

FECHA DE ADQUISICIÓN	
NUM. DE INVENTARIO	00073
PROCEDENCIA	
NUM. CALIFICACIÓN	SF 384.5
PRECIO	.V39
DST.	

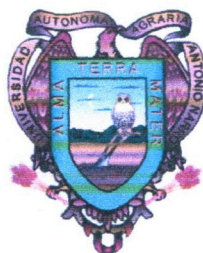


TL00073

SF384.5  
.V39  
2006  
CID UAAAN UL  
Ej.1

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

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**RESPUESTA DE LA ACTIVIDAD SEXUAL DE MACHOS  
CABRÍOS CRIOLLOS EN CONSTANTE CONTACTO CON  
HEMBRAS ESTROGENIZADAS**

**POR:**

**JAIME VÁZQUEZ SOLÍS**

**TESIS:**

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

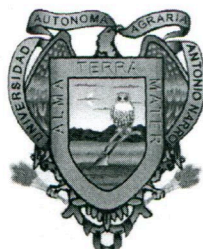
**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**Torreón, Coahuila, México**

**Agosto de 2006**

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

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**RESPUESTA DE LA ACTIVIDAD SEXUAL DE MACHOS  
CABRÍOS CRIOLLOS EN CONSTANTE CONTACTO CON  
HEMBRAS ESTROGENIZADAS**

**POR:**

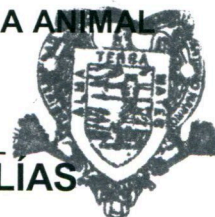
**JAIME VÁZQUEZ SOLÍS**

**ASESOR PRINCIPAL**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. GERARDO DUARTE MORENO**

**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS**



**Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal**

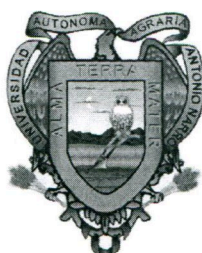
**VIAAAN - UTE**

**Torreón, Coahuila, México**

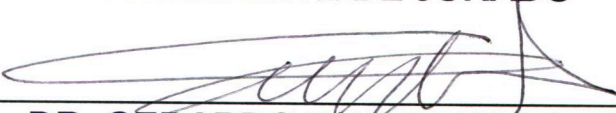
**Agosto de 2006**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**PRESIDENTE DE JURADO**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. GERARDO DUARTE MORENO**

**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA**

**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. CARLOS LEYVA ORASMA**

**VOCAL SUPLENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**MVZ CUAUHTEMOC FELIX ZORRILLA**

Torreón, Coahuila, México

Agosto de 2006

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

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**RESPUESTA DE LA ACTIVIDAD SEXUAL DE MACHOS  
CABRÍOS CRIOLLOS EN CONSTANTE CONTACTO CON  
HEMBRAS ESTROGENIZADAS**

**TESIS**

**POR:**

**JAIME VÁZQUEZ SOLÍS**

**Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría**

**ASESOR PRINCIPAL:**

**DR. GERARDO DUARTE MORENO**

**ASESORES:**

**DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ**

**DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA**

**DR. BENOIT MALPAUX**

**DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**

**Torreón, Coahuila, México**

**Agosto de 2006**

## Dedicatoria

A mis padres María Luisa y Moisés por su confianza, apoyo, y sobre todo por su amor.

A mis hermanas Erika y Nataly por los momentos felices e infelices que hemos pasado juntos.

A mi hermano Daniel por lo que aprendimos y desaprendimos juntos.

A mis abuelos paternost y maternos por su amor, motivación, apoyo y deseos en que sus nietos progresáramos.

A mi tío Javier despertar en mí el amor hacia la veterinaria, además por su orientación, consejos y apoyo.

A todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron en mi desarrollo y desempeño como persona y como estudiante.

## Agradecimientos

DR. Gerardo Duarte Moreno, por su amistad, experiencia brindada en clases y por su asesoría y apoyo en la elaboración de la presente tesis.

DR. José Alberto Delgadillo Sánchez, por su amistad y por permitirnos a los alumnos de licenciatura aprender con su gran equipo de trabajo.

DR. José Alfredo Flores Cabrera, por la revisión del presente trabajo y por su amistad,

DR. Horacio Hernández Hernández por su amistad y colaboración en el presente trabajo.

Al MVZ Carlos Ramírez Fernández por su amistad, consejos y por su disposición para compartir su experiencia en el aula y en la práctica.

Al profesor Oscar Ojeda por la disciplina, valores aprendidos y sobre todo por su amistad.

A todos aquellos maestros que hacen valiosa nuestra Alma Mater.

A la amistad de todos los demás integrantes del CIRCA, los cuales hicieron inolvidable mi estancia en este grupo.

A los que en los momentos difíciles demostraron ser mis amigos y que me sería difícil nombrar pero no olvidarlos.

A mi Alma Mater (UAAAN-UL), por todas las facilidades brindadas para culminar una etapa en mi fase como estudiante.

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Coahuila (COECYT) por la beca otorgada para la elaboración de esta tesis.

# Índice

I. Introducción .....	- 1 -
II. Revisión de literatura .....	- 3 -
2.1 Estacionalidad.....	- 3 -
2.1.1 Regiones templadas .....	- 3 -
2.1.2 Regiones tropicales .....	- 3 -
2.1.3 Regiones subtropicales.....	- 4 -
2.2 Factores del medio ambiente que influyen en la actividad sexual anual de los ovinos y caprinos originarios o adaptados a las latitudes subtropicales .....	- 5 -
2.2.1 Fotoperíodo.....	- 5 -
2.2.2 Nutrición.....	- 6 -
2.2.2.1 Condición corporal y reproducción.....	- 7 -
2.2.3 Factores sociales .....	- 8 -
III. Objetivo.....	- 11 -
IV. Hipótesis.....	- 11 -
V. Materiales y métodos .....	- 12 -
5.1 Localización del experimento.....	- 12 -
5.2 Animales .....	- 12 -
5.2.1 Machos .....	- 12 -
5.2.2 Hembras .....	- 13 -
5.3 Manejo y alimentación .....	- 14 -
5.4 Variables determinadas .....	- 14 -
5.4.1 Condición corporal .....	- 14 -



5.4.2 Diámetro testicular .....	- 15 -
5.4.3 Intensidad de olor sexual .....	- 15 -
5.5 Análisis estadísticos.....	- 16 -
VI. Resultados.....	- 17 -
VII. Discusión .....	- 21 -
VIII. Conclusión.....	- 24 -
IX. Literatura citada.....	- 25 -

## Índice de figuras

Figura 1.- Evolución de la condición corporal de machos cabríos de la Comarca Lagunera aislados de hembras, en contacto directo con hembras ovariectomizadas y con hembras estrogenizadas	18
Figura 2.- Evolución de la circunferencia testicular (ambos) de machos cabríos de la Comarca Lagunera aislados de hembras, en contacto directo con hembras ovariectomizadas y con hembras estrogenizadas	19
Figura 3.- Evolución de la intensidad del olor sexual de machos cabríos de la Comarca Lagunera aislados de hembras, en contacto directo con hembras ovariectomizadas y con hembras estrogenizadas	20

## Índice de tablas

Tabla 1.- Peso corporal, condición corporal y diámetro testicular iniciales promedio $\pm$ e.e.m de machos cabríos de la Comarca Lagunera	13
---	----

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la respuesta de la actividad sexual en machos cabríos expuestos de manera constante a hembras estrogenizadas durante el período de reposo sexual. El estudio se realizó del 1º de noviembre al 15 de julio del siguiente año en las instalaciones del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA). Se utilizaron 15 machos cabríos Criollos (1.5 a 4 años de edad) distribuidos en tres grupos homogéneos (n=5, cada grupo) de acuerdo a su condición corporal y su talla testicular (Tabla 1). El primer grupo (GA: aislado) no tuvo contacto con hembras ni otros machos, el segundo grupo (GHOVX) estuvo en constante contacto con dos hembras ovariectomizadas y el tercer grupo (GHE) estuvo en constante contacto directo con tres hembras estrogenizadas inducidas artificialmente al estro a partir del 1º de marzo hasta el 15 de julio. Los tres grupos de machos utilizados en el experimento fueron alojados en corrales de 5 x 4 m. Todos los animales fueron alimentados con heno de alfalfa (17% PC) y de avena (7.5 % PC). El agua y sales minerales fueron ofrecidas a libre acceso durante todo el experimento.

La condición corporal se evaluó palpando la masa muscular y grasa de la región lumbar y sus apófisis espinosas laterales de los animales. La circunferencia testicular se determinó midiendo la parte más ancha de ambos testículos, para ello utilizando una cinta métrica flexible.

La intensidad de olor sexual fue determinada oliendo a una distancia de 10 a 15 cm las glándulas sebáceas situadas posteriormente en el área interna de la base de los cuernos, las tres variables anteriores fueron evaluadas cada quince días. El ANOVA

reveló que no hubo variaciones en la condición entre grupos, ni tampoco hubo diferencias estadísticas a través del tiempo. El ANOVA reveló que esta evolución fue diferente a través del estudio ( $P < 0.001$ ) y que existió una interacción entre grupos, sin embargo, la prueba "t" no indicó diferencia entre grupos ( $P > 0.05$ ). En cuanto a la intensidad de olor existió una diferencia estadística el 30 de junio entre el grupo de machos aislados y el grupo de hembras ovariectomizadas. Entre el grupo de machos aislados y el grupo con hembras estrogenizadas hubo una diferencia el 15 de mayo ( $P < 0.05$ ). En los machos con hembras ovariectomizadas y machos con hembras estrogenizadas se detectó una tendencia el 15 de Junio ( $P > 0.07$ ), y una diferencia el 30 del mismo mes ( $P < 0.05$ ). En el grupo de machos con hembras estrogenizadas la intensidad del olor inició el 15 de Mayo, 45 días antes que el grupo con hembras ovariectomizadas y 30 días antes que el grupo de machos aislados. Aunque estadísticamente no hubo diferencia en esta variable, existió una tendencia ( $P < 0.07$ ) al comparar el grupo de machos con hembras estrogenizadas con el de hembras ovariectomizadas. Concluyendo que el inicio de la actividad sexual natural de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera inicia antes por la presencia constante de hembras estrogenizadas durante el periodo de reposo sexual.

**Palabras claves: Bioestimulación, efecto hembra, caprinos, olor sexual, diámetro testicular**

# I. Introducción

Los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera de Coahuila, México (26° N), presentan variaciones estacionales de su actividad sexual. En estos animales bien alimentados y bajo las variaciones naturales del fotoperíodo, la secreción de testosterona, indicativa de la actividad sexual, es elevada de mayo a diciembre (Delgadillo *et al.*, 1999). Esta estacionalidad reproductiva es controlada por el fotoperíodo (Delgadillo *et al.*, 2004)

Las interacciones sociales actúan en el control de la reproducción de ovinos y caprinos, la estación natural de apareamiento inicia antes si dentro del hato existen machos o hembras en actividad sexual (Martin *et al.*, 1986; Chemineau, 1987; Zarco *et al.*, 1995). En las hembras anéstricas, el contacto con el macho produce en pocos minutos un aumento de las concentraciones de la LH circulante, lo que se traduce en un incremento en la frecuencia de los pulsos de la hormona, así mismo, el pico preovulatorio de LH y la ovulación son detectables de 1 a 3 días después de la introducción de los machos tanto en cabras como en ovejas (Martin *et al.*, 1986; Chemineau, 1987). Esta respuesta de las hembras es conocida como "efecto macho".

Antes de la introducción de hembras cíclicas durante el periodo de reposo sexual a un grupo de machos Ile de France con experiencia sexual, el número promedio de pulsos de LH por animal en un período de seis horas no difiere al número de pulsos en carneros aislados de hembras, por el contrario, durante el estímulo con estas hembras en estro, el número de pulsos es más frecuente incrementándose de dos a tres veces (González *et al.*, 1988b).

Sin embargo, contrario a lo que se conoce en la respuesta de las hembras al efecto macho y de la respuesta inmediata del macho expuesto a hembras en estro, poco se conoce de la respuesta de los machos cabríos por la exposición a períodos prolongados y de una manera constante ante hembras en estro durante el período de reposo sexual natural.

## II. Revisión de literatura

### 2.1 Estacionalidad

#### 2.1.1 Regiones templadas

En las zonas templadas, es necesario criar a los animales jóvenes durante la época más favorable del año, lo que ha conducido a la mayoría de las especies salvajes a limitar el período de nacimientos al final del invierno e inicio del verano, cuando el clima es menos rígido y la disponibilidad de alimentos abundante (Ortavant *et al.*, 1985). Por lo tanto, la actividad reproductiva en ovinos y caprinos se lleva a cabo durante el periodo de días cortos del otoño e invierno (Lincoln y Short, 1980; Delgadillo *et al.*, 1993). En caprinos Alpinos y Saanen, la disminución de la actividad espermatogénica en el periodo de reposo sexual provoca una disminución del peso testicular de 150 g en invierno a 117 g en primavera (Delgadillo *et al.*, 1995). Todos estos cambios en la actividad reproductiva estacional son controlados principalmente por el fotoperíodo (Malpoux *et al.*, 1997). En las hembras el anestro a menudo se asocia con la ausencia de ovulaciones, y la actividad sexual se caracteriza por la sucesión de ciclos estrales cada 16 días en las ovejas y 21 días en cabras. Las ovejas de la raza Ile de France y las cabras Alpinas presentan un periodo de actividad sexual de septiembre a febrero y un periodo de anestro de marzo a agosto (Chemineau *et al.*, 1992).

#### 2.1.2 Regiones tropicales

En las zonas tropicales, hábitat de la mayoría de las especies, los pequeños mamíferos han desarrollado una estrategia reproductiva de tipo oportunista, que les permite iniciar su actividad sexual cuando los factores ambientales son propicios:

buena alimentación, temperatura favorable, presencia de individuos del sexo opuesto, etc. (Bronson, 1985). Las cabras originarias del trópico presentan una actividad constante en todo el año, pudiendo tener sólo variaciones pequeñas en la actividad sexual (Restall, 1992). Por ejemplo, en los machos originarios de la Isla de Guadalupe en el Caribe la libido, el peso testicular y la producción espermática permanecen constantes todo el año (Chemineau, 1986).

### **2.1.3 Regiones subtropicales**

En los caprinos de las zonas subtropicales, hay variaciones estacionales en su actividad reproductiva (Waldken-Brown *et al.*, 1994b; Delgadillo *et al.* 2004). En los machos cabríos Angora en el subtrópico australiano se presentan marcadas variaciones estacionales, siendo en el otoño el periodo en el que se alcanzan los niveles más altos de LH, testosterona y talla testicular (Ritar, 1991). En los machos cabríos locales del norte de México, la estación sexual inicia en mayo y termina en diciembre. El peso testicular, reflejo de la actividad espermatogénica, es más elevado en este periodo. Por lo tanto, es más elevada la producción espermática cuantitativa y cualitativamente durante la estación sexual que en el periodo de reposo sexual (Delgadillo *et al.*, 1999; 2004). Lo mismo sucede con la concentración plasmática de testosterona, elevándose durante este periodo, y los machos presentan un intenso comportamiento sexual (Delgadillo *et al.*, 1999; 2004).

En los machos ovinos Corriedale en Uruguay (32° S), la actividad espermatogénica aumenta en el verano y el otoño, periodo de actividad sexual, y disminuye durante el periodo de reposo sexual, invierno y primavera (Gastell *et al.*, 1995; Bielli *et al.*, 1999).



## **2.2 Factores del medio ambiente que influyen en la actividad sexual anual de los ovinos y caprinos originarios o adaptados a las latitudes subtropicales**

### **2.2.1 Fotoperíodo**

La estacionalidad reproductiva de caprinos machos del subtrópico Mexicano (26° N) es controlada por el fotoperíodo. Este factor ambiental puede controlar el tiempo de la estación de reproducción en condiciones naturales aumentando la secreción de testosterona en los meses de mayo-junio a noviembre mientras que de Diciembre a Abril, periodo de días crecientes, solo se encuentra en niveles bajos (Delgadillo *et al* 2004). El período de actividad reproductiva se lleva a cabo en otoño e invierno, con una secreción elevada de LH y testosterona, con peso testicular y producción espermática elevados. En cambio durante el período de reposo sexual (primavera-verano), la secreción de LH y testosterona, el peso testicular y la producción espermática, son bajos (Lincoln y Short, 1980; Lincoln, 1989, Delgadillo *et al.*, 1991). En carneros se ha demostrado que el crecimiento y la regresión de los testículos son dependientes del fotoperíodo, en los cuales el diámetro y el volumen testicular incrementan cuando la cantidad de horas luz disminuye, y disminuye cuando la cantidad de horas luz aumenta. Estos cambios son producidos por las variaciones del fotoperíodo a través de la secreción de melatonina, la cual se secreta únicamente durante la noche y permite a los animales percibir la duración del día (Lincoln y Short, 1980; Karsch *et al.*, 1984).

### 2.2.2 Nutrición

Una de las variantes estacionales importantes es la disponibilidad de alimento en los animales mantenidos en condiciones extensivas, sugiriéndose que la alimentación es el principal factor que determina la actividad sexual en estas regiones (Martin y Walkden-Brown, 1995). En los caprinos de la raza Cashmere en Australia tanto el macho como la hembra muestran una marcada estacionalidad reproductiva, siendo la nutrición un modulador del ciclo estacional de reproducción. La concentración de testosterona, el tamaño de las glándulas sebáceas y la intensidad de olor son dependientes de la secreción de LH, por lo tanto, con una buena nutrición se incrementa la respuesta endocrina y testicular (Walkden-Brown *et al.*, 1994a). Una sobrealimentación durante 6 semanas incrementa la libido, el olor sexual, el volumen de eyaculado, el número de espermatozoides por eyaculado, el porcentaje de espermatozoides vivos, la motilidad espermática y disminuye el número de espermatozoides anormales, adelantándose el inicio de la estación sexual en los machos Cashmere Australianos (Walkden-Brown *et al.*, 1994b; Martin y Walkden-Brown, 1995). En carneros Ile-de-France la suplementación con dietas de alta calidad aumenta el número de pulsos de LH comparado con animales alimentados con dietas de baja calidad (Lindsay *et al.*, 1984). Los machos cabríos locales de la Comarca Lagunera mantenidos en estabulación y alimentados adecuadamente, presentan variaciones estacionales del peso corporal, peso testicular y libido, similares a las observadas en los machos mantenidos en condiciones extensivas y sometidos a variaciones en la disponibilidad de alimento, pero con diferencia en la producción espermática que es mayor en los machos

mantenidos en condiciones intensivas que extensivas (Sánchez *et al.*, 2001; Sánchez *et al.*, 2002).

### **2.2.2.1 Condición corporal y reproducción**

La condición corporal (CC) proporciona un indicador del estado energético en el ganado lechero. La evaluación de la condición se realiza en vacas y vaquillas, así mismo la CC se evalúa durante la lactancia en vacas. Esencialmente, la evaluación de la CC proporciona un indicador subjetivo de la proporción de grasa en las vacas, esta evaluación es asignada por una calificación a la cantidad de grasa observada en varias partes del cuerpo de la vaca. La mayoría usan un sistema de rangos de 1.0 (emaciadas) a 5.0 (obesas), en incrementos de 0.1 a 0.25 puntos de CC (Pennington, 1994; Ruegg y Milton, 1995). En caprinos es bien conocido que tienen depósitos adiposos subcutáneos notablemente más reducidos que los ovinos y los bovinos (Chilliard *et al.*, 1981; Gall, 1982; Bas *et al.*, 1985). En consecuencia la aplicación de un método de estimación del estado corporal por palpación es más complicado. Dentro de estos métodos el utilizado en ovejas determinando el estado corporal por palpación a nivel lumbar exclusivamente (Honhold *et al.*, 1989). Otros autores han utilizado el área esternal, una zona donde el tejido adiposo subcutáneo se deposita en cantidades relativamente importantes en los caprinos, y han estimado esta condición después de haber palpado a nivel lumbar y esternal. Desgraciadamente este método no es muy sensible para discriminar dos estados corporales relativamente cercanos y se han propuesto el establecimiento de otras escalas midiendo el estado de la segunda y tercera vértebras caudales con 21 niveles que van de cero a cinco con incrementos de 0.25 (Hervieu *et al.*, 1991). En

ovejas de la raza Ripollesa, una mejor condición corporal al momento del empadre se incrementa más la fertilidad que la prolificidad (Torre *et al.*, 1991). Sin embargo existen métodos más sencillos que permiten determinar la condición corporal, en uno de los cuales se evalúa palpando la masa muscular y grasa de la región lumbar y sus apófisis espinosas laterales dado valores en escala de 1 a 4 con incrementos de 0.5 (Walkden-Brown *et al.*, 1997). Además de los métodos de medición antes mencionados existen otros más sofisticados para esta determinación como el uso de ultrasonografía (Delfa *et al.*, 1991)

### **2.2.3 Factores sociales**

En cabras (Chemineau, 1987) y ovejas (Martin *et al.*, 1986; Zarco *et al.*, 1995) otro elemento regidor en los ciclos reproductivos y su expresión lo representa la presencia de compañeros con actividad sexual manifiesta; la presentación de actividad reproductiva al inicio de la estación natural de apareamiento, se acelera si existen machos activos o hembras en estro en el rebaño.

Al papel estimulante de la presencia del macho sobre la actividad sexual de las hembras en anestro se le conoce como "efecto macho" (Martin *et al.*, 1986; Chemineau, 1987). El contacto con el macho produce en pocos minutos un aumento de las concentraciones de la LH circulante en la hembra, lo que se traduce en un incremento en la frecuencia de los pulsos de la hormona, así mismo, el pico preovulatorio de LH y la ovulación son detectables de 1 a 3 días después de la introducción de los machos tanto en cabras como en ovejas (Martin *et al.*, 1986; Chemineau, 1987). Cuando dicha estimulación obedece a la presencia de hembras activas sexualmente, al fenómeno se le conoce como "efecto hembra" (Zarco *et al.*,

1995; Álvarez *et al*, 1999). En cabras anéstricas estimuladas con hembras en celo se ha sugerido la necesidad del contacto físico total para que pueda llevarse a cabo la ovulación (Ramírez *et al*, 2001). La interacción de la receptividad de las hembras y la experiencia sexual de los machos facilita la liberación de testosterona de los carneros (González *et al.*, 1991). Sin embargo, las condiciones necesarias para demostrar el efecto hembra en la liberación de LH-testosterona en borregos son más favorables durante el periodo de anestro/reposo sexual (Schanbacher *et al.*, 1987). El término de bioestimulación sexual se ha utilizado para referirse a uno o ambos fenómenos (Álvarez *et al.*, 1999; Ramírez, 2001).

En borregos adultos mantenidos durante seis meses en estrecho contacto con hembras cíclicas (estro inducido) tuvieron testículos más grandes, concentraciones más altas de testosterona y una mayor actividad sexual y agresividad comparados con borregos aislados de hembras (Illius *et al.*, 1976a). Se han demostrado elevaciones agudas de LH y testosterona después de la introducción de hembras, pero esto solamente ha sido observado durante la estación de reposo sexual, mientras que ninguna respuesta se ha observado en la época de reproducción (Yarney y Sanford, 1983; Schanbacher *et al.*, 1987). Antes de la introducción de hembras cíclicas durante el periodo de reposo sexual a un grupo de machos Ile de France con experiencia sexual, el número promedio de pulsos de LH por animal en un período de seis horas no difiere al número de pulsos en carneros aislados de hembras, por el contrario durante el estímulo con estas hembras en estro, el número de pulsos fue más frecuente incrementándose de dos a tres veces (González *et al.*, 1988b). La respuesta en borregos a la introducción de una hembra en estro es de aproximadamente el 55% de los animales con incrementos de los pulsos de LH hasta

cinco veces, 1.5 y 2.5 veces de incremento en los niveles basales y promedio de LH respectivamente, e incrementos de 3.5 veces en los niveles medios de testosterona después de la introducción de la hembra durante la estación de reposo sexual (González *et al.*, 1988a). Estos incrementos en la pulsatilidad de LH también se han demostrado sin que haya existido diferencia entre machos con experiencia sexual previa y machos sin experiencia (González *et al.*, 1991). En caprinos, la producción de feromonas inicia en la primera etapa del proceso de producción de sebo y ésta producción depende del incremento en la función de las glándulas sebáceas, las cuales crecen gradualmente de acuerdo a las concentraciones de testosterona (Iwata, 2000). La intensidad del olor sexual incrementa un mes después del crecimiento testicular, debido a que éste olor es testosterona dependiente (Walkden-Brown *et al.*, 1994b, 1997).

Sin embargo contrario a lo que es conocido acerca de la hembra, poco se sabe acerca de las señales de la hembra que actúen en el macho y la respuesta de la actividad sexual de ellos a dichas señales.

### **III. Objetivo**

Determinar la respuesta de la actividad sexual en machos cabríos expuestos de manera constante a hembras estrogenizadas durante el período de reposo sexual.

### **IV. Hipótesis**

El constante contacto de hembras estrogenizadas con machos cabríos durante el período de de reposo sexual, induce la actividad sexual.

## **V. Materiales y métodos**

### **5.1 Localización del experimento**

El estudio se realizó del 1 de noviembre al 15 de julio del siguiente año en las instalaciones del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA) de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, ubicada en la Comarca Lagunera de Coahuila, México (26° 23' Latitud Norte, 103° Longitud Oriente). Esta región está ubicada a una altitud de 1200 msnm y presenta clima seco con lluvias en verano (precipitación pluvial promedio de 223 mm anuales). La temperatura varía desde -3° C en invierno a 40° C en verano.

### **5.2 Animales**

#### **5.2.1 Machos**

Se utilizaron 15 machos cabríos Criollos (1.5 a 4 años de edad) distribuidos en tres grupos homogéneos (n=5, cada grupo) de acuerdo a su peso, condición corporal y su talla testicular (Tabla 1). El primer grupo (GA) no tuvo contacto directo ni indirecto con hembras ni con otros machos, el segundo grupo (GHOVX) estuvo en contacto constante con dos hembras ovariectomizadas y el tercer grupo (GHE) estuvo en constante contacto directo a partir de 1° de marzo hasta el 15 de julio con tres hembras estrogenizadas inducidas artificialmente al estro.



Tabla 1.- Peso corporal, condición corporal y diámetro testicular promedio  $\pm$  e.e.m inicial de machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera.

<b>Grupo</b>	<b>Condición corporal (grado)</b>	<b>Diámetro testicular (cm)</b>
<b>GA</b>	2.3 $\pm$ 0.1 a	29.6 $\pm$ 1.7 a
<b>GHOVX</b>	2.2 $\pm$ 0.2 a	30.3 $\pm$ 1.7 a
<b>GHE</b>	2.2 $\pm$ 0.1 a	30.1 $\pm$ 1.3 a

Literales iguales en columnas indican  $P > 0.05$ .

### 5.2.2 Hembras

Se utilizaron cinco hembras de las cuales, dos fueron ovariectomizadas con la finalidad de que no presentaran actividad ovárica durante el periodo que los machos estuvieran en contacto con ellas, y tres hembras intactas las cuales fueron estrogenizadas antes de ponerlas en contacto con los machos aplicándoles una dosis de 3 ml (6 mg) de cipionato de estradiol durante tres días seguidos. Posteriormente, al estar en contacto con los machos se les aplicó una dosis de un ml (2 mg) de la misma hormona cada tercer día del 1º de marzo hasta el final del estudio. Estas hembras mostraron constantemente signos de estro como balidos y orina frecuentes, movimientos constantes de la cola y montar y dejarse montar por las otras hembras y por los machos.

### **5.3 Manejo y alimentación**

Los tres grupos de machos utilizados en el experimento fueron alojados en corrales de 5 x 4 m. Los animales fueron desparasitados, despezuzados y vitaminados (ADE) antes de iniciar el estudio. Todos los animales se alimentaron con heno de alfalfa (17% PC, 1.95 Mcal de EM) y de avena (7.5 % PC, 1.9 Mcal de EM). Esta ración fue calculada para mantenerlos con la misma condición corporal durante todo el estudio (NRC, 1981). El agua y sales minerales fueron ofrecidas a libre acceso durante todo el experimento.

### **5.4 Variables determinadas**

Los siguientes parámetros fueron determinados cada 15 días por dos personas en cada uno de los animales durante la mañana antes de proporcionarles el alimento.

#### **5.4.1 Condición corporal**

La condición corporal se evaluó palpando la masa muscular y grasa de la región lumbar y sus apófisis espinosas laterales de los animales. Así, el valor fue dado en escala de 1 a 4 con incrementos de 0.5 (Waldken-Brown *et al.*, 1997) en el que:

1=Animales con muy bajo tejido muscular y graso

2=Animales con regular cantidad de tejido muscular y graso

3=Animales con una buena cantidad de tejido muscular y graso, y

4=Animales con una gran cantidad de tejido muscular y graso (obeso).

### **5.4.2 Diámetro testicular**

La circunferencia testicular se determinó midiendo la parte más ancha de ambos testículos, para ello se utilizó una cinta métrica flexible graduada en cm y mm.

### **5.4.3 Intensidad de olor sexual**

Se utilizó la técnica descrita por Waldken-Brown *et al.*, (1997) la cual tiene una correlación positiva ( $r = 0.71$ ,  $P < 0.001$ ) con la testosterona plasmática (Waldken-Brown *et al.*, 1994b). La técnica consiste en oler a una distancia de 10 a 15 cm las glándulas sebáceas situadas posteriormente en el área interna de la base de los cuernos. La determinación del olor siempre la realizaron dos personas con amplia experiencia en ello, pues se han realizado otros experimentos con ésta misma técnica, contemplado el cambio o saturación de la sensibilidad del olfato, para evitar esto, cada evaluador esperaba aproximadamente 5 minutos entre macho y macho y se determinó previamente la existencia de una alta correlación entre evaluador y evaluador ( $r = 0.9$ ), asignando la intensidad en rangos:

0= Neutral, olor no diferente a la hembra o a macho castrado

1= Ligero olor sexual

2= Moderado olor sexual

3= Fuerte olor sexual

## 5.5 Análisis estadísticos

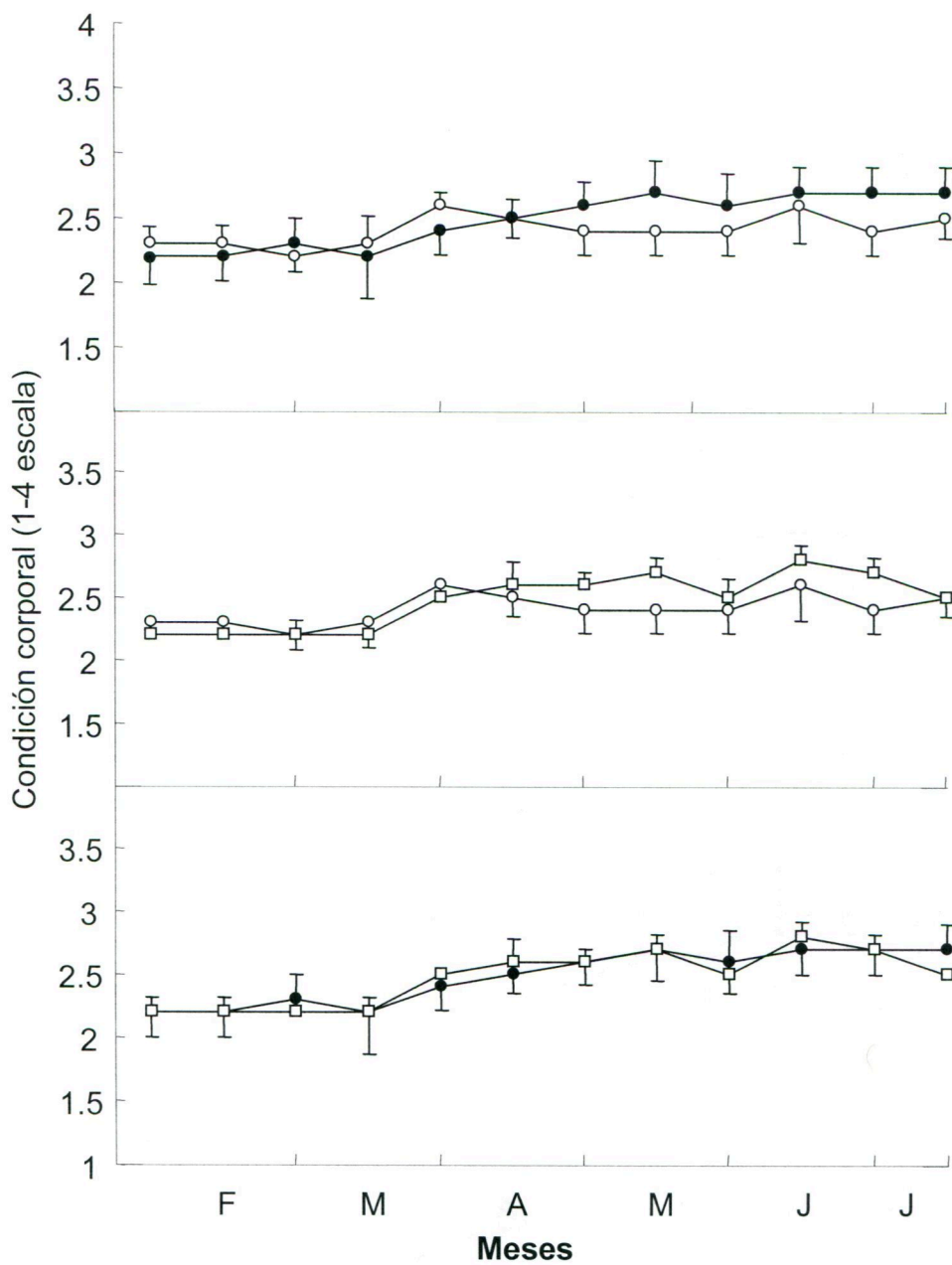
Los datos obtenidos de la condición corporal, de la circunferencia testicular y de la intensidad del olor sexual fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas y considerando dos factores (grupo y tiempo del experimento). Los datos de la intensidad del olor además fueron analizados con la prueba  $U$  de Mann-Whitney. Cuando existió alguna interacción, los datos fueron analizados con la prueba "t" de student. Además se determino la fecha de inicio del incremento de la intensidad del olor cuando los machos después de tener un nivel de cero y pasar a uno. Todos los análisis estadísticos se efectuaron utilizando el paquete estadístico SYSTAT (SYSTAT 10, Evenston, ILL. USA, 2000).

## VI. Resultados

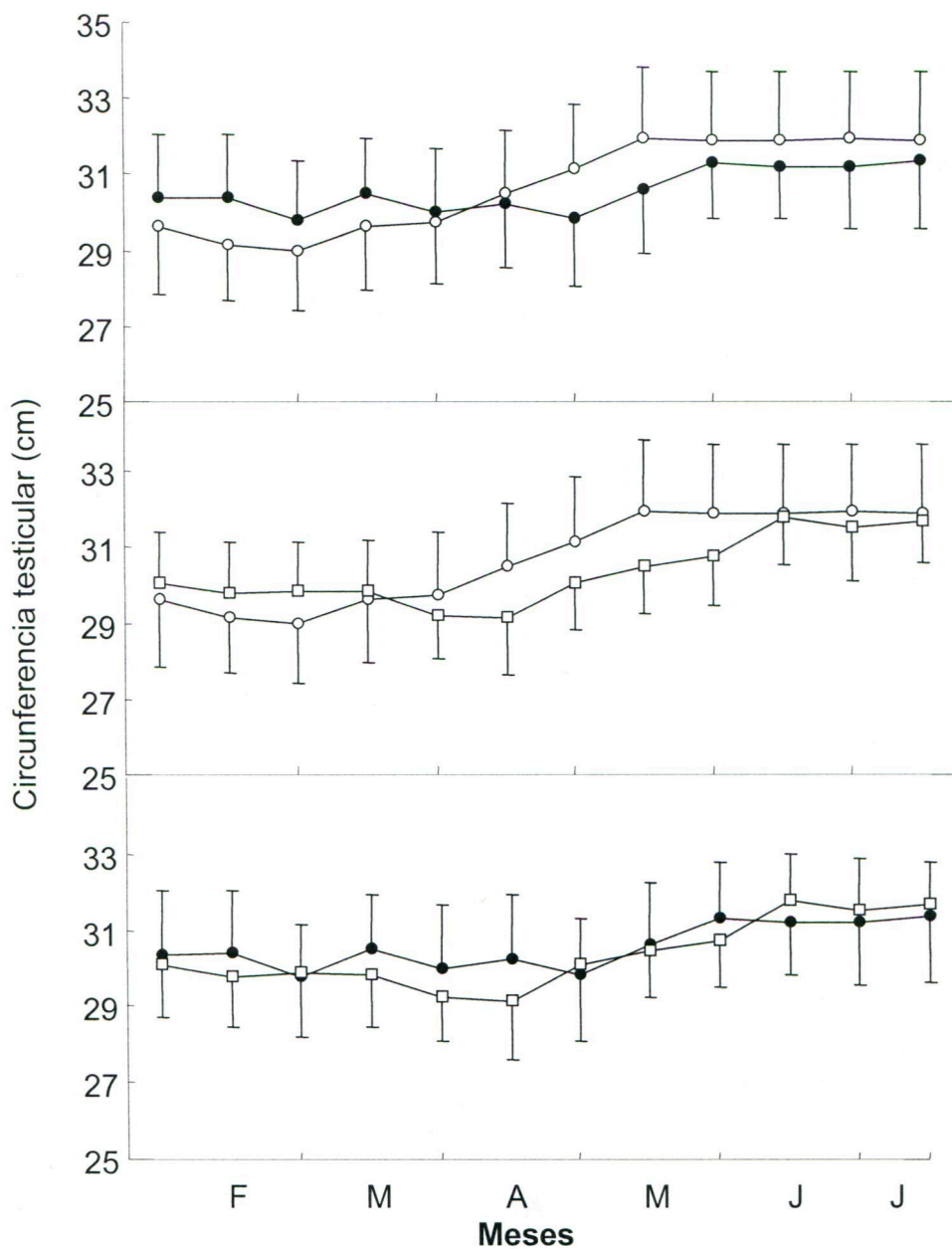
La evolución de la condición corporal de los tres grupos de machos es mostrada en la figura 1. El ANOVA reveló que no hubo variaciones en la condición entre grupos, ni tampoco hubo diferencias estadísticas a través del tiempo de estudio.

La evolución de la circunferencia testicular de los tres grupos de machos es mostrada en la figura 2, El ANOVA reveló que esta evolución fue diferente a través del estudio ( $P < 0.001$ ) y que existió una interacción entre grupos ( $P > 0.05$ ), sin embargo, la prueba "t" no indicó diferencia entre grupos ( $P > 0.05$ ).

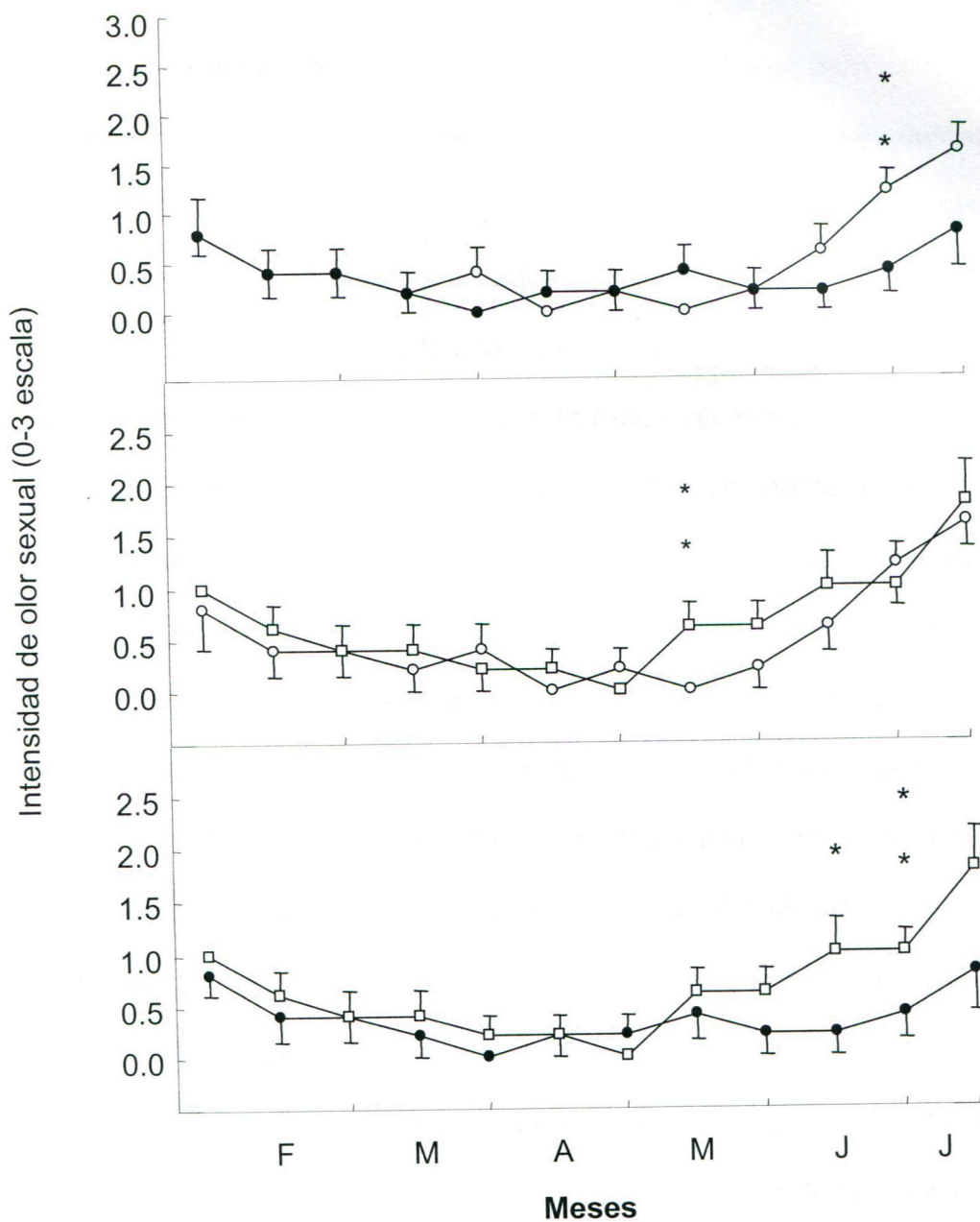
En cuanto a la intensidad de olor existió una diferencia estadística el 30 de junio entre los grupos de machos aislados y el grupo de hembras ovariectomizadas. Entre el grupo de machos aislados y el grupo con hembras estrogenizadas hubo una diferencia el 15 de mayo ( $P > 0.05$ ). En los machos con hembras ovariectomizadas y machos con hembras estrogenizadas se detectó una tendencia el 15 de Junio ( $P > 0.07$ ), y una diferencia el 30 del mismo mes ( $P < 0.05$ ). En el grupo de machos con hembras estrogenizadas la intensidad del olor inició el 15 de Mayo, 30 días antes que el grupo con hembras ovariectomizadas y 15 días antes del grupo de machos aislados. Aunque estadísticamente no hubo diferencia en esta variable, existió una tendencia ( $P < 0.07$ ) al comparar el grupo de machos con hembras estrogenizadas con el de hembras ovariectomizadas.



**Figura1.-** Evolución de la condición corporal de machos cabríos de la Comarca Lagunera aislados de hembras (○), en contacto directo con hembras ovariectomizadas (●) y con hembras estrogenizadas (□).



**Figura 2.-** Evolución de la circunferencia testicular (ambos) de machos cabríos de la Comarca Lagunera aislados de hembras (○), en contacto directo con hembras ovariectomizadas (●) y con hembras estrogenizadas (□).



**Figura 3.-** Evolución de la intensidad del olor sexual de machos cabríos de la Comarca Lagunera aislados de hembras (○), en contacto directo con hembras ovariectomizadas (●) y con hembras estrogenizadas (□).

\* =  $P=0.06$ , \*\* =  $P \leq 0.05$ .



## VII. Discusión

La condición corporal de los machos cabríos en estudio no tuvo variaciones entre grupos ni tampoco a través del tiempo. La evolución de la circunferencia testicular fue diferente a través del estudio, sin embargo ésta evolución fue similar en los tres grupos. La intensidad de olor tuvo variaciones a través del tiempo detectando que ésta intensidad inició antes el grupo de machos con hembras estrogenizadas que en los grupos de machos aislados y con hembras ovariectomizadas.

La condición corporal de los machos de los tres grupos no presento variaciones a través del tiempo pues la ración alimenticia que les fue proporcionada fue calculada para cumplir sus requerimientos de mantenimiento y que una mejor alimentación no fuera un factor que pudiera influir en el crecimiento testicular (Martin y Walkden-Brown, 1995). La evolución del diámetro testicular y la intensidad del olor sexual tuvieron variaciones a través del tiempo de manera natural. En efecto, el peso testicular en machos cabríos criollos del subtrópico mexicano inicia su incremento a partir de marzo, alcanzado su máximo nivel en junio y observándose su mínimo nivel de diciembre a febrero (Delgadillo *et al.*, 2004). En el presente estudio, el diámetro testicular de los machos aislados de las hembras, con hembras ovariectomizadas y con hembras estrogenizadas, fue mínimo de febrero a abril correspondiente al final del periodo de reposo sexual, posteriormente en mayo-junio se incrementó la talla hasta el final del experimento correspondiente al inicio de la actividad reproductiva de los machos cabríos en esta región.

La intensidad del olor sexual, en la cual existe una alta correlación con los niveles de testosterona plasmática debido a que el olor es producido por la secreción de las glándulas sebáceas por acción de la dihidrotestosterona, resultado de la

hidrólisis de la testosterona por ésta glándula (Iwata *et al.*, 2000), ésta intensidad del olor sexual se incrementa un mes después del crecimiento testicular, debido a que es testosterona dependiente (Walkden-Brown *et al.*, 1994b, 1997).

En el presente estudio, en la intensidad del olor hubo diferencias entre grupos. En el grupo de machos aislados se observó una diferencia el 30 de junio comparada con el grupo de machos con hembras ovariectomizadas, sin embargo, ésta diferencia no fue detectada en la siguiente determinación indicando que probablemente el grupo de aislados inició su actividad un poco antes. En el grupo de machos con hembras estrogenizadas se observó una diferencia el 15 de mayo comparada con el grupo de machos aislados de hembras, indicando que probablemente el grupo con hembras estrogenizadas también inició su actividad un poco antes que éste, sin embargo, ésta diferencia tampoco fue detectada en las siguientes determinaciones. En el grupo de machos con hembras estrogenizadas se observó una tendencia el 15 de junio y una diferencia el 30 del mismo mes comparado con el grupo de machos con hembras ovariectomizadas, al igual que en los casos anteriores, las diferencias desaparecieron a medida que el periodo de actividad sexual natural avanzaba. En el grupo con hembras estrogenizadas se detectó el incremento en la intensidad del olor sexual a partir del 15 de mayo, en el grupo de machos aislados de hembras el incremento fue a partir del 15 de junio y en el grupo con hembras ovariectomizadas a partir del 30 de junio, a pesar de que hubo una diferencia de un mes entre el primero con el segundo grupo y de 45 días del primero con el tercero, no se detectaron diferencias estadísticas. Es probable que en los machos con hembras estrogenizadas haya existido una respuesta de incremento en la pulsatilidad del

GnRH y como consecuencia de LH y testosterona como lo ocurrido en ovinos (González *et al.*, 1988a; 1991).

Estos resultados dan indicios que la presencia de hembras estrogenizadas inducen la actividad sexual de los machos cabrios criollos de la Comarca Lagunera.

Sería importante haber determinado los niveles de testosterona en los tres grupos y no solamente la intensidad del olor y la talla testicular como factores para determinar la respuesta de la actividad sexual de los machos ante la presencia de hembras estrogenizadas.

## **VIII. Conclusión**

El inicio de la actividad sexual natural determinada por el olor sexual de los machos cabrios criollos de la Comarca Lagunera inicia antes en los machos cabrios por la presencia constante de hembras estrogenizadas durante el periodo de reposo sexual

## IX. Literatura citada

- Álvarez RL, Ducoing WAE, Zarco QL, Trujillo GAM. 1999. Conducta estral, concentraciones de LH y función lútea en cabras en anestro estacional inducidas a ciclar mediante el contacto con hembras en estro. *Vet Mex*; 30: 25-31.
- Bas P, Morand-Fehr P, Rouzeau A, Chilliard Y. 1985. Weight and metabolism of goat adipose tissues during pregnancy and lactation. *Ann Zoothech*; 34: 483-484.
- Bielli A, Pedrana G, Gastel MT, Castrillejo A, Morana A, Lundeheim N, Forsberg M, Rodriguez-Martinez H. 1999. Influence of grazing management on the seasonal change in testicular morphology in Corriedale rams. *Anim Reprod Sci*.56 (2): 93-105.
- Bronson, F.H. 1985. *Mammalian reproductive biology* University of Chicago Press, Chicago. 325 pp.
- Chemineau P. 1986. Sexual behavior and gonadal activity during the year in the tropical Creole meal goat. Male mating behaviour, testis diameter, ejaculate characteristics and fertility. *Reprod Nutr Dév*; 26 (2 A): 453-460.
- Chemineau P. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrus cycles in anovulatory goats. *Lives Prod Sci*; 17:135-147.
- Chemineau P, Daveau A, Maurice F, Delgadillo JA. 1992. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Rumin Res*. 8: 299-312.
- Chilliard Y, Sauvant D, Bas P, Pascal G, Mohrand-Fehr P. 1981. Importance relative et activités métaboliques des différents tissus adipeux de la chèvre laitière. Dans: *Nutrition et Systèmes d'Alimentation de Chèvres*, Morand-Fehr P,

- Bourbouze A, et de Simiane M (eds). Symp International Tours, France, 12-15 Mai 1981, INRA TOVIC, France, pp. 80-89.
- Delfa R, Texeira A, Blasco I, Colomer-Rocher F. 1991. Ultrasonic estimates of fat thickness, C measurement and longissimus dorsi depth in rasa aragonesa ewes with same body condition score. Options Méditerranéennes – Série Séminaires- No. 13: 25-30.
- Delgadillo JA, 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(5): 755-770.
- Delgadillo JA, Leboeuf B, Chemineau P. 1993. Maintenance of sperm production in bucks during a third year of short photoperiodic cycles. Rev Nutr Dev; 33 (6): 609-617.
- Delgadillo JA, Hochereau-de-Reviers MT, 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
- Delgadillo JA, Canedo GA, Chemineau P, Guillaume D, Malpaux B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male creole goats in subtropical northern Mexico. Theriogenology; 52: 727-737.
- Delgadillo JA, Cortez ME, Duarte G, Chemineau P, Malpaux B. 2004. Evidence that the photoperiod controls the annual changes in testosterone secretion, testicular and body weight in subtropical male goats. Reprod Fertil Dev; 44: 183-193.
- Gall CF. 1982. Carcass composition. Proceedings of the third International Conference on Goat Production and Disease, Tucson, Etat-Unis, 10-15 janvier 1982, pp. 472-487.

- Gastel T, Bielli A, Perez R, Lopez A, Castrillejo A, Tagle R, Franco J, Laborde D, Fosberg M, Rodríguez-Martinez H. 1995. Seasonal variations in testicular morphology in Uruguayan Corriedale rams. *Anim Reprod Sci*; 40: 59-75.
- Gonzalez R, Orgeur P, Signoret JP. 1988a. Luteinizing hormone, testosterone and cortisol responses in rams upon presentation of estrous females in the nonbreeding season. *Theriogenology*; 30: 1075-1086.
- Gonzalez R, Poindron P, Signoret JP. 1988b. Temporal variation in LH and testosterone responses of rams after the introduction of oestrous females during the breeding season. *J Reprod Fert*; 83: 201-208.
- Gonzalez R, Orgeur P, Poindron P, Signoret JP. 1991. Female effect in sheep. I. The effects of sexual receptivity of females and the sexual experience of rams. *Reprod Nutr Dev*; 31: 97-102.
- Hervieu J, Mprand-Fehr, Schmidely Ph, Fedele V, Delfa R. 1991. Mesures anatomiques permettant d'expliquer les variations des notes sternales, lombaires et caudales utilisées pour estimer l'état corporel des chèvres laitières. *Options méditerranéennes – Série Séminaires – No. 13* :43-56.
- Honhold N, Petit H, Halliwell RW. 1989. Conditions scoring scheme for small East African goats in Zimbabwe. *Trop Anim Health Prod*; 21: 121-127.
- Illius AW, Haynes NB, Lamming GE. 1976a. Effects of ewe proximity on peripheral plasma testosterone levels and behavior in the ram. *J Reprod Fert*; 48: 25-32.
- Illius AW, Hayes NB, Purvis K, Lamming GE. 1976b. Plasma concentrations of testosterone in the developing ram in different social environments. *J Reprod Fert*; 48: 17-24.

- Iwata E, Wakabayashi Y, Kakuma Y, Kikusui T, Takeuchi Y, Mori Y. 2000. Testosterone-dependent primer pheromone production in the sebaceous gland of male goat. *Biol of Reprod*; 62: 806–810.
- Karsh FJ, Bittman EL, Foster DL, Goodman RL, Legan SL, Robinson JE. 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Rec Prog Horm Res*; 40: 185-232.
- Lindsay DR, Pelletier J, Pisselet C, Corout M. 1984. Changes in photoperiod and nutrition and their effect on testicular growth of rams. *J Rerod Fert*; 71; 351-356.
- Lincoln GA, Short RV. 1980. Seasonal breeding: nature's contraceptive. *Rec Prog Horm Res*; 36: 1-43.
- Lincoln GA. 1989. Seasonal aspects of testicular function. *The testis*. 2th:329-385.
- Malpaux B, Delgadillo JA, Chemineau P. 1997. Neuroendocrinología del fotoperiodo en el control de la actividad reproductiva. *Seminario Internacional: Tópicos Avanzados en Reproducción Animal*. 12 de Septiembre, Montecillo, México: 23:41.
- Martin GB, Oldham CM, Cognié Y, Pearce DT. 1986. The physiological response of anovulatory ewes to the introduction of rams. *Livest Prod Sci*; 15: 219-247.
- Martin GB, Walkden-Brown SW. 1995. Nutritional influences on reproduction in male sheep and goats. *J Reprod Fétil Suppl*; 49: 437-449.
- NRC. National Research Council. 1981. *Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries*. Washington, D.C. National Academy Press.
- Ortavant, R., Pelletier, J., Ravault, J.P., Thimonier, J. y Volland-Nail, P. 1985. Photoperiod: main proximal and distal factor of the circannual cycle of



- reproduction in farm mammals. *Oxford Rev Reprod Biol*, Clarendon Press, Oxford; 7: 305-345
- Pennington JA. 2004. Body condition scoring with dairy cattle, University of Arkansas, United States Department of Agriculture, and Country Governments Cooperating, Agriculture and Natural Resources.
- Ramírez BA, Álvarez RL, Ducoing WA, Gutierrez MJ, Zarco QLA. 2001. Inducción de la actividad ovárica en cabras anéstricas mediante diferentes grados de contacto con hembras. *Vet Méx*; 32(1): 13-17.
- Restall BJ. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim Reprod Sci*; 27: 305-318.
- Ritar AJ. 1991. Seasonal changes in LH, androgens and testes in the male Angora goat. *Theriogenology*; 36: 957-972.
- Ruegg PL, Milton RL. 1995. Body Conditions Scores of Holstein Cows Island, Canada: Relationships with Yield, Performance, and Disease. *J Dairy Sci*; 78: 552-564.
- Sánchez D, Véliz FG, Vielma J, Malpaux B, Delgadillo JA, Duarte G. 2001. La producción espermática de los machos caprinos Criollos del subtrópico mexicano, es influenciada por el sistema de explotación. II Congreso Latinoamericano de Especialidades en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. XI Congreso Nacional de Producción Ovina. Mérida, Yucatán, México.
- Sánchez D, Véliz FG, Flores JA, Yañes MA, Delgadillo JA, Duarte G. 2002. El comportamiento sexual de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera

- no es completamente influenciado por el sistema de explotación. XVII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Durango, México. 170-175.
- Schanbacher BD, Orgeur P, Pelletier J, Signoret JP. 1987. Behavioural and hormonal responses of sexually-experienced Ile-de-France rams to oestrus females. *Anim Reprod Sci*; 14: 293-300.
- Torre C, Casals R, Caja G, Paramio MT, Ferret A. 1991. The effects of body condition score and flushing on the reproductive performances of Ripollesa breed ewes mated in spring. *Options Méditerranéennes – Série Séminaires No. 13*: 85-90.
- Walkden-Brown SW, Restall BJ, Norton BW, Scaramuzzi RJ, Martin GB. 1994. Effect of nutrition on seasonal patterns of LH, FSH and testosterone concentration, testicular mass, sebaceous gland volume and odour in Australian Cashmere goats. *J Reprod Fertil*; 102 (2): 351-360.
- Walkden-Brown SW, Restall BJ, Scaramuzzi RJ, Martin GB. 1997. Seasonality in male Australian cashmere goats: Long term effects of castration and testosterone or estradiol treatment on changes in LH, FSH and prolactin concentrations and body growth. *Small Rumin Res*; (26): 239-252.
- Yarney TA, Sanford LM. 1983. The reproductive-endocrine response of adult rams to sexual encounters with estrual ewes is season dependent. *Hormones and behavior*; 17: 169-182.
- Zarco QL, Rodríguez EF, Angulo MRB, Valencia MJ. 1995. Female to female stimulation of ovarian activity in the ewe. *Anim Reprod Sci*; 39: 251-258.