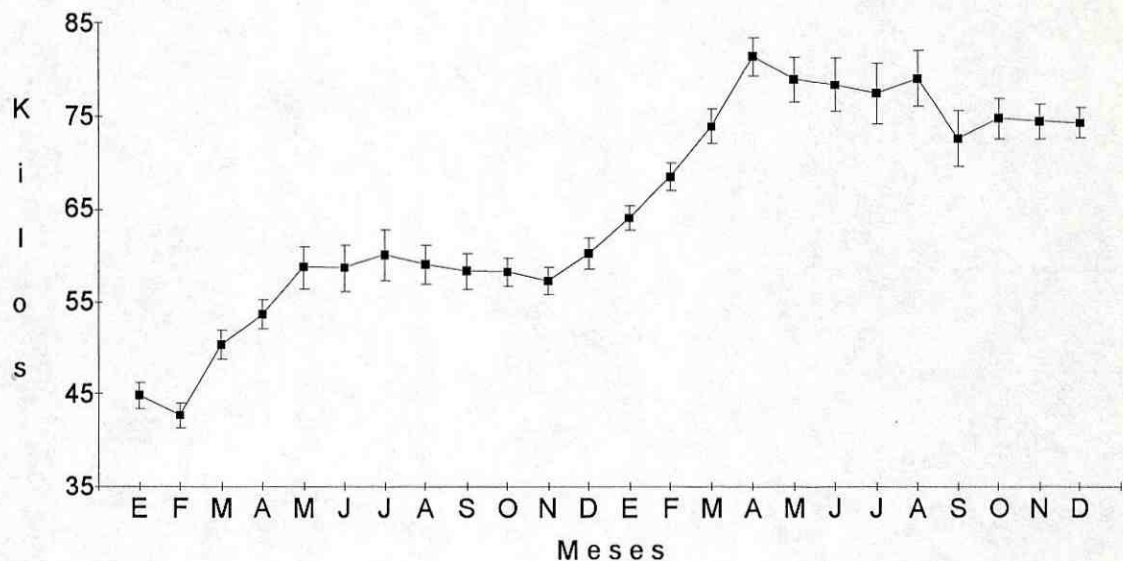


Figura 2. Evolución de la media mensual ($\pm$ SEM) del peso corporal de ocho machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera situada a 26° Latitud Norte.

4.3 *Peso testicular*

En la Figura 3 se muestran las variaciones del peso testicular registradas durante el estudio ($P < 0.0001$). En los tres primeros meses del experimento, este parámetro fue bajo, particularmente en febrero (98.7 ± 6.8 g). Un incremento importante del peso testicular ocurrió desde mayo (132 ± 6.31 g), observándose valores altos hasta septiembre (120.63 ± 7.87 g) ($P < 0.05$). Posteriormente se registró una disminución de octubre a enero (89.4 ± 8.6 g) ($P < 0.05$). Durante el segundo año, a diferencia del primero, el peso testicular aumentó progresivamente desde febrero (110.31 ± 9.02 g) para alcanzar sus máximos niveles en junio, julio y agosto ($P < 0.05$). Después disminuyó hasta el final del estudio.

PESO TESTICULAR

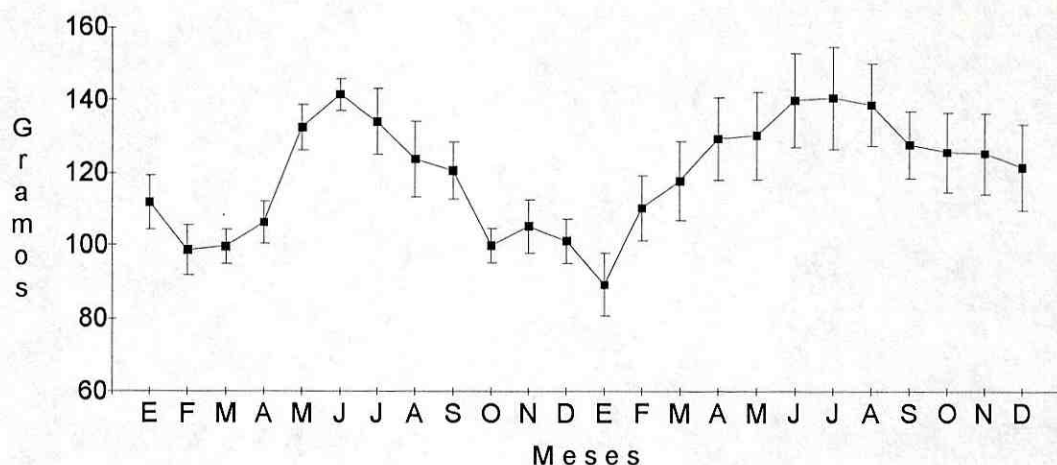


Figura 3. Evolución de la media mensual ($\pm$ SEM) del peso testicular de ocho machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera situada a 26° Latitud Norte.

4.4 *Libido*

4.4.1 Latencia al eyaculado

El análisis de varianza reveló la existencia de variaciones estacionales de la latencia a la eyaculación en el transcurso de la investigación ($P < 0.0001$; Figura 4). En los primeros cinco meses de estudio, la latencia a la eyaculación fue baja, particularmente en agosto (38.46 ± 11 s), indicando una intensa libido. A partir de enero, este parámetro se incrementó (94.85 ± 19.59 s) de manera importante, registrando su valor máximo en abril (183.19 ± 25.7 s), lo que indica una disminución de la libido. Posteriormente, la latencia a la eyaculación disminuyó significativamente ($P < 0.001$), y aunque su evolución no fue regular, se mantuvo por debajo del valor registrado en abril.

LATENCIA AL EYACULADO

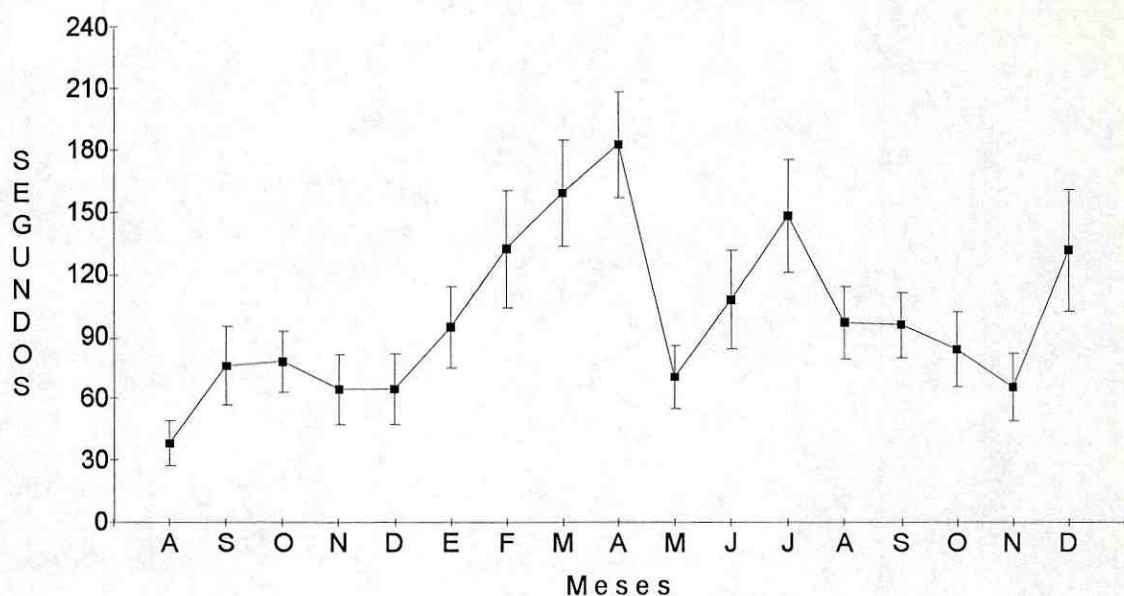


Figura 4. Media mensual ($\pm$ SEM) de la latencia a la eyaculación de ocho machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera situada a 26° Latitud Norte.

4.4.2 Porcentaje de rechazos a la eyaculación

El porcentaje de rechazos a la eyaculación varió significativamente con el tiempo ($P < 0.0001$; Figura 5). Durante los cuatro primeros meses de estudio, el porcentaje de rechazos a la eyaculación fue bajo, particularmente en noviembre (1.78 %). A partir de febrero, el porcentaje se incrementó significativamente ($P < 0.001$), registrando el valor máximo en abril (39.28 %). Posteriormente, los rechazos a la eyaculación disminuyeron significativamente ($P < 0.05$) y se mantuvieron por debajo del valor más alto registrado.

RECHAZOS A LA EYACULACIÓN

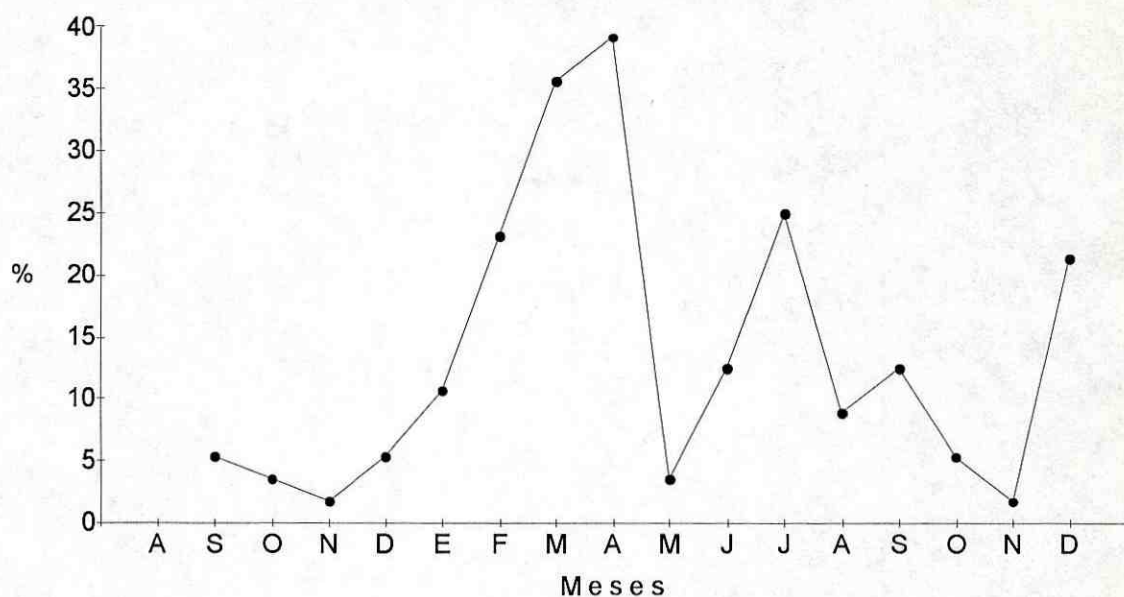


Figura 5. Media mensual del porcentaje de rechazos a la eyaculación de ocho machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera situada a 26° Latitud Norte.

4.5 Volumen del eyaculado

En la Figura 6 se muestran las variaciones del eyaculado registradas durante el estudio ($P < 0.0001$). Al inicio del experimento, el volumen del eyaculado fue bajo particularmente en septiembre (0.76 ± 0.04 ml). Posteriormente, éste se incrementó progresivamente de octubre (0.98 ± 0.07 ml) a diciembre (1.24 ± 0.10 ml) ($P < 0.001$), para después disminuir de igual forma hasta febrero (0.94 ± 0.08 ml). A partir de marzo (1.14 ± 0.07 ml) el volumen del eyaculado se incrementó nuevamente para alcanzar un pico en junio (1.51 ± 0.08) ($P < 0.001$), para después disminuir a partir de julio (1.26 ± 0.10) ($P < 0.05$).

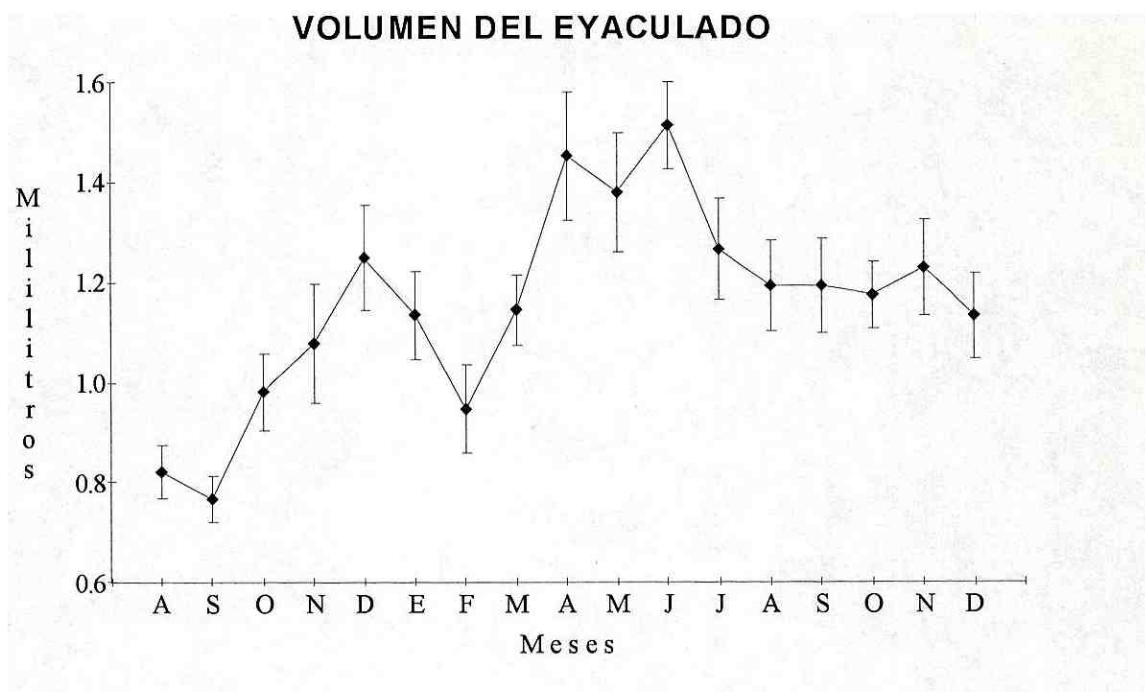


Figura 6. Media mensual ($\pm$ SEM) del volumen del eyaculado de ocho machos cabrios Criollos de la Comarca Lagunera situada a 26° Latitud Norte.

4.6 *Concentración del eyaculado en espermatozoides ($\times 10^9/\text{ml}$)*

La Figura 7 muestra las variaciones de la concentración del eyaculado en espermatozoides a través del estudio ($P < 0.0001$ Figura 6). Durante los seis primeros meses, la concentración del eyaculado se mantuvo alta, particularmente en enero (2.37 ± 0.18). Una disminución de la concentración fue registrada de febrero (1.21 ± 0.14) a abril (1.12 ± 0.21) ($P < 0.0001$), para después disminuir de septiembre (2.20 ± 0.19) a diciembre (0.93 ± 0.12) ($P < 0.001$).

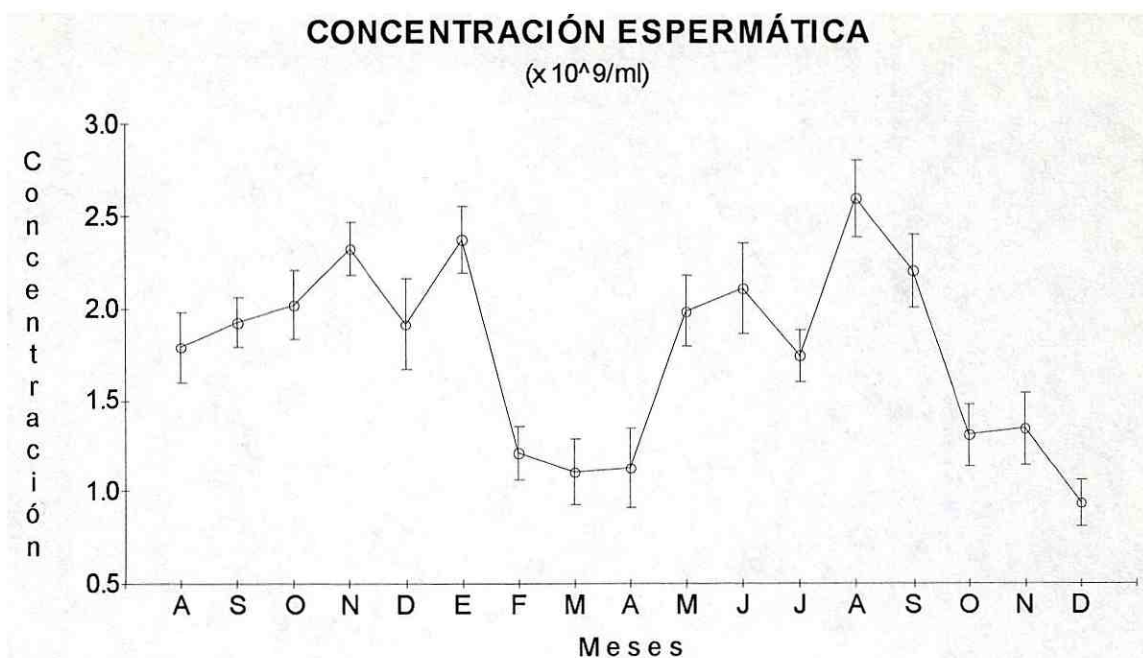


Figura 7. Media mensual ($\pm$ SEM) de la concentración espermática de ocho machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera situada a 26° Latitud Norte.

4.7 *Número total de espermatozoides por eyaculado*

El número total de espermatozoides tuvo variaciones significativas a través del período de estudio ($P < 0.0001$), lo que se puede observar en la Figura 8. En agosto, el promedio del número total de espermatozoides por eyaculado fue 1.53 ± 0.22 . Este valor se incrementó de 2.02 ± 0.23 en octubre a 2.75 ± 0.23 en enero ($P < 0.01$). El número total de espermatozoides fue bajo en febrero y marzo (1.24 ± 0.19). A partir de abril (1.81 ± 0.41), el número total de espermatozoides se incrementó hasta agosto (3.13 ± 0.27) ($P < 0.0001$). A diferencia del primer año de estudio, este parámetro decreció de septiembre (2.65 ± 0.50) a diciembre (1.13 ± 0.21) ($P < 0.0001$).

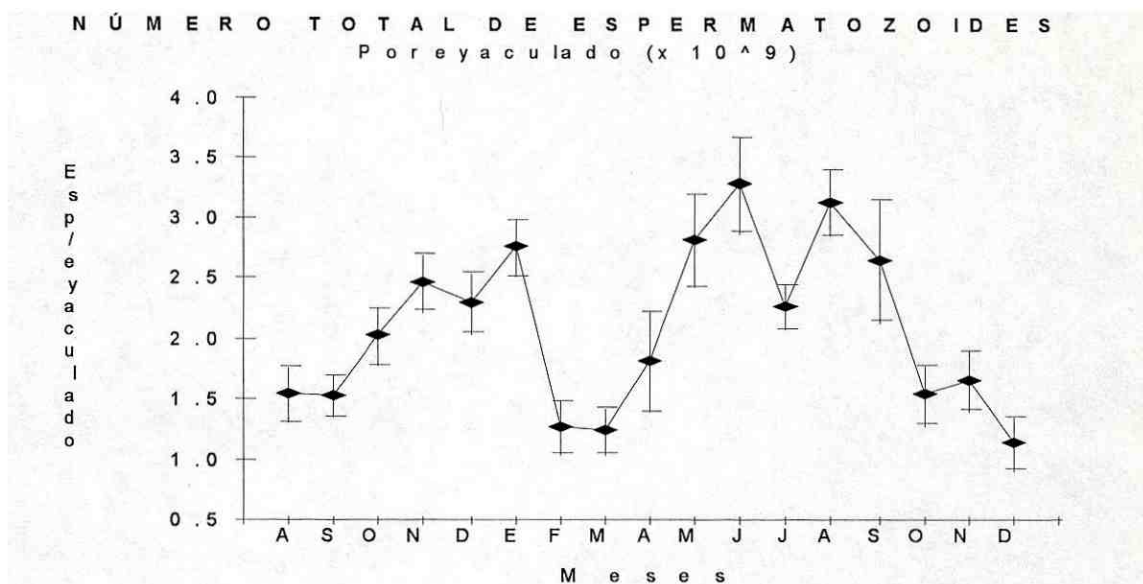


Figura 8. Evolución de la media mensual ($\pm$ SEM) del número total de espermatozoides de ocho machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera situada a 26° Latitud Norte.

4.8 *Motilidad progresiva*

Al igual que las demás variables, esta presentó variaciones a través del tiempo (Figura 9) ($P < 0.0001$). En los cuatro primeros meses de estudio la motilidad progresiva fue alta, particularmente en noviembre (3.91 ± 0.10). Una disminución importante de esta variable ocurrió de diciembre (3.60 ± 0.16) a abril (2.92 ± 0.15). ($P < 0.01$). Después se incrementó a partir mayo (3.55 ± 0.12) ($P < 0.001$), manteniéndose sin variaciones importantes hasta septiembre (3.72 ± 0.13).

MOTILIDAD PROGRESIVA

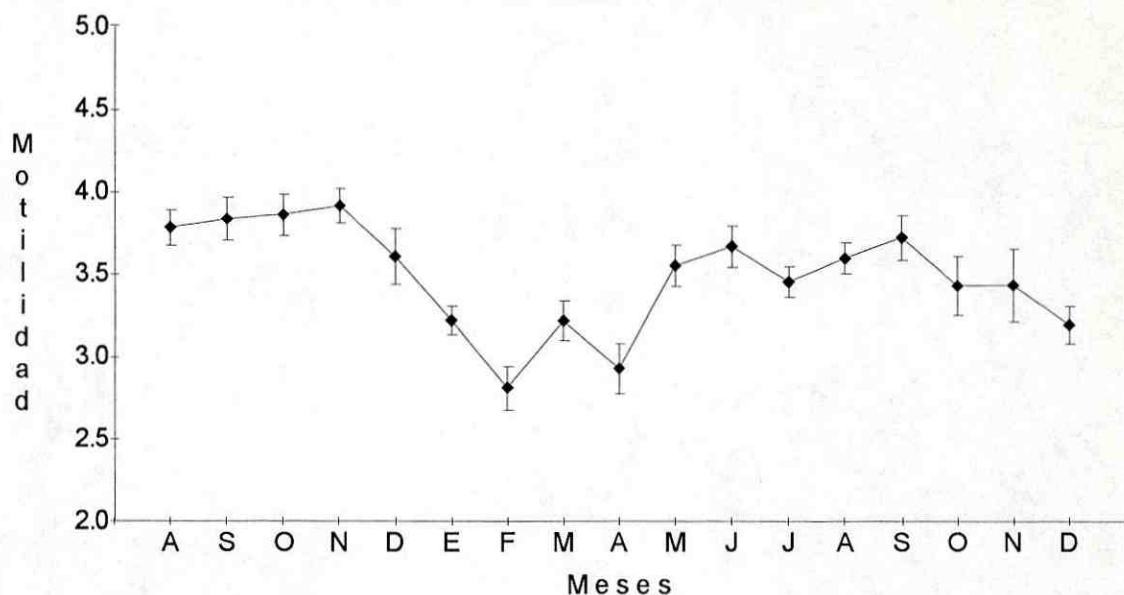


Figura 9. Media mensual ($\pm$ SEM) de la motilidad progresiva inidividual de ocho machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera situada a 26° Latitud Norte.

4.9 Porciento de espermatozoides vivos

El análisis de varianza reveló un efecto significativo del tiempo ($P < 0.05$) sobre esta variable (Figura 10). Durante los cuatro primeros meses de estudio, el porcentaje de espermatozoides vivos fue alto, particularmente en noviembre (91.54%). A partir de diciembre, los valores disminuyen progresivamente registrando su valor más bajo en abril (68.74%). El porcentaje de espermatozoides vivos se incrementó nuevamente a partir de mayo (79.99%), observándose valores elevados hasta septiembre (86.26%). Durante los últimos tres meses del año, el porcentaje de espermatozoides vivos disminuyó, con el valor más bajo registrado en diciembre (71.33%).

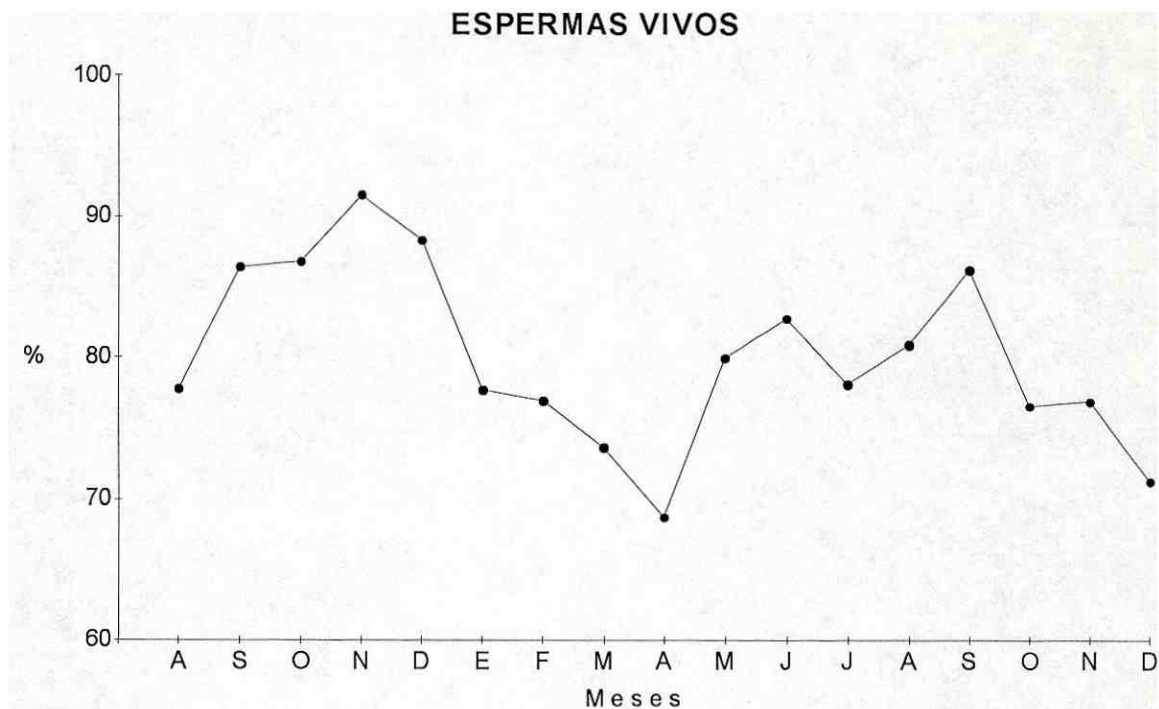


Figura 10. Media mensual ($\pm$ SEM) del porcentaje de espermatozoides vivos de ocho machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera situada a 26° Latitud Norte.

4. 10 Análisis de Correlación

4.10.1 Correlación entre peso testicular y temperatura ambiental

Existió una correlación positiva entre estas dos variables (+ 0.65; $P < 0.05$).

4.10.2 Correlación entre rechazos a la eyaculación y los niveles plasmáticos de testosterona

Se encontró una correlación negativa entre estas dos variables (- 0.76; $P < 0.01$).

4.10.3 Correlación entre la concentración espermática y la motilidad progresiva

Estas variables se correlacionaron positivamente (+ 0.66; $P < 0.05$).

4.10.4 Correlación entre el número total de espermatozoides y la concentración espermática

Se encontró una correlación positiva entre estas dos variables (+ 0.84; $P < 0.01$).

4.10.5 Correlación entre los niveles plasmáticos de testosterona y la concentración espermática

Entre estas dos variables existió una correlación positiva (+ 0.69; $P < 0.05$).

4.10.6 Correlación entre los niveles plasmáticos de testosterona y la calidad del semen

Se encontró una correlación positiva entre los niveles plasmáticos de testosterona y la motilidad progresiva de las células espermáticas (+ 0.85; $P < 0.01$). Además, existió una correlación positiva entre los niveles plasmáticos de testosterona y el porcentaje de espermias vivos (+ 0.82; $P < 0.01$).

5. DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio indican que la actividad sexual anual del macho cabrío Criollo de la Comarca Lagunera varió de manera estacional.

En el presente estudio, el peso corporal presentó importantes variaciones estacionales durante el periodo experimental. En el primer año, un estancamiento de este parámetro ocurrió de mayo a noviembre, coincidiendo con un incremento del peso testicular, de los niveles plasmáticos de testosterona y con una intensa actividad sexual. Este patrón se repitió de la misma manera y durante la misma época durante el segundo año de estudio.

Varios autores han descrito la falta de incremento del peso corporal en los machos cabríos durante el período de intensa actividad sexual. Al respecto, Roguer (1974) sugirió que este fenómeno se presenta en los machos cabríos porque durante el período natural de reproducción, los machos pasan menos tiempo a alimentarse. Posteriormente, Delgadillo *et al.* (1991, 1992, 1993) demostraron que las variaciones estacionales del peso corporal son abolidas o disminuidas cuando los machos son sometidos a variaciones rápidas del fotoperíodo. En efecto, en los machos Alpinos y Saanen sometidos a alternancias de 1 ó 2 meses de días largos y 1 ó 2 meses de días cortos, la actividad sexual es intensa por lo menos durante tres años. A pesar de ello, el peso corporal no varió de manera estacional, sino de acuerdo a las horas luz que percibían los animales.

Por ello, estos autores sugirieron que la disminución del peso corporal en condiciones naturales no se debe solamente a la intensa actividad sexual observada durante el otoño y el invierno, sino también a la disminución del fotoperíodo durante esa época del año. Resultados similares han sido reportados en ovinos, en los cuales la ganancia diaria de peso es más importante cuando los machos son sometidos artificialmente a días largos, que en los machos sometidos a días cortos (Forbes *et al.*, 1979; Barenton *et al.*, 1987; Gettys *et al.*, 1989). Sin embargo, en el presente estudio la falta de incremento del peso inició durante los días más largos del año (mayo). Estos resultados sugieren que en los machos cabrios originarios de la Comarca Lagunera, el estancamiento del peso corporal registrado de mayo a noviembre, se debe principalmente a la intensa actividad sexual, y posteriormente, a una posible interacción entre ésta y la disminución del fotoperíodo (Rouger, 1974, 1989; Delgadillo *et al.*, 1991). En efecto, los niveles elevados de la testosterona, hormona responsable del comportamiento sexual de los machos (Lincoln *et al.*, 1972) se observaron de mayo a noviembre. El perfil de secreción de esta hormona, así como la libido en los machos locales de la Comarca Lagunera son diferentes a los observados en las regiones templadas, en las cuales estos parámetros son elevados durante el otoño y el invierno (Delgadillo *et al.*, 1991; Delgadillo y Chemineau, 1992).

El peso testicular, indicador de la actividad espermatogénica, presentó variaciones importantes durante el estudio. Estas variaciones del peso testicular se reflejaron en la cantidad y la calidad de la producción espermática. Durante el primer año, un peso testicular elevado se observó de mayo a noviembre, lo que puede considerarse como la estación natural de reproducción. Durante este período, la producción espermática

cuantitativa se mantuvo a niveles elevados hasta enero, mientras que la calidad del semen disminuyó a partir de diciembre. A pesar de que durante el segundo año de estudio el peso testicular se incrementó desde febrero, la producción cuantitativa y la cualitativa, a excepción del volumen del eyaculado, no se mejoraron hasta abril - mayo, meses en que inicia el período natural de reproducción. Estos resultados coinciden con los reportados en los machos cabríos Criollos de Chihuahua y del Altiplano Mexicano, donde los valores más altos del peso testicular y la producción espermática cuantitativa y la cualitativa se observan en primavera - verano (Rodríguez, 1985; Trejo, 1993). De igual manera, nuestros resultados coinciden con lo reportado en los machos Alpinos y Nubios explotados en la Comarca Lagunera, donde los valores máximos del peso testicular de estas dos razas se sitúan en la misma época del año: primavera - verano (Delgadillo *et al.*, 1996). Estos resultados indican que durante este período existen las condiciones favorables desde el punto de vista fisiológico para que se mejore la actividad de la espermatogénesis. Es decir, una elevada secreción de las hormonas pituitarias y de la testosterona. Sin embargo, los resultados del presente estudio difieren de los reportados en los machos cabríos originarios de zonas tropicales, donde los valores del peso testicular y la producción espermática cuantitativa y cualitativa no presentan variaciones estacionales a través del año (Chemineau, 1986). De igual manera, nuestros resultados difieren de los reportados en machos cabríos originarios de zonas templadas, donde el inicio de su época natural de reproducción se sitúa en otoño e invierno (Pelletier *et al.*, 1988; Delgadillo *et al.*, 1991, 1992). En los caprinos y otras especies originarias de zonas subtropicales, la disponibilidad de alimento puede determinar los períodos de reposo sexual (Bronson, 1989; Delgadillo y Malpaux, 1996). En efecto, en los machos de la raza

Cashemere, la actividad sexual anual depende del nivel de alimentación al que son sometidos los animales (Walkden-Brown y Restall, 1996). Sin embargo, en el presente estudio, los machos recibieron una alimentación constante a base de heno de alfalfa y concentrado comercial, por lo que puede descartarse un efecto de la alimentación sobre las variaciones de la libido, del peso testicular y de la producción espermática cuantitativa y cualitativa durante el presente estudio. De igual manera, los machos explotados extensivamente y sometidos a restricciones alimenticias en algunas épocas del año, presentan variaciones estacionales de su peso testicular idénticas a las reportadas en el presente estudio (Delgadillo *et al.*, 1997).

Estos resultados nos permiten suponer que, a pesar de las débiles variaciones del fotoperíodo en la Comarca Lagunera (26° Latitud Norte; 14 horas de luz y 10 de obscuridad, en el solsticio de verano Figura 1 del apéndice B), así como en otras regiones del país, los cambios de la duración del día determinan la actividad del ciclo anual de reproducción de los machos ovinos y caprinos. En efecto, en los machos sometidos a alternancias de 3 meses de días cortos (10h luz/día) y 3 meses de días largos (14h luz/día) durante un año, el peso testicular varía de acuerdo a los cambios fotoperiódicos (Cortez *et al.*, 1997). El importante papel que juega el fotoperíodo en el desarrollo del ciclo sexual anual de los machos, permite inducir una intensa actividad sexual a contraestación utilizando luz artificial e implantes subcutáneos de melatonina (Carrillo *et al.*, 1996, 1997).

Los resultados de Walkden-Brown y Restall (1996), los de Delgadillo *et al.* (1997), y los del presente estudio, sugieren que los caprinos que habitan en las regiones subtropicales presentan diferentes estrategias de reproducción. Algunas razas tienen un comportamiento oportunista, y otras, como la de la Comarca Lagunera, parecen tener una estrategia prediccionalista. Sería interesante demostrar en los machos de esta última raza, cómo el fotoperíodo actúa para determinar los períodos de actividad e inactividad sexual.

En conclusión, los resultados de este estudio demuestran que el macho cabrío Criollo de la Comarca Lagunera presenta variaciones estacionales de su actividad sexual. El período natural de reproducción se sitúa de mayo a noviembre y el período de reposo sexual se observa de diciembre a abril.

6. RESUMEN

Este estudio se efectuó con el objetivo de determinar la actividad sexual anual en los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera. Se utilizaron ocho machos cabríos Criollos de un año de edad. Los machos permanecieron estabulados durante el período experimental (de enero de 1994 a diciembre de 1995) y fueron alimentados con heno de alfalfa y 300 g de concentrado comercial. El agua y las sales minerales fueron proporcionadas a libre acceso. El peso corporal y el peso testicular fueron determinados cada 15 días durante el período experimental. El tiempo tuvo un efecto significativo sobre la evolución del peso corporal de los machos desde el inicio hasta el final del estudio ($P < 0.0001$), indicando que el peso corporal de estos varió a través del tiempo. Al inicio del estudio, el peso promedio (error estándar del promedio) fue de 44.8 ± 1.5 kg. Al final del estudio, el peso corporal fue de 74.44 ± 1.58 kg. Sin embargo, el incremento del peso corporal no fue constante y se observó un período de estancamiento de junio (58.6 ± 2.5 kg) a noviembre (57.2 ± 1.4 kg). Los machos obtuvieron el valor máximo de ganancia diaria (142 g) de diciembre a abril. El análisis de varianza demostró también un efecto del tiempo ($P < 0.0001$) sobre la evolución del peso testicular, indicando que este varió de manera importante durante el estudio, registrando su valor más bajo en febrero (98.7 ± 6.8 g) y el más alto en junio (141.56 ± 4.3 g). Durante el segundo año de experimentación a diferencia del primero, el peso testicular se incrementó de febrero (110.31 ± 9.02 g) a junio (140 ± 12.8 g). El comportamiento sexual se determinó en cada sesión de colecta mediante la latencia a la eyaculación y el rechazo a la eyaculación. La latencia a la eyaculación varió de manera estacional a través del tiempo ($P < 0.0001$)

siendo baja particularmente en agosto (38.46 ± 11 s) indicando una intensa libido, y alta de enero (94.85 ± 19.59 s) a abril (183.19 ± 25.7 s), lo que indica una disminución de la libido. El porcentaje de rechazos a la eyaculación varió significativamente con el tiempo ($P < 0.0001$) presentando su valor más bajo en noviembre (1.78%) y el más alto en abril (39.28%).

El semen fue colectado ocho veces por mes y evaluado en sus aspectos cuantitativos y cualitativos, de agosto de 1994 a diciembre de 1995. El volumen del eyaculado, la concentración y el número total de espermatozoides por eyaculado variaron durante el estudio ($P < 0.0001$). El volumen del eyaculado al inicio del experimento fue bajo particularmente en septiembre ($0.76 \pm .04$ ml), presentando sus valores más altos en junio ($1.51 \pm .08$ ml). La concentración del eyaculado en espermatozoides ($10^9 \times$ ml) y el número total de espermatozoides por eyaculado ($10^9 \times$ eyaculado), presentaron una importante disminución de febrero ($1.21 \pm .14$; $1.26 \pm .21$) a abril ($1.12 \pm .21$; $1.81 \pm .41$ respectivamente). En el aspecto cualitativo, el tiempo también tuvo un efecto significativo ($P < 0.0001$) en la motilidad progresiva (escala de 0 a 5) y el porcentaje de espermatozoides vivos, indicando que ambos parámetros variaron, observándose una importante disminución de estas variables de diciembre ($3.60 \pm .16$; 88.33) a abril ($2.92 \pm .15$; 68.74 respectivamente). Para determinar las concentraciones plasmáticas de la testosterona, se realizó un muestreo sanguíneo por semana. El tiempo tuvo un efecto significativo sobre los niveles plasmáticos de la testosterona ($P < 0.0001$), indicando que ésta varió a través del tiempo. La concentración plasmática se elevó repentinamente en mayo (20.2 ± 3.22

ng/ml), manteniéndose a niveles elevados hasta principios de diciembre (11.2 ± 2.08 ng/ml).

Los resultados obtenidos de este estudio, demuestran que el macho cabrío Criollo de la Comarca Lagunera, presenta variaciones estacionales de su actividad sexual. El período natural de reproducción se sitúa de mayo a noviembre y el período de reposo sexual se observa de diciembre a abril.

7. LITERATURA CITADA

- Agraz G.A. 1984. En: Caprinotecnia I. Segunda ed., Limusa, México, D.F., 139-141.
- Almeida G., Pelletier J. 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 (3), 681-691.
- Arbiza A.S.I., 1986 "Los Caprinos en México" En: Producción de caprinos. A.G.T. Ed. México, D.F, 47-75.
- Barenton B., Ravault J.P., Chabanet C., Daveau A., Pelletier J., Ortravant R., 1988. Photoperiodic control of growth hormone secretion and body weight. *Dom. Anim. Endocrinol.*, 5, 247-255
- Barenton, B., Chabanet, C. and Pelletier, J., 1987. Influence of photoperiod and protein diet on growth hormone secretion in rams. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 185: 312-317.
- Branca A., Cappai P. 1989. Osservazioni sul controllo della riproduzione nelle specie caprina: esperienze effettuate in Sardegna. *Symp. Int. La riproduzione nei piccoli ruminanti: basi fisiologiche e aspetti applicativi* pp, 115-129.
- Bronson F.H., 1989. *Mammalian reproductive biology*. The University of Chicago Press, Ltd., London, 325 p.
- Carrillo E., Morán J., Malpoux B., Delgadillo J.A. 1996. Inducción de la actividad sexual en los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera durante el período de reposo sexual mediante la utilización de la luz artificial y melatonina. *Memorias de la XI Reunión Nacional sobre Caprinocultura*. 16 – 18 octubre, Chapingo, México. 53 – 59.
- Carrillo E., Morán J., Yescas C.A., Malpoux B., Delgadillo J.A. 1996. Mejoramiento de la calidad espermática de los machos Cabríos Criollos de la Comarca

- Lagunera tratados con luz y melatonina durante el período de reposo sexual. Memorias de la XII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. 4-6 noviembre, Torreón, Coah., México. 159 – 162.
- Colas G. 1980. Variations saisonnières de la qualité du sperme chez le bélier Ile-de-France. I. Etude de la morphologie cellulaire et de la motilité massale. *Reprod. Nutr. Dev.*, 20: 1789-1799.
- Corteel J.M. 1975. Production du sperme chez le bouc: variations saisonnières de la quantité et de la qualité du sperme recoleté selon l'âge des animaux. lères Journées Rech. Ovine et Caprine, INRA-ITOVIC (Editors), Paris, II, p. 4-17.
- Corteel, J.M. 1976. 2èmes Journées de la Rech. Ovine et Caprine, Paris, INRA-ITOVIC (Editors), 1, p. 283-287.
- Corttel J.M. 1977. Production, storage and insemination of goat semen. In: *Management of Reproduction in Sheep and Goats Symposium*, University of Wisconsin, Madison , July 24-25: 41-57.
- Corteel, J.M., Baril, G., Leboeuf, B. 1980. Residual seasonal variations in fertility in selected deep-frozen ejaculates of european dairy male goats. In *Proc. 9th Inter. Congr. Anim. Reprod. Artif. Insem.*, Madrid, V, p. 422-425.
- Corteel J.M. 1981. Collection, processing and artificial insemination of goat semen. In: *Goat Production*. Gall, C. ed., Academic Press Inc. London. 171-191.
- Cortez L. M.E. Veliz D., Hernandez O.H.F, Malpaux B., Deladillo J.A. 1997. Evidencia de que el fotoperíodo controla la actividad sexual de los machos cabríos de la Comarca Lagunera. Memorias de la XII Reunión Nacional sobre Caprinocultura 4 – 6 noviembre. Torreón, Coah., Mex. 139 – 142.
- Chemineau P. 1986. Sexual behavior and gonadal activity during the year in the tropical Creole meat goat. II. Male mating behavior, testis diameter, ejaculate characteristics and fertility. *Reprod. Nutr., Develop*, 26(2A), 453-460.
- Chemineau P. 1992. 6as Jornadas Internacionales de Reproducción Animal e Inseminación Artificial, Salamanca, España.

- Chemineau P., Delgadillo J.A., 1993. Neuroendocrinología de la reproducción en el caprino. Revista Científica FCV-LUZ, 2, 113-121.
- Chemineau P., Delgadillo J.A., 1994. Neuroendocrinologie de la reproduction chez les caprins. INRA, Prod. anim., 7(5), 315-326.
- Dacheux J., Pisselet C., Blanc M.R., Hochereau de Reviers M.T., Courrot M. 1981. Seasonal variations in rete-testis fluid secretion and sperm production in different breeds of ram. J. Reprod. Fert., 61, 363-371.
- De Reviers, M.T., Perreau, C., Pisselet, C., Pelletier, J. 1992. Effect of a 2-month light cycle regimen on testicular parameters of adult Ile-de-France rams. Microscopy Research and Technique. 20: 268-273.
- Delgadillo J.A. 1990. Abolition des variations saisonnières de l'activité sexuelle chez le bouc par des traitements photopériodiques. These Doctorat, Univ. Sci. Techn. du Languedoc, Montpellier, France, 119 p.
- Delgadillo J.A., Leboeuf B., Chemineau P. 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., Leboeuf B., Chemineau P. 1992. Abolition of seasonal variations in semen quality and maintenance of sperm fertilizing ability by Photoperiodic cycles in goats bucks Small Ruminant Res., 9, 47-59.
- Delgadillo J.A., Leboeuf B., Chemineau P. 1993. Maintenance of sperm production in bucks during a third year of short Photoperiodic cycles. Reprod. Nutr. Dev. 33, 609-617.
- Delgadillo, J.A. Hochereau-de Reviers, M.T, Daveau A, Chemineau, P. 1995. Effect of short photoperiodic cycles on male genital tract and testicular parameters in male goats. (*Capra hircus*). Reprod. Nutr. Dev., 35, 549-558. Elsevier/INRA.
- Delgadillo, J.A. Malpoux B. 1996. Reproduction of goats in the tropics and subtropics. VI Int. Conf. on Goats, Mayo 6-11, Beijing, China. 2, 785-799.

- Delgadillo, J.A., Malpaux B., Chemineau P. 1997. La reproduction des caprins dans les zones tropicales et subtropicales. INRA, Prod. Anim. 10, 33-41.
- Devendra, C., Burns, M. 1970. Goat Production in the Tropics. Tech. Comm. No 19, CBABG, Edinburgh, Commonwealth Agricultural, Bureaux
- Deveson S., Forsyth I.A., Arendt J. 1981. Sensitivity of goats to a light pulse during the night as assessed by suppression of melatonin concentration in the plasma. J. Pineal Res., 8: 169-177.
- Dickson K.A. 1981. Seasonality in reproduction in four different breeds of rams Thesis, Univ. of Manitoba, Winnipeg, Man. Farnham Royal, Bucks, England, 184 p.
- Folch J., Roca M., 1982. Características sexuales del morrueco de raza "Aragonesa" durante el primer año de vida. An. INIA, 16(9).
- Forbes J.M., Elshahat A.A., Jones R., Duncan J.G.S., Boaz T.G., 1979. The effect of daylength on the growth of lambs. Anim. Prod., 29, 33-42.
- García, O., Gall, C. 1981. Goats in the dry tropics. En "Goat production" Edit. C; Gall, Academic. Press, Chap. 16, 515-557.
- Garnier D.H., Cotta Y. & Terqui M. 1978. Androgen radioimmunoassay in the ram: results of direct plasma testosterone and dehydroepiandrosterone measurement and physiological evaluation. Ann. Biol. anim. Biochem. Biophys. 18, 265-281.
- Gettys T.W., Schanbacher B.D., Taylor I.L., 1989. An assesement of the interaction between photoperiod and sex phenotype in relation to appetite development in the sheep. Livestock Prod. Sci., 22, 283-293.
- Gonzales-Stagnaro C., 1983. Comportamiento reproductivo de las razas locales de los rumiantes en el trópico americano. Dans "Reproduction des ruminants dans zone tropicale". Les colloques de l' INRA No 20, 1-84.
- I.N.E.G.I. - S.P.P., 1989. Cartas estatales de la Dirección General de Geografía.

- Karsh F.J., Bittman E.L., Foster D.L., Goodman R.L., Legan S. J., Robinson J.E. 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. Recent. Prog. Horm. Res. 40: 185-232.
- Langford G.A., Shrestha J.N.B., Marcus G.J. 1989. Repeatability of scrotal size and semen quality measurements in rams in a short - daylight regime. Anim. Reprod. Sci. 19, 19-27.
- Lincoln G.A., Guinness F., Short R.V. 1972. The way in which testosterone controls the social and sexual behavior of the Red Deer Stag (*Cervus elaphus*). Hormones and Behavior. 3. 375-396.
- Lincoln G.A., Shorth R.V. 1980. Seasonal breeding: nature's contraceptive. Recent. Prog. Horm. Res., 36: 1-52.
- Lincoln G.A. 1989. Seasonal aspects of testicular function. In: The testis (H. Burger and D. de Krester eds.) Raven Press, NY, 329-385.
- Lino B.F. 1972. The output of spermatozoa in rams. II. Relation ship to scrotal circumference, testis weight, and the number of spermatozoa in different parts of the urogenital tract. Aust. J. Biol. Sci., 25, 359-366.
- Malpaux, B., Chemineau, P., Pelletier, J. 1993. Melatonin and reproduction in sheep and goats. In Melatonin: biosynthesis, phisiologycal effect, and clinical applications. Reiter R.S., Yu H.S. De. CRC Press. Prod. 253-287.
- Memon M A., Bretzlaff K.N., Ott R.S. 1986. Comparison of semen collection techniques in goats. Theriogenology. 26 (6), 823-827.
- Muduuli s., Sanford L.M., Palmer W. M., Howland B.E. 1979. Secretory patterns and circadian and seasonal charges in Luteinizing hormone, follicle stimulating hormone, prolactin and testosterone in the male Pyme goat. J. Anim. Sci. 49, 543-553.
- Nunes J.F., Dias A.E.F., Riera S., Melolima F., Ponce F.A. 1984. Preliminary report on observed differences in goat sperm characteristics based on scrotal morphology. Les Colloques de L'INRA, No. 20, INRA Pub. Paris.

- Oldham C.M., Adams N.R., Ghererdi P.B., Lindsay D.R., Mckintosh J.B. 1978. The influence of level of feed intake on sperme-producing capacity of testicular tissue in the ram. *Aust.j. Agric. Ras.*, 29, 173-179.
- Ortavant R., Pelletier J., Ravault J.P., Thimonier J., Volland-Nail P. 1985. Photoperiod: main proximal and distal factor of the circannual cycle of reproduction in farm animals. In: *Oxford Reviews of Reproductive Biology*, Oxford Univ. Press. 7, 305-345.
- Pelletier J. 1971. Influence du photopériodisme et des androgènes sur la synthèse et la libération de LH chez le bélier. Thèse Doctorat. Université de Paris. 243 p.
- Pelletier J., Chemineau P., Delgadillo J.A. 1988. Seasonality of sexual activity and its photoperiodic control in the adult ram and the goat. In: *Proc 11th Intern. Congr. Anim. Reprod. Artif. Insem.* Dublin 25-30 June 5, 211-219.
- Pelletier, J., Granier, G., de Reviers, M.T., Terqui, M., Ortavant, R. 1982. Seasonal variations LH and testosterone release in two breeds of rams. *J. Reprod. Fert.* 84, 341-346.
- Ravault J. P., Ortavant R. 1977. Light control of prolactin secretion in sheep. Evidence for a photoinducible phase during a diurnal rhythm. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.* 17. 459.
- Ravault, J.P., Blanc, M., Ortavant, R., Pelletier, J., de Reviers, M.T. 1980. Variations circadiennes et circannuelles de la Sécrétion de Prolactine (PRL), LH et FSH chez les animaux domestiques mâles. Dans *Rythmes et Reproduction* (de R. Ortavant et A. Reinberg). Publ. Masson, Paris; 115-128.
- Restall B.J., Walkden-Brown S., Henniawati-Restall. 1991. Reproduction research in Australian Goats. In "Cashmere Research Seminar Proceedings, 23-24 May (NSW Agriculture and Fisheries eds), 49-69.
- Riera, S. 1982. Reproductive efficiency and management in goats. *Proc. Third. Intern. Conf. on goats Production and Disease.* Tucson, Arizona, U.S.A. 162-174.
- Roguer Y. 1974. Etude des interactions de l'environnement et des hormones sexuelles

dans la regulation du comportement sexuel des bovidae. These. Doctorat. es Sci. Nat. Univ. Rennes, France, 197 p.

- Sáenz-Escárcega P., Hoyos G., Salinas H., Martínez N., Esínoza J., Guerrero A., Contreras E. 1991. Establecimiento de módulos caprinos con productores cooperantes. Memorias de evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera. Matamoros, Coah., Méx. INIFAP.CIID. 24-34.
- S.A.R.H. 1985. Temperatura mínimas, medias máximas, medias mensuales y precipitación general en mm, registrados durante 43 años en la Comarca Lagunera Distrito de riego No. 17, Cd. Lerdo, Durango.
- S.A.R.H. 1992. "Patronato para la investigación Fomento y Sanidad Vegetal de la Región Lagunera" (Coahuila y Durango). Cd. Lerdo Dgo. México, 205 p.
- Saumande, J., Rouger. (1972). Variations saisonnières des taux d'androgènes dans le plasma de sang Périphérique chez le bouc. CR Acad Sci Paris. 274, 89-92.
- Sharon L. Deveson., Isabel A. Forsyth., Josephine Arendt. 1992. Induced out-of-season breeding in British Saanen dairy goats: use of artificial photoperiods an/or melatonin administration. Anim. Reprod. Sice, 29.1-15.
- Tamarkin L., Baird C.J., Almeida O.F.X. 1985 Melatonin: A co-ordinating signal for mammalian reproduction. Science., 227: 714-720.
- Trejo G.A., 1993. "Estacionalidad reproductiva en el ganado caprino". Seminario Nacional sobre Producción y Comercialización del Ganado Caprino. Memorias Noviembre, 1993, 24-30.
- Walkden Brown S.W., Rerstell B.J. Environmental and social factors affecting reproduction. VI Int. Conf. on Goats, Mayo 6-11, Bijjing, China. 2, 762-775.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Norton, B.W., Scaramuzzi, R.J., Martin, G.B. 1994. Effect of nutrition on seasonal patterns of LH, FSH concentration and testicular mass, sebaceous gland volume and odour in Australian Cashemère goats. J. Reprod. Fert. 102: 351-360.

8. Apéndices

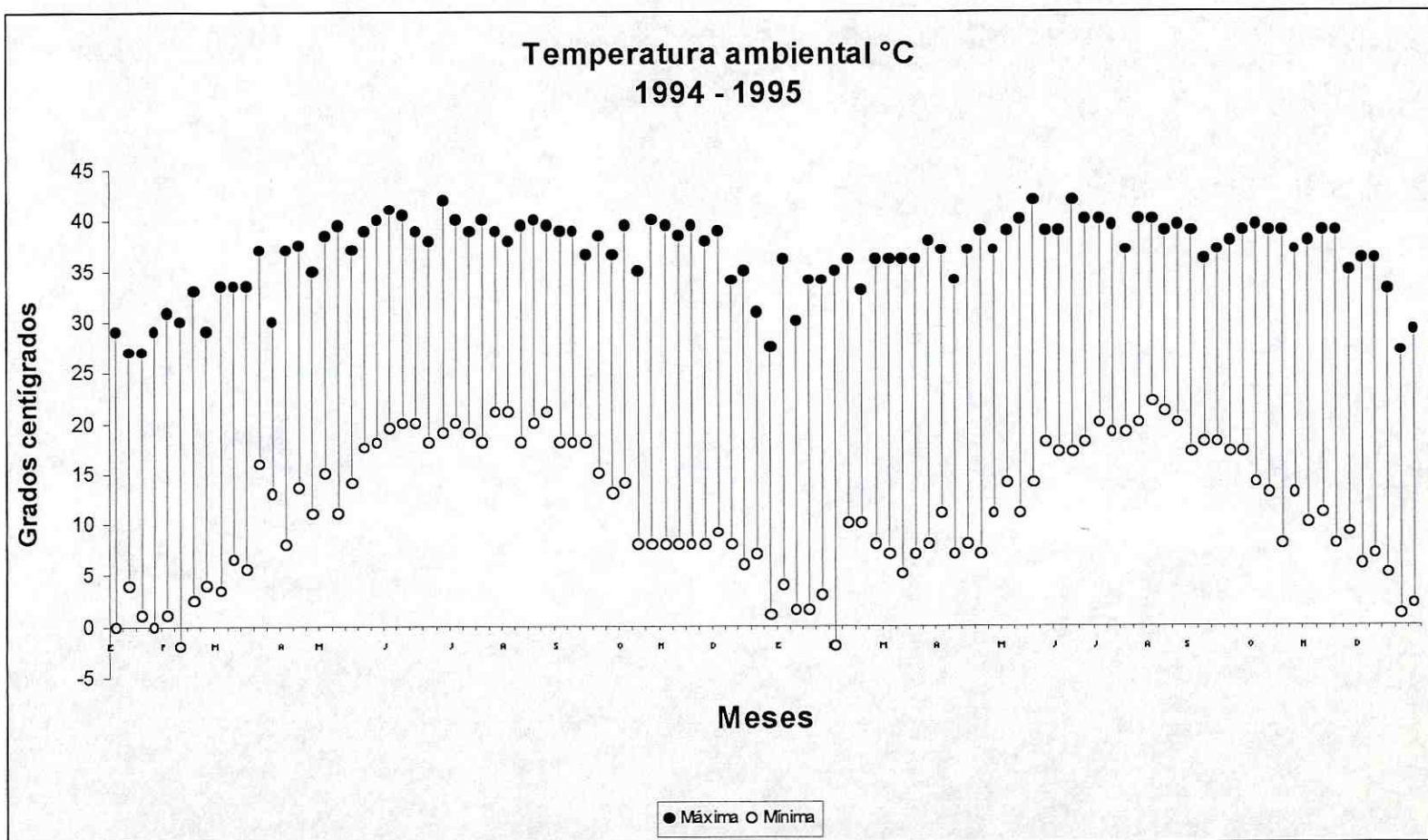


Figura 1 A. Variación de las temperaturas máxima y mínima registradas de enero de 1994 a diciembre de 1995, período en que se realizó este estudio.

Apéndice B

Fotoperíodo de la Comarca Lagunera (26° latitud N)

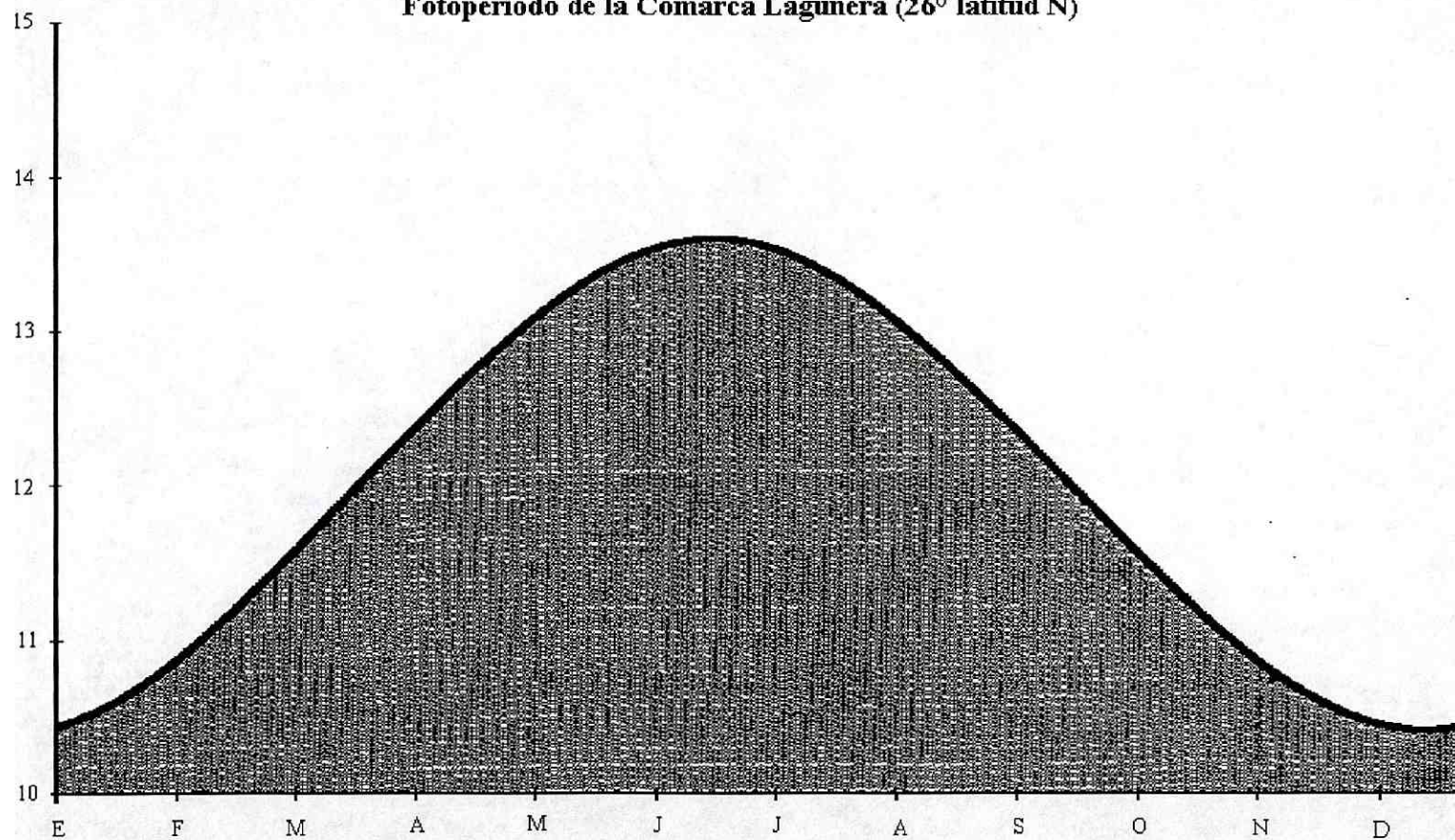


Figura 1 B. Variaciones naturales del fotoperíodo de la Comarca Lagunera.

Apéndice C

Correlaciones:

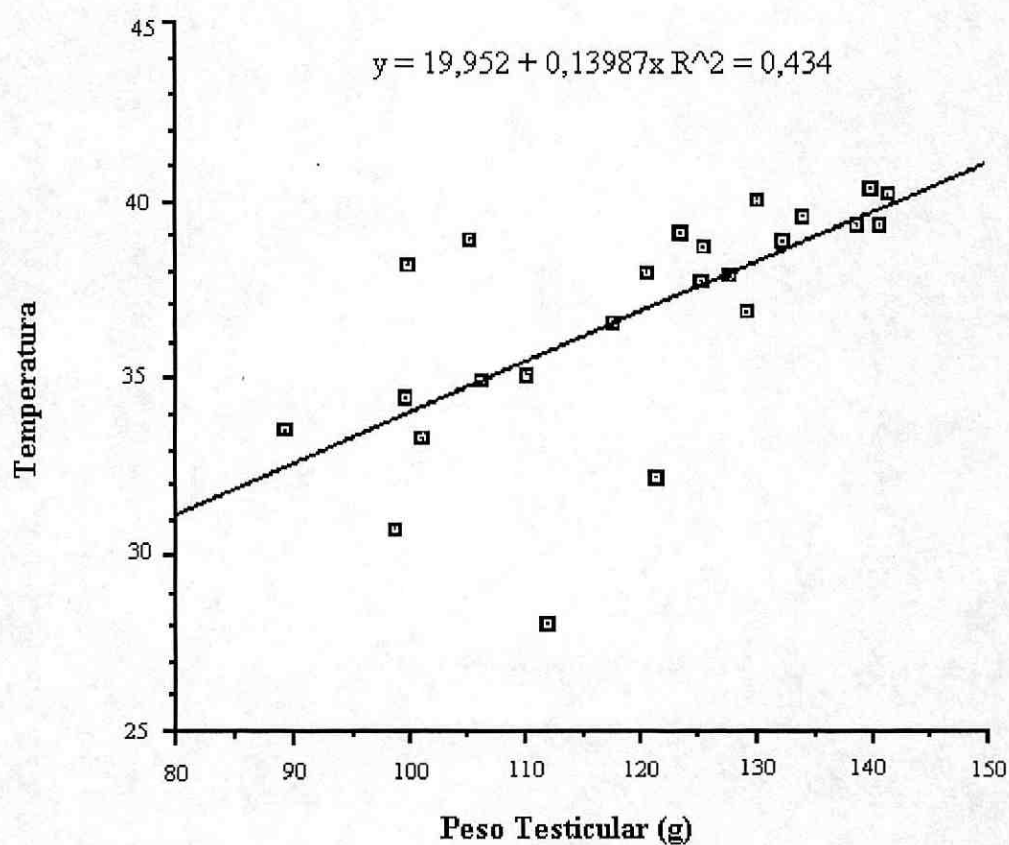


Figura 1 C. Correlación de temperatura entre peso testicular de 8 machos cabrios Criollos de la Comarca Lagunera a 26° latitud norte.

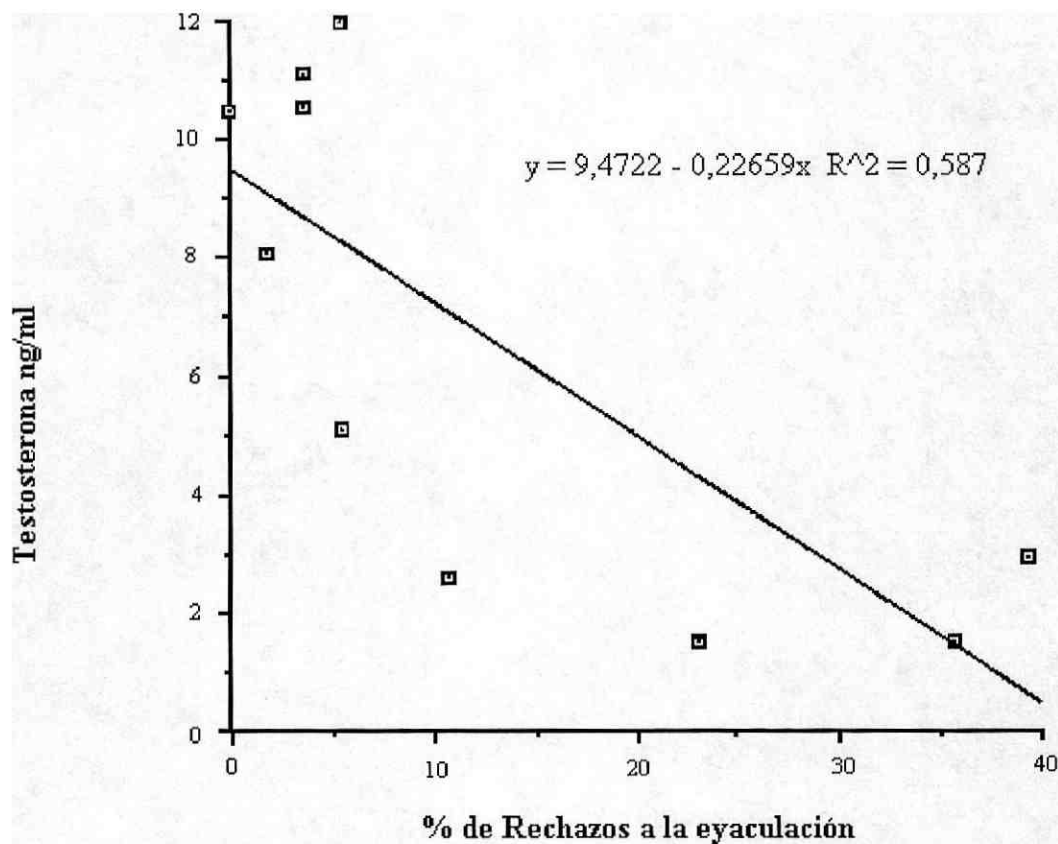


Figura 2 C. Correlación entre la testosterona y el porcentaje de rechazos a la eyaculación de 8 machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera a 26° latitud norte

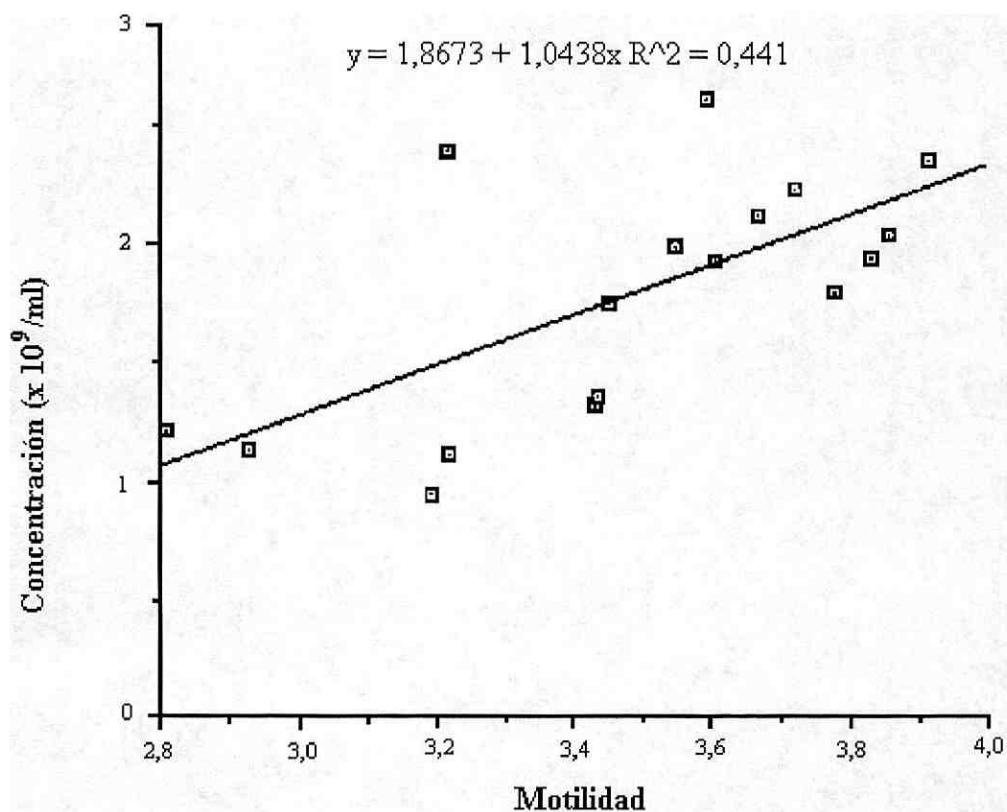


Figura 3 C Correlación de la concentración espermática entre la motilidad progresiva de 8 machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera a 26° latitud norte.

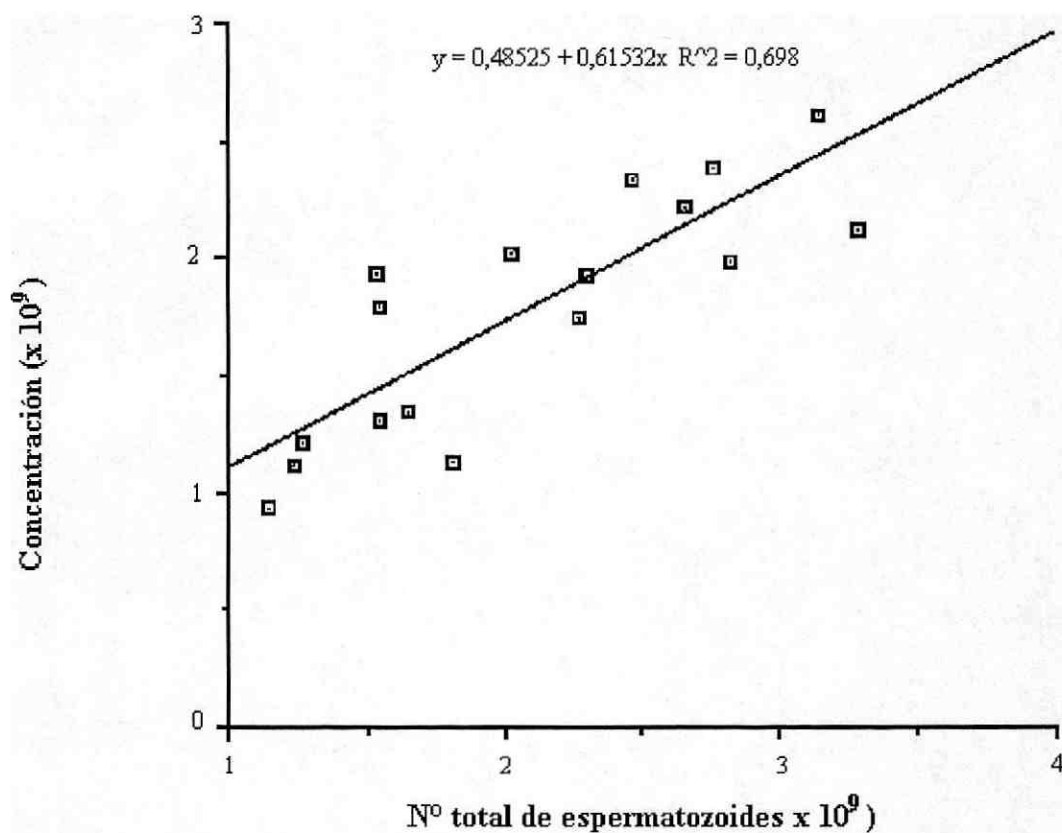


Figura 4 C. Correlación de concentración y número total de espermatozoides de 8 machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera a 26° latitud norte.

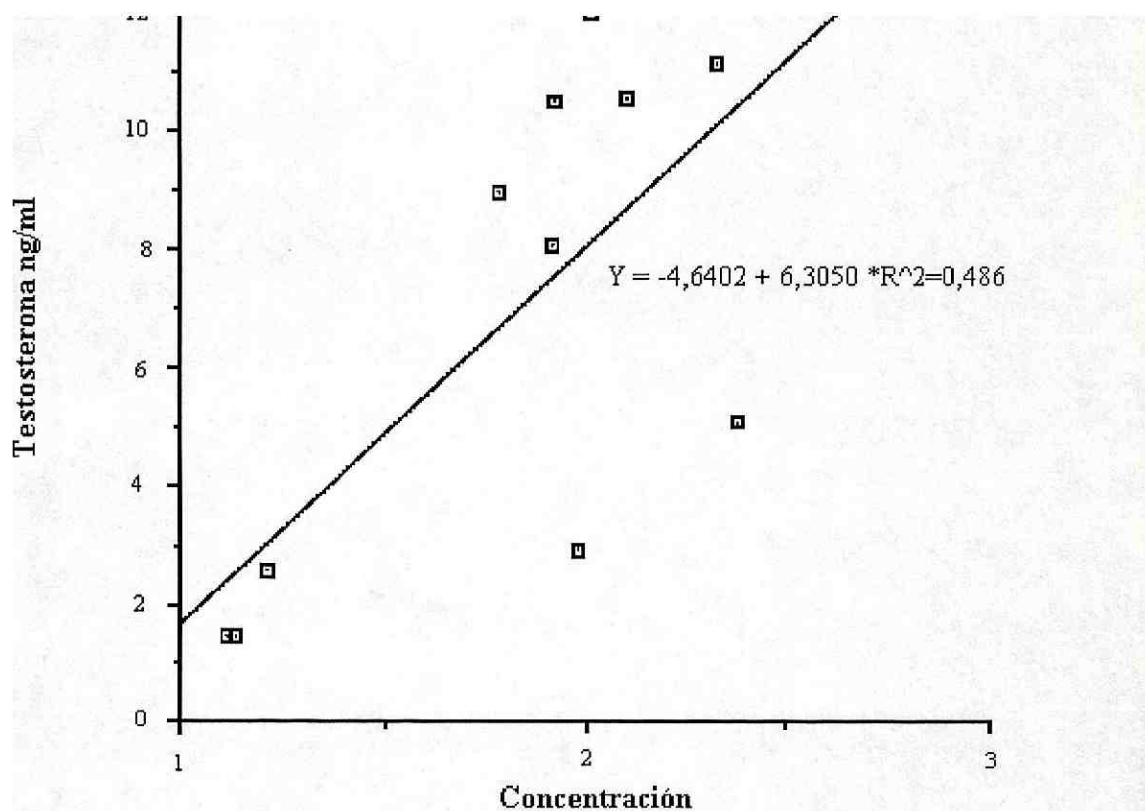


Figura 5 C. Correlación entre la testosterona y la concentración espermática con un mes de desfazamiento en 8 machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera a 26° latitud norte.

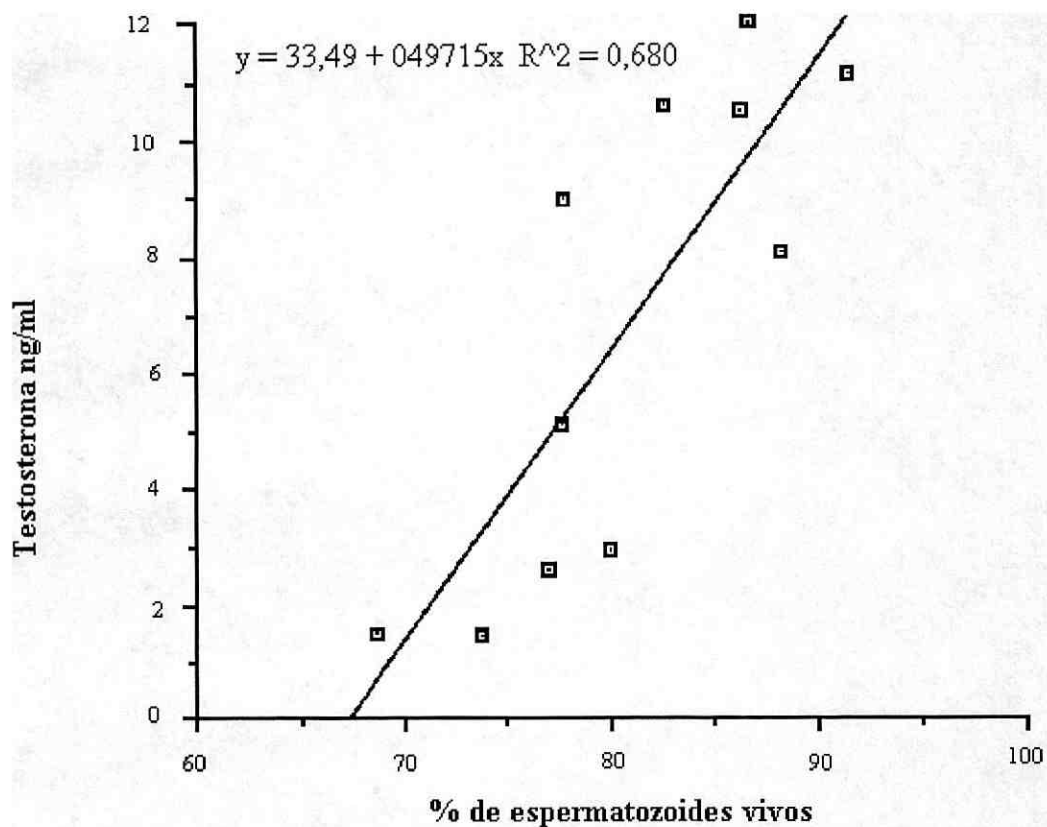


Figura 6 C Correlación de la testosterona y el porcentaje de espermatozoides vivos en el semen de 8 machos cabríos criollos de la Comarca Lagunera a 26° latitud norte.