

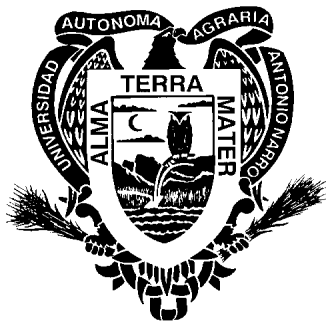
LA PRESENCIA DE CABRAS INDUCIDAS ARTIFICIALMENTE AL ESTRO NO
ADELANTA EL INICIO DE LA ESTACIÓN SEXUAL EN LOS MACHOS
CABRÍOS

SOLEDAD BIBIANA LÓPEZ VARGAS

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS AGRARIAS



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

Director de tesis: Dr. Gerardo Duarte Moreno

Torreón, Coahuila, México

Junio 2007

LA PRESENCIA DE CABRAS INDUCIDAS ARTIFICIALMENTE AL ESTRO NO
ADELANTA EL INICIO DE LA ESTACIÓN SEXUAL EN LOS MACHOS
CABRÍOS

TESIS

POR

SOLEDAD BIBIANA LÓPEZ VARGAS

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada
como requisito parcial para optar al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS AGRARIAS

COMITÉ PARTICULAR

Asesor Principal:

Dr. Gerardo Duarte Moreno

Asesor:

Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez

Asesor:

Dr. José Alfredo Flores Cabrera

M.C. Gerardo Arellano Rodríguez
Jefe del Departamento de Postgrado

Dr. Jerónimo Landeros Flores
Director de Postgrado

Torreón, Coahuila, México. Junio 2007

DEDICATORIAS

A mis padres: Constancio y Elena, por el amor que me brindan en todo momento.

A mis hermanos: Francisco G, Blanca Luz, Esmeralda y Xóchitl, por su amor y apoyo incondicional.

A mis sobrinos: Hibert, Yendi, Valeria, Irving, Edgar, Alexei e Inti Gabriel, por compartirme la alegría e inocencia de sus corazones.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por su apoyo durante mi estancia en el Postgrado.

Al CONACYT por la beca otorgada para la realización de este proyecto.

Al Dr. Gerardo Duarte Moreno, por su paciencia y comprensión durante todo este tiempo.

Al Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez, por sus valiosos comentarios en la redacción de esta tesis y por su amistad.

Al Dr. José Alfredo Flores Cabrera, por su amistad durante mi estancia.

Al Dr. Jesús Vielma Sifuentes, por sus consejos y aliento a seguir adelante.

Al Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras, por su amistad y acertados comentarios.

A mis compañeros y amigos del Postgrado: Gonzalo, Juan Ramón, Ángeles, Ulises, Iván, Juan Carlos, Mauricio, Santiago, Ángel, Francisco, por los buenos momentos que pasamos juntos.

A Jacobo José por compartir los buenos y malos momentos de la vida.

A Esther Peña y Dolores López, por su amistad incondicional.

Y a todas aquellas personas que de alguna forma estuvieron junto a mí en los días más difíciles.

COMPENDIO

La presencia de cabras inducidas artificialmente al estro no adelanta el inicio de la estación sexual de los machos cabríos

Por

Soledad Bibiana López Vargas

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

Director de tesis: Dr. Gerardo Duarte Moreno

Torreón, Coahuila, México. Junio 2007.

El objetivo del presente estudio fue determinar si la presencia constante de hembras en estro inducido artificialmente adelanta el inicio de la actividad sexual en los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera. Se utilizaron 15 machos cabríos locales en reposo sexual y cinco hembras (dos ovariectomizadas para evitar la manifestación de alguna actividad estral y tres inducidas al estro artificialmente). Todos los animales permanecieron estabulados durante el experimento. Un grupo de machos permaneció aislado de las hembras. Un segundo grupo fue puesto en contacto con dos hembras ovariectomizadas. Un tercer grupo de machos, estuvo en contacto con tres hembras estrogenizadas. La condición corporal, el diámetro testicular y la intensidad de olor de los machos se determinaron cada dos semanas. La

testosterona se determinó una vez por semana. La condición corporal, el diámetro testicular y los niveles plasmáticos de testosterona fueron sometidos a un análisis de varianza ANOVA con medidas repetidas y considerando dos factores (grupo y tiempo del estudio). La intensidad de olor se comparó mediante la prueba de *U* de Mann-Whitney. El ANOVA reveló que la condición corporal, el diámetro testicular y los niveles plasmáticos de testosterona variaron durante el estudio en los grupos de machos (efecto del tiempo: $P < 0.001$). Además, existieron interacciones entre grupo-tiempo ($P < 0.05$). Sin embargo, no existieron diferencias ($P < 0.05$) al comparar los datos quincenales (condición corporal, diámetro testicular) o semanales (testosterona). La intensidad de olor fue superior en los machos en contacto con las hembras en estro que en los machos aislados, únicamente el 15 de mayo ($P < 0.05$). Los resultados obtenidos permiten concluir que la presencia continua de hembras en estro no adelanta el inicio de la actividad sexual anual de los machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera.

Palabras clave: bioestimulación, efecto macho, efecto hembra, olor sexual, testosterona.

ABSTRACT

The presence of female goats induced artificially in estrus doesn't advance the onset of the breeding season of male goats

By

Soledad Bibiana López Vargas

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

Thesis director: Dr. Gerardo Duarte Moreno

Torreón, Coahuila, México. Junio 2007

The objective of this study was to determine if the constant presence of female goats artificially induced in estrus advance the onset of the annual sexual activity of male Creole bucks from the Comarca Lagunera. Fifteen male Creole and five females (two ovariectomized to avoid any sign of estrus activity and three does induced artificially in estrus) were used. All animals remained in open pens during the whole experiment. A group of males remained isolated from females. A second group was in contact with two ovariectomized females. The third group of males was in contact with three does induced artificially in estrus. Body condition, testicular diameter and the odor intensity of males were determined every two weeks. Testosterone levels were determined once a

week. Body condition, testicular diameter and testosterone levels were analyzed by a two-way ANOVA with repeated measurements (group and time of the study). The intensity of odor was analyzed by Mann-Whitney test. ANOVA revealed that body condition, testicular diameter and testosterone levels of the three groups of males varied during the study (effect of the time: $P < 0.001$). Also, it revealed an interaction between groups and time of the study ($P < 0.05$). However, there were not differences ($P > 0.05$) between the values obtained biweekly (corporal condition, diameter testicular) or weekly (plasma testosterone levels). The odor intensity was greater in males in contact with the estrus females that in those isolated only on May 15 ($P < 0.05$). These results allow to conclude that the continuous presence of estrus females does not advance the onset of the annual sexual activity of the male Creole bucks from the Comarca Lagunera.

Key words: biostimulation, male effect, female effect, sexual odor, testosterone.

Índice

I. Introducción	1
II. Revisión de Literatura	3
2.1 Estacionalidad reproductiva de hembras y machos de zonas subtropicales	3
2.2 Factores ambientales que influyen sobre la actividad sexual de ovinos y caprinos de las latitudes subtropicales	4
2.2.1 Fotoperiodo	4
2.2.2 Nutrición	4
2.2.3 Relaciones sociales	5
2.2.4 Efecto macho	5
2.2.5 Efecto hembra	6
2.2.5.1 Hembra - hembra	6
2.2.5.2 Hembra - macho	7
III. Objetivo	10
Hipótesis	10
IV. Materiales y Métodos	11
4.1 Localización del estudio	11
4.2 Animales	11
4.2.1 Machos	11
4.2.2 Hembras	12
4.3 Manejo y alimentación	13
4.4 Variables determinadas	13
4.4.1 Condición corporal	13

4.4.2 Diámetro testicular	14
4.4.3 Intensidad de olor	14
4.4.4 Testosterona	14
4.5 Análisis Estadísticos	15
V. Resultados	16
5.1 Condición corporal	16
5.2 Diámetro testicular	16
5.3 Secreción de testosterona	16
5.4 Olor	17
VI. Discusión	22
VII. Conclusión	25
VIII. Literatura Citada	26

Índice de figuras

Figura 1. Concentración de testosterona de machos Cashmere Australianos alimentados con una dieta de alta calidad durante 16 meses.	8
Figura 2. Evolución de la condición corporal de machos cabríos de la Comarca Lagunera (26° N) aislados de hembras, en contacto con hembras ovariectomizadas o con hembras estrogenizadas.	18
Figura 3. Evolución del diámetro de ambos testículos de machos cabríos de la Comarca Lagunera (26° N) aislados de hembras, en contacto con hembras ovariectomizadas o con hembras estrogenizadas.	19
Figura 4. Evolución de los niveles plasmáticos de testosterona de machos cabríos de la Comarca Lagunera (26° N) aislados de hembras, en contacto con hembras ovariectomizadas o con hembras estrogenizadas.	20
Figura 5. Evolución de la intensidad del olor sexual de machos cabríos de la Comarca Lagunera (26° N) aislados de hembras, en contacto con hembras ovariectomizadas o con hembras estrogenizadas.	21

Índice de tablas

Tabla 1. Condición corporal, diámetro testicular e intensidad de olor (promedio \pm EEM) de los grupos de machos cabríos al momento de iniciar el estudio.	13
---	----

I. Introducción

Los factores medioambientales de mayor importancia que influyen la reproducción de los mamíferos, son el ciclo día/noche, la disponibilidad de alimento, la temperatura ambiente, la lluvia, y una gran variedad de señales que emiten los individuos del sexo opuesto. En los mamíferos que tienen una reproducción estacional, el medio ambiente determina el desarrollo de la estación sexual para que los partos ocurran cuando las condiciones medioambientales permitan la sobrevivencia de la cría (Bronson, 1985).

La reproducción de los caprinos locales de la Comarca Lagunera es estacional. El periodo de anestro en las hembras ocurre de marzo a agosto y el periodo de reposo sexual en los machos cabríos sucede de enero a mayo (Delgadillo-Sánchez *et al.*, 2003). Las relaciones socio-sexuales pueden modificar la actividad reproductiva en esta y otras especies (Walkden-Brown *et al.*, 1999; Delgadillo *et al.*, 2006). En efecto, la introducción de un macho en un grupo de hembras anéstricas puede inducir y sincronizar la actividad ovulatoria de éstas (efecto macho: Chemineau, 1987; Flores *et al.*, 2000). Por otro lado, las hembras en estro pueden inducir la actividad ovulatoria de las hembras anéstricas (efecto hembra-hembra; ovejas: Zarco *et al.*, 1995; cabras: Álvarez *et al.*, 1999). Además, en carneros y machos cabríos en reposo sexual, el contacto con hembras en estro durante 6 u 8 h, incrementa la pulsatilidad de la LH y testosterona (efecto hembra-macho; ovejas: Sanford *et al.*, 1974; Howland *et al.*, 1985; cabras: Walkden-Brown *et al.*, 1994a). En carneros mantenidos en el

período de actividad sexual durante 6 meses con hembras en estro, la talla y el peso testicular y la actividad sexual determinada por el número de eyaculaciones fue significativamente mayor comparado con carneros aislados de las hembras (Illius, 1976). En los machos cabríos locales de la Comarca Lagunera no se conoce la influencia de la presencia de las cabras en estro sobre el ciclo reproductivo anual. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar si la presencia constante de hembras en estro inducido artificialmente es suficiente para adelantar el inicio de la actividad sexual en los machos cabríos locales de la Comarca Lagunera.

II. Revisión de literatura

2.1 Estacionalidad reproductiva de hembras y machos de zonas subtropicales

En las zonas subtropicales la mayoría de los ovinos y caprinos muestran variaciones estacionales en su actividad reproductiva (Walkden-Brown *et al.*, 1994b; Delgadillo *et al.*, 2004). Por ejemplo, en las cabras de la raza Cashmere en Australia, el periodo de actividad sexual ocurre de febrero a agosto (otoño-invierno del hemisferio sur), mientras que el periodo de reposo sexual se observa de septiembre a enero (primavera-verano; Restall, 1992). Las cabras Criollas de Argentina muestran un periodo de actividad reproductiva de marzo a septiembre y un periodo de reposo sexual de octubre a febrero (Rivera *et al.*, 2003). En las cabras Criollas del subtrópico mexicano, el periodo de anestro ocurre de marzo a agosto, y el periodo de actividad sexual de septiembre a febrero (Duarte, 2000). Al igual que las hembras, los machos también manifiestan variaciones estacionales en su actividad sexual. En los machos cabríos locales del subtrópico mexicano, el periodo de actividad sexual comprende de mayo a diciembre. Durante este periodo se incrementa el peso testicular, las concentraciones plasmáticas de testosterona y los machos manifiestan una intensa libido. El periodo de reposo se observa de enero a abril, meses en los cuales todas las características de la actividad sexual disminuyen, excepto la latencia a la eyaculación, la cual se incrementa (Delgadillo *et al.*, 1999).

2.2 Factores ambientales que influyen sobre la actividad sexual de ovinos y caprinos de las latitudes subtropicales

2.2.1 Fotoperiodo

La estacionalidad reproductiva de los caprinos del subtrópico mexicano (26° N) es controlada principalmente por el fotoperiodo. En machos cabríos sometidos durante 2 años consecutivos a tres meses de días largos seguidos de tres meses de días cortos, el peso testicular se incrementó durante los días cortos y disminuyó durante los días largos. Las mismas variaciones se registraron con las concentraciones plasmáticas de testosterona (Delgadillo *et al.*, 2004). En las hembras caprinas de esta misma raza sometidas al mismo tratamiento fotoperiódico de los machos, las ovulaciones iniciaron durante los días cortos y terminaron durante los días largos (Duarte, 2000).

2.2.2 Nutrición

La nutrición es un factor que influye el desempeño reproductivo de los animales (Blache *et al.*, 2000). En los machos cabríos de la raza Cashmere en Australia alimentados durante 17 meses con una dieta de alta calidad, los valores de la circunferencia escrotal y la intensidad del olor fueron mayores que en los animales alimentados con una dieta de baja calidad. Además, la estación sexual inició antes en los machos bien alimentados que en los subalimentados (Walkden-Brown *et al.*, 1994b). Asimismo, una sobrealimentación de 6 semanas durante el periodo de reposo, incrementó la libido, el volumen de eyaculado, el

número de espermatozoides vivos y la motilidad espermática (Walkden-Brown *et al.*, 1994c, Martin y Walkden-Brown, 1995). Los machos cabríos locales de la Comarca Lagunera también son influenciados por la alimentación. Los machos mantenidos en estabulación y alimentados adecuadamente, presentan variaciones estacionales del peso testicular y de la libido, similares a lo observado en los machos mantenidos en condiciones extensivas y alimentados según la disponibilidad de alimento en el campo. Sin embargo, la producción espermática es mayor en los machos mantenidos en condiciones intensivas que en los mantenidos en condiciones extensivas (Sánchez *et al.*, 2002).

2.2.3 Relaciones sociales

Las interacciones sociales en un grupo de individuos son determinantes para el desarrollo del ciclo anual de reproducción (Rekwot *et al.*, 2001). La presencia de machos puede inducir y sincronizar el estro y la ovulación de las hembras anéstricas (Walkden-Brown *et al.*, 1999; Ungerfeld *et al.*, 2004). De igual forma, hembras en estro pueden estimular la actividad estral u ovulatoria de las hembras anéstricas o la secreción de la LH o testosterona de los machos en reposos sexual (Zarco *et al.*, 1995; Gonzalez *et al.*, 1991a; Ungerfeld y Silva, 2004).

2.2.4 Efecto macho

La introducción repentina de machos a un grupo de ovejas o cabras en anestro estacional incrementa la pulsatilidad de la LH induce y sincroniza el

estro y la ovulación. Este fenómeno se denomina “efecto macho” (ovejas: Martin *et al.*, 1986; cabras: Flores *et al.*, 2000). En razas que tienen una reproducción estacional, el efecto macho se utiliza un mes antes del periodo natural de actividad sexual o un mes después de este periodo, porque la mayoría de las hembras responden a la presencia de los machos (Chemineau, 1987; Mellado *et al.*, 2000). En otros meses del anestro estacional, algunas hembras no responden al efecto macho (Restall, 1992; Delgadillo *et al.*, 2004). Sin embargo, en las razas que no manifiestan una marcada estacionalidad reproductiva, la actividad sexual de las hembras puede ser estimulada por los machos en cualquier época del año (Chemineau, 1983).

2.2.5 Efecto hembra

2.2.5.1 Hembra-hembra

La capacidad que tienen las hembras en estro para estimular las ovulaciones en las hembras anéstricas se denomina “efecto hembra” (Sanford *et al.*, 1974, Zarco *et al.*, 1995). La inclusión del 20% de hembras en estro es suficiente para estimular las actividades estral y ovulatoria de la mayoría (>75%) de las hembras anéstricas (Walkden-Brown *et al.*, 1993; Restall, 1995; Álvarez *et al.*, 1999). Sin embargo, Véliz *et al.* (2002) demostraron que la presencia de cabras en estro no estimula la actividad sexual de las cabras anéstricas. Es probable que la respuesta al efecto hembra dependa de varios factores como la raza, la época del año en que se realiza el estudio o el porcentaje de hembras en estro.

2.2.5.2 Efecto hembra-macho

Al igual que en las hembras, los machos pueden ser estimulados por la presencia de hembras en estro. Esta estimulación se ha observado durante los periodos de actividad o reposo sexual. Durante la estación sexual, los carneros y machos cabríos expuestos a hembras en estro durante 3 h ó 6 h, incrementan la secreción de LH y testosterona. Esta secreción es superior a la de los machos que no tuvieron contacto con las hembras (carneros: Gonzalez *et al.*, 1991a; caprinos: Howland *et al.*, 1985). Asimismo, los machos cabríos de la raza Cashmere alimentados con una dieta de alta calidad y expuestos durante 8 h a hembras en estro, incrementaron sus niveles de testosterona, con respecto a los machos que permanecieron aislados de las hembras (Figura 1; Walkden-Brown *et al.*, 1994a).

Asimismo, los carneros de 16 meses de edad mantenidos durante 6 meses en estrecho contacto con ovejas cíclicas durante el periodo de actividad sexual, tuvieron valores más altos de la talla testicular y de la concentración plasmática de testosterona en comparación con los carneros aislados de hembras (Illius *et al.*, 1976). Varios estudios han demostrado que la estimulación de los machos por hembras inducidas artificialmente al estro es más eficiente durante el periodo de reposo sexual de los machos (Schanbacher *et al.*, 1987). Yarney y Sanford (1983) reportaron que en borregos de 2-4 años de edad sin experiencia sexual, una diferencia en los niveles de la LH entre el grupo de machos que montaron a las hembras en estro, que aquellos aislados de las hembras. Sin embargo, no se observaron cambios en los niveles

circulantes de testosterona. No obstante, otros autores reportaron incrementos en la secreción de la LH y la testosterona en carneros después de ser expuestos a las ovejas en estro, mientras que los carneros que permanecieron separados solamente a 30 cm de las hembras, no mostraron variaciones en la secreción de LH y testosterona (Gonzalez *et al.*, 1988a; Ungerfeld y Silva, 2004).

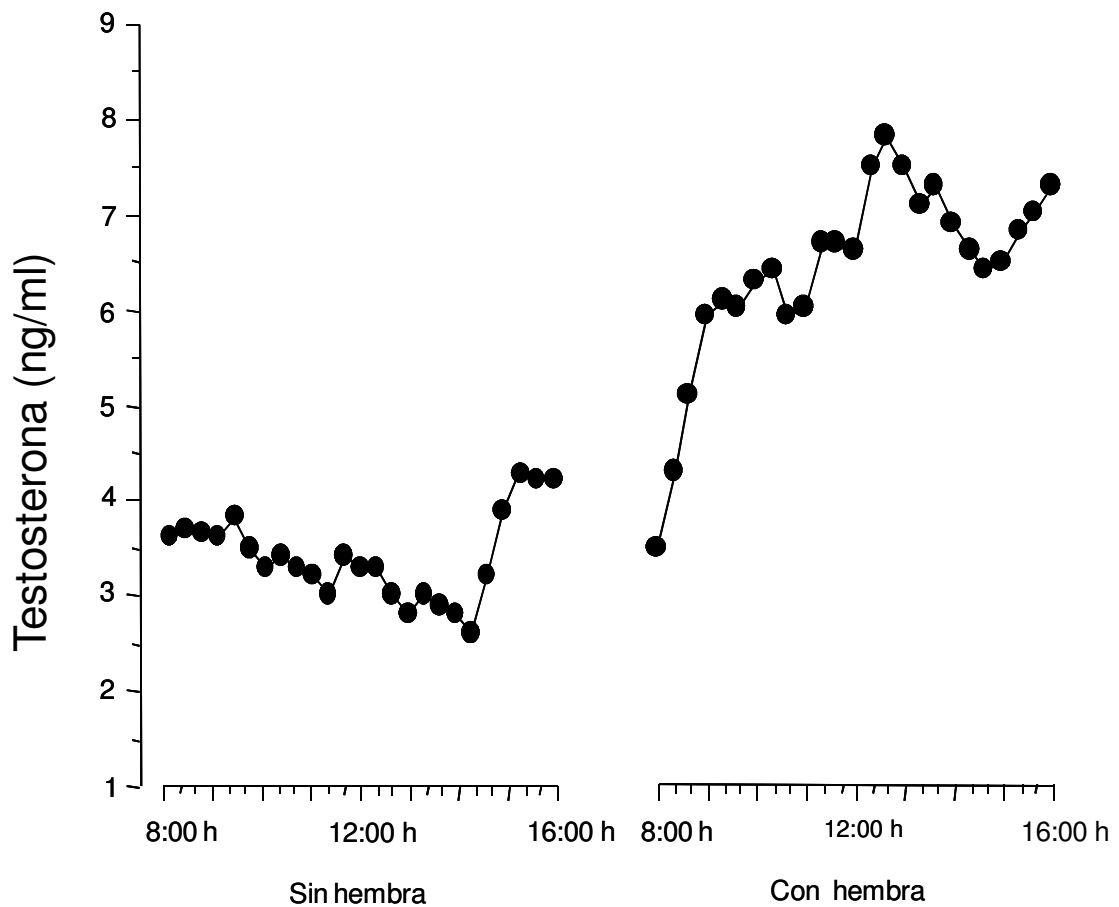


Figura 1. Concentración de testosterona de machos Cashmere Australianos alimentados con una dieta de alta calidad durante 16 meses. Las muestras sanguíneas se tomaron a intervalos de 20 min entre las 8:00 h y 16:00 h. Una hembra en estro fue introducida a las 8:00 h del segundo día y permaneció hasta el término del muestreo (Adaptado de Walkden-Brown *et al.*, 1994a).

Los mecanismos responsables de la estimulación del macho por la presencia de hembras en estro, no están bien dilucidados. Sin embargo, se considera que es un fenómeno multisensorial como el descrito en el efecto macho. El tacto con la hembra, así como la emisión de feromonas por parte de ésta, parecen participar en la respuesta de los machos al efecto hembra (Lindsey, 1965; Signoret, 1991). En efecto, los machos son capaces de identificar el estado fisiológico de las hembras a través de la orina (Blissitt *et al.*, 1990). Sin embargo, en borregos, a los cuales se les colocaron mascarar que contenían orina, secreciones vaginales y lana de ovejas en estro, no modificaron las secreciones de LH y testosterona. Por otra parte, se ha considerado que la anosmia en los machos no influye sobre la respuesta al efecto hembra. Por ejemplo, la introducción de hembras en estro incrementó significativamente la pulsatilidad de LH y testosterona tanto en los machos anósmicos como en los intactos (Gonzalez *et al.*, 1991b). Los resultados anteriores sugieren que además del olfato, otros sentidos participan en la respuesta de los machos a la presencia de las hembras. El tiempo de exposición de los machos a las hembras en estro puede modificar también la secreción de LH (Gonzalez *et al.*, 1988b; Perkins *et al.*, 1992). Los estudios efectuados en los caprinos sobre el efecto hembra han sido de corta duración y no se conoce la respuesta de los machos expuestos a las hembras por periodos prolongados durante el reposo sexual.

III. Objetivo

Determinar si en los machos cabríos locales de la Comarca Lagunera en reposo sexual, la presencia constante de hembras en estro inducido artificialmente adelanta el inicio de la estación sexual.

Hipótesis

En los machos cabríos locales de la Comarca Lagunera en reposo sexual, el estrecho contacto con hembras inducidas artificialmente al estro, adelanta el inicio de la estación sexual.

IV. Materiales y Métodos

4.1 Localización del estudio

Este estudio se llevó a cabo del 1 de febrero al 31 de mayo de 2005, en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en Torreón, Coahuila, a una latitud 26° N y una altitud que oscila entre 1100 a 1400 metros sobre el nivel del mar. La temperatura promedio máxima a la sombra fue de 38.8° C con rangos de 10.1° C en invierno y de 35.2° C en verano.

4.2 Animales

4.2.1 Machos

Se utilizaron 15 machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera los cuales tenían experiencia sexual previa. Los machos se repartieron en tres grupos homogéneos (n= 5 cada uno) de acuerdo a su condición corporal, olor y diámetro testicular (Tabla 1). Un grupo no tuvo contacto con hembras, este fue el grupo aislado (GA). Un segundo grupo fue puesto en contacto con dos hembras ovariectomizadas (GOVX). Un tercer grupo de machos estuvo en contacto con tres hembras inducidas artificialmente al estro durante todo el estudio (GE). La distancia entre cada grupo fue de al menos 100 m.

Tabla 1. Condición corporal, diámetro testicular e intensidad de olor (promedio \pm EEM) de los tres grupos de machos al momento de iniciar el estudio.

Grupos	n	Condición corporal (1-4)	Diámetro testicular (cm)	Intensidad de olor (0-3)
GA	5	2 ± 0^a	30 ± 2^a	1 ± 0^a
GOVX	5	2 ± 0^a	30 ± 2^a	1 ± 0^a
GE	5	2 ± 0^a	30 ± 1^a	1 ± 0^a

Literales iguales en columnas indican que no existe diferencia significativa.

4.2.2 Hembras

Se utilizaron cinco hembras caprinas locales de la Comarca Lagunera las cuales fueron introducidas a los corrales de los grupos correspondientes de machos a partir del 1 de marzo y hasta el final del estudio. Dos de ellas fueron ovariectomizadas con la finalidad de que no presentaran actividad estral y puestas en contacto con los machos del grupo GOVX. Otras tres fueron estrogenizadas antes de exponerlas a los machos aplicándoles 2 ml (4 mg) de cipionato de estradiol (ECP, Upjohn. México) vía i.m. durante tres días seguidos. Después de ponerlas en contacto con los machos, se continuó aplicando 1 ml (2 mg) de cipionato de estradiol cada tercer día, con la finalidad de mantener el estado estrogenizado de las hembras. Estas hembras se pusieron en contacto con los machos del grupo GE.

4.3 Manejo y alimentación

Los animales fueron alojados en corrales abiertos de 5 x 4 m, provistos de sombra. Estos animales fueron desparasitados (Ivermectina), despezuñados y vitaminados (ADE) antes de iniciar el estudio. El alimento se les proporcionaba por la mañana (8:00 h) y consistió en heno de alfalfa (17% PC, 1.95 Mcal de EM) y de avena (7.5 % PC, 1.9 Mcal de EM) según los requerimientos de mantenimiento diarios por animal (NRC, 1981). El agua y sales minerales (bloques, no menos de 17% de P, 3% de Mg, 5% de Ca, 5% de Na y 75% de NaCl) se les proporcionó a libre acceso durante todo el experimento.

4.4 Variables determinadas

La condición corporal, el diámetro testicular y la intensidad de olor se determinaron cada 2 semanas. Una muestra sanguínea se obtuvo cada semana para la determinación de los niveles plasmáticos de testosterona.

4.4.1 Condición corporal

La condición corporal se determinó mediante la técnica de palpación descrita por Walkden-Brown *et al.* (1997). Esta técnica utiliza una escala de 1 a 4, en donde 1 es un animal descarnado, 2 un animal con poca masa muscular y grasa entre las vértebras, 3 un animal con buena masa muscular y grasa, y 4 un animal con abundante masa muscular y grasa.

4.4.2 Diámetro testicular

El diámetro testicular se determinó midiendo la parte más ancha de los testículos utilizando una cinta métrica flexible (Walkden-Brown *et al.*,1994b).

4.4.3 Intensidad de olor

La intensidad de olor se determinó según la técnica descrita por Walkden-Brown *et al.* (1997). Esta técnica consiste en determinar el olor de los machos a una distancia de 10-15 cm de la base de los cuernos de los animales en donde se encuentran las glándulas sebáceas. Los valores de la escala es de 0 (olor neutro, no diferente a la hembra o a macho castrado), 1 (olor sexual ligero), 2 (olor sexual moderado), y 3 (olor sexual intenso).

4.4.4 Testosterona

Para determinar la concentración plasmática de testosterona se obtuvo una muestra sanguínea por punción de la vena yugular de los machos cabríos. La muestra se recolectó en tubos de ensayo de 5 ml, el cual contenía 30 µl de anticoagulante (heparina). Posteriormente fueron centrifugadas a 3000 g durante 30 minutos y se congelaron a -20° C hasta la determinación hormonal por radioinmunoanálisis fase sólida, utilizando 125 I, con una sensibilidad de 4 ng/dl y de acuerdo al fabricante (COAT-A-CONT Total Testosterone; PITKTT-4, 2005-0318; DPC[®], Los Angeles, CA, USA).

4.5 Análisis Estadísticos

La condición corporal, el diámetro testicular, la intensidad de olor y los niveles plasmáticos de testosterona fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas considerando dos factores (grupo y tiempo del estudio). Cuando existió interacción, los datos se compararon mediante la prueba “*t*” de student. La intensidad de olor se determinó mediante la prueba *U* de Mann-Whitney. Todos los análisis estadísticos se efectuaron utilizando el paquete estadístico Systat 10.

V. Resultados

5.1. Condición corporal

La evolución de la condición corporal de los machos de los 3 grupos se muestra en la Figura 2. El ANOVA reveló que la condición corporal de los machos de cada grupo varió durante el tiempo del experimento (efecto tiempo: $P < 0.001$). Además reveló una interacción grupo*tiempo, indicando que la evolución de la condición corporal fue diferente entre los grupos ($P < 0.05$) durante el estudio. Sin embargo, no se observó ninguna diferencia ($P > 0.05$) entre los grupos al comparar los datos quincenales.

5.2. Diámetro testicular

La evolución del diámetro testicular de los machos de los 3 grupos se muestra en la Figura 3. El ANOVA reveló que el diámetro testicular de los machos de los tres grupos varió durante el estudio (efecto tiempo: $P < 0.001$). Además reveló una interacción grupo*tiempo ($P < 0.05$), indicando que la evolución del diámetro testicular fue diferente entre los grupos durante el estudio. Sin embargo, no se observó ninguna diferencia ($P > 0.05$) entre los grupos al comparar los datos quincenales.

5.3. Secreción de testosterona

La evolución de la secreción de testosterona de los machos de los 3 grupos se muestra en la Figura 4. El ANOVA reveló que los niveles plasmáticos

de testosterona de los machos de los tres grupos variaron durante el estudio (efecto del tiempo: $P < 0.001$). Además reveló una interacción grupo*tiempo ($P < 0.05$), indicando que los niveles plasmáticos de testosterona fueron diferentes entre los grupos durante el estudio. Sin embargo, no se observó ninguna diferencia ($P > 0.05$) entre los grupos al comparar los datos semanales.

5.4. Olor

La evolución del olor de los machos de los 3 grupos se muestra en la Figura 5. La comparación de los valores obtenidos quincenalmente revelaron que el olor de los machos en contacto con hembras estrogenizadas fue superior ($P < 0.05$) al de los machos aislado solamente el 15 de mayo.

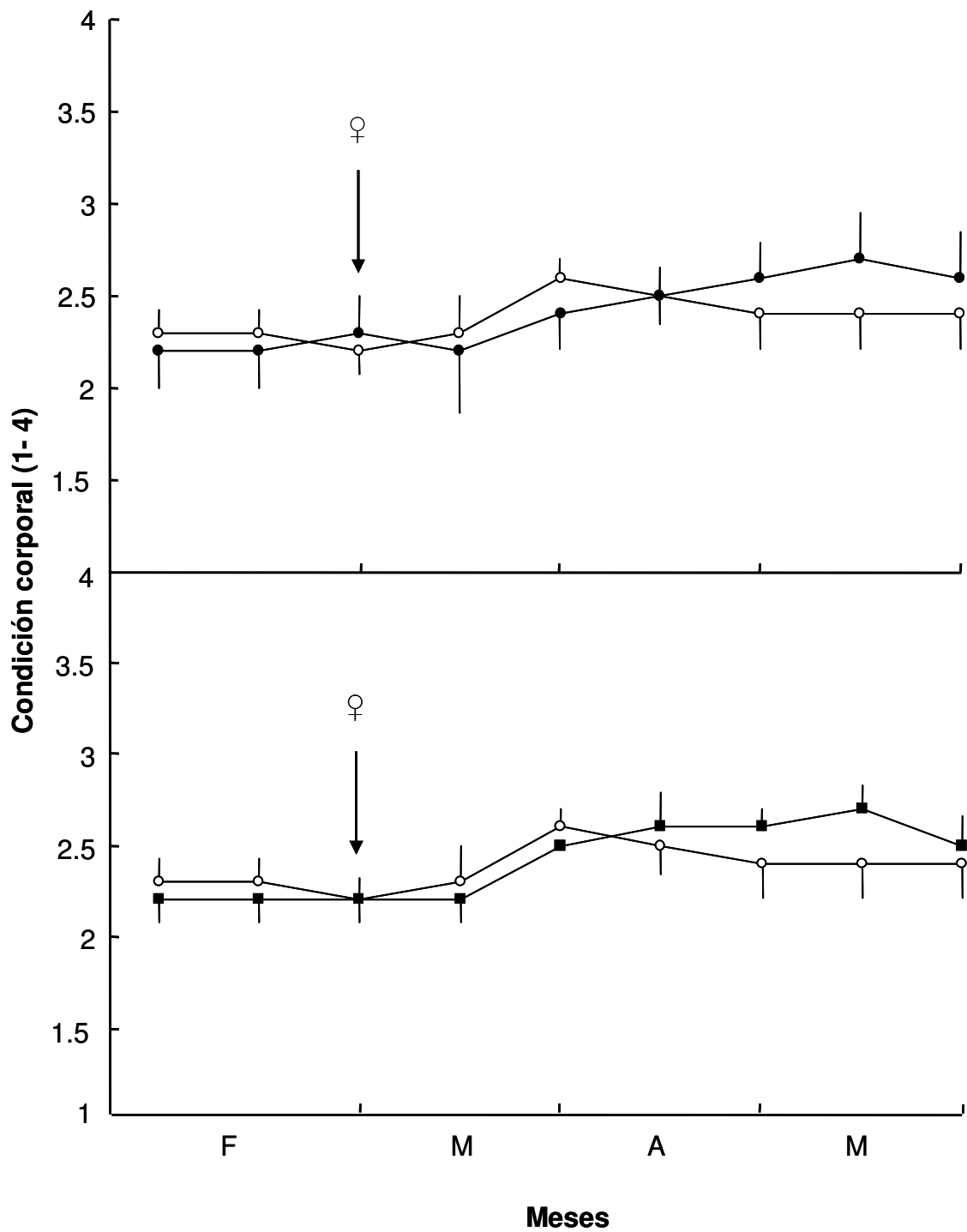


Figura 2. Evolución de la condición corporal de los machos cabríos de la Comarca Lagunera (26° N) aislados de hembras (○), en contacto con hembras ovariectomizadas (●) o con hembras estrogenizadas (■). La flecha indica el momento de la introducción de las hembras en los grupos de machos.

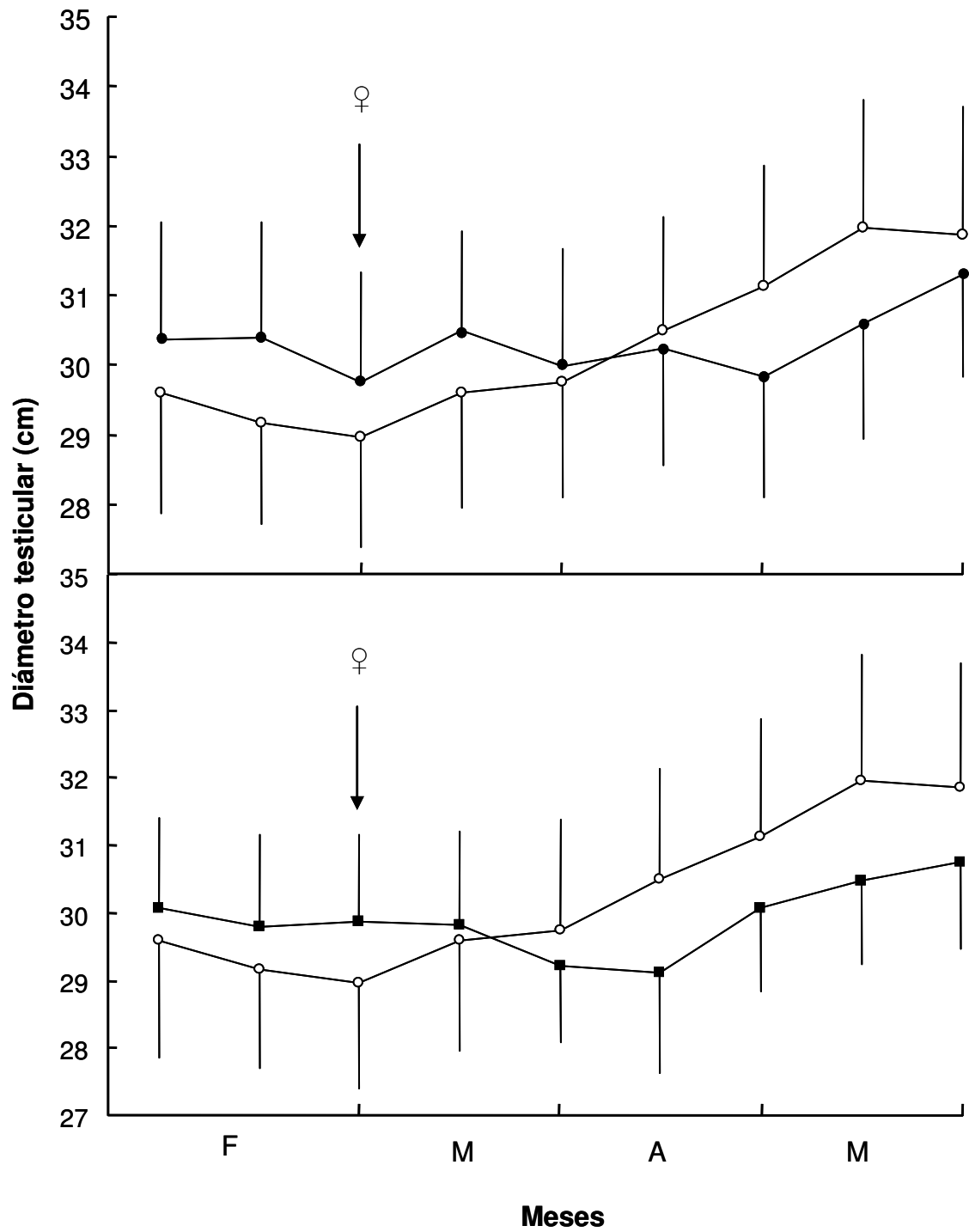


Figura 3.-Evolución del diámetro testicular de los machos cabríos de la Comarca Lagunera (26° N) aislados de hembras (○), con hembras ovariectomizadas (●) y con hembras estrogenizadas (■). La flecha indica el momento de la introducción de las hembras en los grupos de machos.

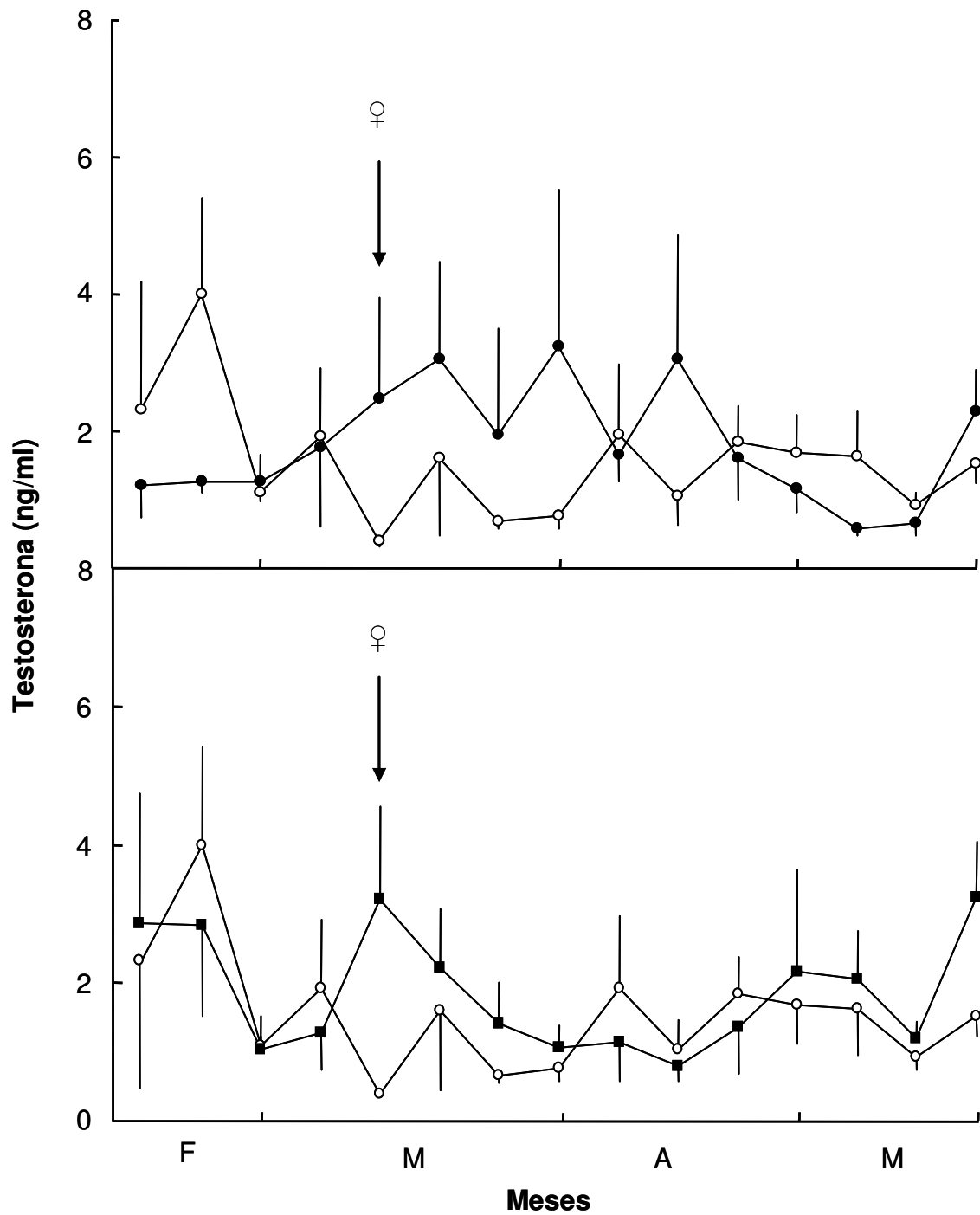


Figura 4. Evolución de los niveles plasmáticos de testosterona de machos cabríos de la Comarca Lagunera (26° N) aislados de hembras (○), con hembras ovariectomizadas (●) y con hembras estrogenizadas (■). La flecha indica el momento de la introducción de las hembras en los grupos de machos.

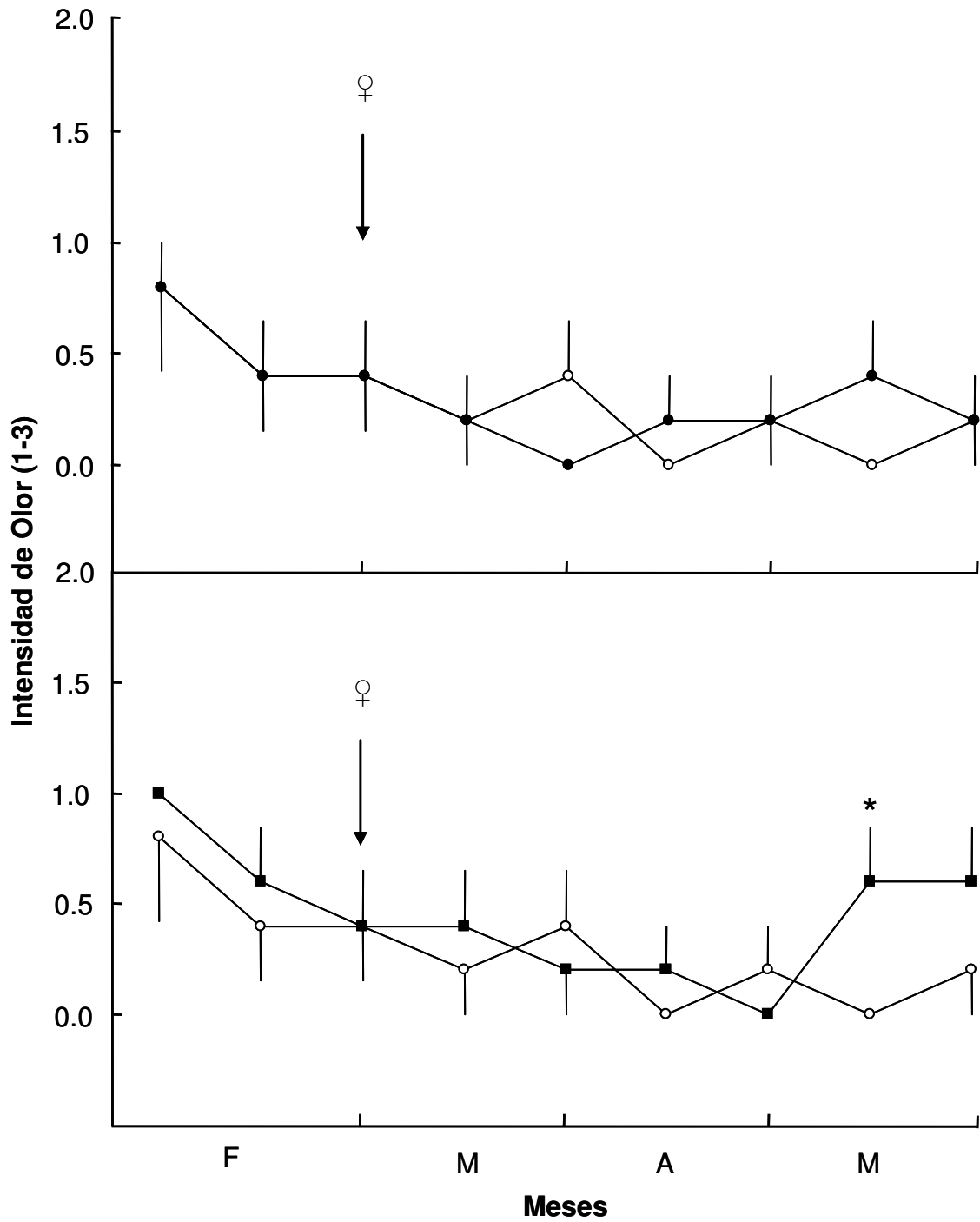


Figura 5. Evolución de la intensidad del olor sexual de machos cabríos de la Comarca Lagunera (26° N) aislados de hembras (○), en contacto con hembras ovariectomizadas (●) o con hembras estrogenizadas (■). La flecha indica el momento de la introducción de las hembras en los grupos de machos. *P<0.05.

VI. Discusión

La presencia de las hembras en estro no adelantó el inicio de la estación sexual de los machos cabríos locales de la Comarca Lagunera. La evolución del diámetro testicular, del olor y la secreción de testosterona fue similar en los machos expuestos a las hembras en estro y en aquellos en contacto con hembras ovariectomizadas o aislados. Estos resultados no concuerdan con los reportados en los carneros adultos expuestos durante 6 meses en estrecha proximidad a ovejas en estro inducido, en los cuales el tamaño testicular y los niveles plasmáticos de testosterona fueron mayores que en los carneros aislados (Illius *et al.*, 1976). Esta diferencia se debe, probablemente, al momento del año en que se efectuaron los dos estudios. El presente estudio se llevó a cabo durante el periodo de reposo sexual, cuando el fotoperiodo inhibe fuertemente la actividad del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas (Delgadillo *et al.*, 2004). Durante este periodo, la presencia a largo plazo de las hembras en estro, no fue suficiente para estimular la secreción de la testosterona, el crecimiento testicular ni el olor de los machos. En cambio, el estudio de Illius *et al.* (1976) se realizó durante la estación sexual. Esto sugiere que la presencia de hembras en estro incrementa la secreción de LH, y en consecuencia, de la testosterona y la talla testicular de los machos en la estación sexual. La capacidad de los machos para montar las hembras en estro, puede también incrementar la secreción de testosterona durante la estación sexual (Illius *et al.*, 1976). Durante la estación sexual, la presencia de las hembras en estro es suficiente para estimular la actividad del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas.

Los niveles plasmáticos de la testosterona fueron similares en los tres grupos de machos durante todo el estudio y coinciden con lo reportado anteriormente en los machos de esta misma raza (Delgadillo *et al.*, 1999, 2001). En efecto, la estación de reposo sexual en los machos aislados que se caracteriza por niveles bajos de testosterona, se desarrolla de enero a abril-mayo. Esto demuestra que la presencia de las hembras en estro u ovariectomizadas no modificó la secreción de la testosterona a largo plazo. Sin embargo, el intervalo del muestreo sanguíneo del presente estudio no permitió determinar si la secreción de la testosterona se incrementó al momento de exponer los machos a las hembras. Varios estudios han demostrado que la secreción de la LH y de la testosterona se incrementa en las siguientes horas de iniciado el contacto entre hembras en celo y machos (Yarney y Sanford, 1983; Schanbacher *et al.*, 1987; Gonzalez *et al.*, 1991a; Perkins *et al.*, 1992). Esto sugiere que existe una respuesta rápida de la secreción de LH y la testosterona a la presencia de hembras en estro. Este incremento que varía con la estación del año (Gonzalez *et al.*, 1989), puede mantenerse hasta por 4 días si las hembras permanecen en contacto con los machos (Ungerfeld y Silva, 2004). Posteriormente, los niveles plasmáticos de LH y/o testosterona disminuyen por la aparición probable de un estado de insensibilidad de los machos a la presencia de hembras en estro (Sanford *et al.*, 1974; Gonzalez *et al.*, 1988b). La falta de respuesta de los machos en contacto con hembras en estro se debió, probablemente, a que los machos se hicieron insensibles a la presencia de las hembras. Otra posibilidad es que haya existido una interacción

entre la época del año en que se efectuó el estudio y la aparición del estado refractario a la presencia de las hembras.

VII. Conclusión

Estos resultados permiten concluir que la presencia continua de hembras en estro no adelanta el inicio de la actividad sexual anual de los machos cabríos del subtrópico mexicano.

VIII. Literatura Citada

- Álvarez RL, Ducoing WA, Zarco QL, Trujillo AG. 1999. Conducta estral, concentraciones de LH y función lútea en cabras en anestro estacional inducidas a ciclar mediante el contacto con cabras en estro. *Vet. Méx.* 30: 25-31.
- Blache D, Chagas LM, Blackberry MA, Vercoe PE, Martin GB. 2000. Metabolic factors affecting the reproductive axis in male sheep. *J. Reprod. Fertil.* 120: 1-11.
- Blissitt MJ, Bland KP, Cottrell DF. 1990. Olfactory and vomeronasal chemoreception and the discrimination of oestrous and non-oestrous ewe urine odours by the ram. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 27: 325-335.
- Bronson FH. 1985. *Mammalian Reproduction: An Ecological Perspective.* Biol. Reprod. 32: 1-26.
- Chemineau P. 1983. Effect on oestrus and ovulation of exposing Creole goats to the male at three times of the year. *J. Reprod. Fertil.* 67: 65-72.
- Chemineau P. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats. A review. *Livest. Prod. Sci.* 17: 135-147.
- Delgadillo JA, Canedo GA, Chemineau P, Guillaume D, Malpaux B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology.* 52: 727-737.
- Delgadillo JA, Carrillo E, Morán J, Duarte G, Chemineau P, Malpaux B. 2001. Induction of sexual activity of male Creole goats in subtropical northern Mexico using long days and melatonin. *J. Anim. Sci.* 79: 2245-2252.
- Delgadillo-Sánchez JA, Flores-Cabrera JA, Véliz-Deras FG, Duarte-Moreno G, Vielma-Sifuentes J, Poindron-Massot P, Malpaux B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. *Vet. Mex.* 34: 69-79.
- Delgadillo JA, Cortez MA, 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. Nutr. Dev.* 44: 183-93.

- Delgadillo JA, Flores JA, Véliz FG, Duarte G, Vielma J, Hernandez H, Fernández I. 2006. Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. *Reprod. Nutr. Dev.* 46: 391-400.
- Duarte G. 2000. Estacionalidad reproductiva y efecto del fotoperiodo sobre la actividad ovulatoria de las hembras caprinas de la Comarca Lagunera (tesis de doctorado). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. 77 pp.
- Flores JA, Véliz FG, Pérez-Villanueva JA, Martínez de la Escalera G, Chemineau P, Poindron P, Malpoux B, Delgadillo JA. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol. Reprod.* 02: 1409-1414.
- Gonzalez R, Orgeur P, Poindron P, Signoret JP. 1991a. Female effect in sheep. I. The effects of sexual receptivity of females and the sexual experience of rams. *Reprod. Nutr. Dev.* 31: 97-102.
- Gonzalez R, Levy F, Orgeur P, Poindron P, Signoret JP. 1991b. Female effect in sheep. II. Role of volatile substances from the sexually receptive female; implication of the sense of smell. *Reprod. Nutr. Dev.* 31: 103-109.
- 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. Fertil.* 83: 201-208.
- Gonzalez R, Orgeur P, Poindron P, Signoret JP. 1989. Seasonal variation in LH and testosterone responses of rams following the introduction of oestrous ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 21: 249-259.
- Howland BE, Sanford LM, Palmer WM. 1985. Changes in serum levels of LH, FSH, prolactin, testosterone, and cortisol associated with season and mating in male pygmy goats. *J. Androl.* 6: 89-96.
- Illius AW, Haynes NB, Lamming GE. 1976. Effects of ewe proximity on peripheral plasma testosterone levels and behaviour in the ram. *J. Reprod. Fertil.* 48: 25-32.
- Lindsey DR. 1965. The importance of olfactory stimuli in the mating behavior of the ram. *Anim. Behav.* 13: 75-78.

- Martin GB, Oldham CM, Cognié Y, Pearce DT. 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams. A review. *Livest. Prod. Sci.* 15: 219-247.
- Martin GB, Walkden-Brown SW. 1995. Nutricional influences on reproduction in male sheep and goats. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 49: 437-449.
- Mellado M, Olivas R, Ruiz F. 2000. Effect of buck stimulus on mature and pre-pubertal norgestomet-treated goats. *Small Rumin. Res.* 26: 269-274.
- NRC. 1981. National Research Council. Nutrient requirements of goats: Angora, dairy and meat goats in temperate and tropical countries. Washington, D.C. National Academy Press.
- Perkins A, Fitzgerald JA, Price EO. 1992. Luteinizing hormone and testosterone response of sexually active and inactive rams. *J. Anim. Sci.* 70: 2086-2093.
- Rekwot P, Ogwu D, Oyedipe E, Sekoni V. 2001. The role of pheromones and biostimulation in animal reproduction. *Anim. Reprod. Sci.* 65: 157-170.
- Restall BJ. 1992. Seasonal variations in reproductive activity in Australian goats. *Anim. Reprod. Sci.* 27: 305-318.
- Restall BJ, Restall H, Walkden-Brown SW. 1995. The induction of ovulation in anovulatory goats by oestrous females. *Anim. Reprod. Sci.* 40: 299-303.
- Rivera GM, Alanis GA, Chaves MA, Ferrero SB, Morello HH. 2003. Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. *Small Rumin. Res.* 48: 109-117.
- Sánchez D, Véliz FG, Flores JA, Yáñez 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.
- Sanford ML, Palmer WM, Howland BE. 1974. Influence of sexual activity on serum levels of LH and Testosterone in the ram. *Can. J. Anim. Sci.* 54: 579-585.
- Schanbacher BD, Orgeur P, Pelletier J, Signoret JP. 1987. Behavioural and hormonal responses of sexually-experienced Ile-de-France rams to oestrous females. *Anim. Reprod. Sci.* 14: 293-300.

- Signoret JP. 1991. Sexual pheromones in the domestic sheep: Importance and limits in the regulation of reproductive physiology. *J. Steroid Biochem. Molec. Biol.* 39: 639-645.
- Systat 10. 2000. Evenston, ILL. USA.
- Ungerfeld R, Forsberg M, Rubianes E. 2004. Overview of the response of anoestrous ewes to the ram effect. *Reprod. Fertil. Dev.* 16: 479-490.
- Ungerfeld R, Silva L. 2004. Ewe effect: Endocrine and testicular changes in experienced adult and inexperienced young Corridale rams used for the ram effect. *Anim. Reprod. Sci.* 80: 251-259.
- Véliz FG, Moreno S, Duarte G, Vielma J, Chemineau P, Poindron P, Malpoux B, Delgadillo JA. 2002. Male effect in seasonally anovulatory lactating goats depends on the presence of sexually active bucks, but not estrous females. *Anim. Reprod. Sci.* 72: 197-207.
- Walkden-Brown SW, Restall BJ, Henniawati. 1993. The male effect in the Australian cashmere goats. 3. Enhancement with buck nutrition and use of oestrous females. *Anim. Reprod. Sci.* 32: 69-84.
- Walkden-Brown SW, Restall BJ, Norton BW, Scaramuzzi RJ. 1994a. The "female effect" in Australian cashmere goats: effect of season and quality of diet on the LH and testosterone response of bucks to oestrous does. *J. Reprod. Fertil.* 100: 521-31.
- Walkden-Brown SW, Restall BJ, Norton BW, Scaramuzzi RJ, Martin GB. 1994b. 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: 351-360.
- Walkden-Brown SW, Norton BW, Restall BJ. 1994c. Seasonal variation in voluntary feed intake and growth in Australian cashmere bucks fed ad libitum diets of low and high quality. *J. Agric. Sci.* 45: 355-366.
- Walkden-Brown SW, Restall BJ, Scaramuzzi RJ, Martin GB, Blackberry MA. 1997. Seasonality in male Australian cashmere goats: Long term effects of castration and testosterone or oestradiol treatment on changes in LH, FSH and prolactin concentrations, and body growth. *Small Rumin. Res.* 26: 239-252.
- Walkden-Brown SW, Martin GB and Restall BJ. 1999. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 54: 243-257.

Yarney TA, Sanford LM. 1983. The reproductive-endocrine response of adult rams to sexual encounters with estrual ewes is season dependent. *Horm. Behav.* 17: 169-182.

Zarco L, Rodríguez EF, Angulo MRB, Valencia J. 1995. Female to female stimulation of ovarian activity in the ewe. *Anim. Reprod. Sci.* 39: 251-258.