

**INFLUENCIA DE 16 HORAS LUZ O TESTOSTERONA EN  
MACHOS CABRÍOS SEXUALMENTE INACTIVOS SOBRE LA  
INDUCCIÓN DEL ESTRO EN CABRAS ANOVULATORIAS  
EXPUESTAS A ESTOS ANIMALES**

**JUAN MANUEL GUILLÉN MUÑOZ**

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para

Obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA**



Universidad Autónoma agraria Antonio Narro

Unidad Laguna

Subdirección de Posgrado

Torreón, Coahuila, México.

Mayo 2012

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro  
Unidad Laguna  
Subdirección de posgrado

**INFLUENCIA DE 16 HORAS LUZ O TESTOSTERONA EN MACHOS CABRÍOS  
SEXUALMENTE INACTIVOS SOBRE LA INDUCCIÓN DEL ESTRO EN  
CABRAS ANOVULATORIAS EXPUESTAS A ESTOS ANIMALES**

**POR**

**JUAN MANUEL GUILLÉN MUÑOZ**

Elaborado bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada como  
requisito parcial, para optar al grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA**

Comité Particular de Asesoría

Asesor principal:

  
Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras

Asesor:

  
Dr. Miguel Mellado Bosque

Asesor:

  
Dr. Juan Ramón Luna Orozco

  
Dr. Fernando Ruíz Zarate

Subdirector de Postgrado

  
Dr. Pedro Antonio Robles Trillo

Jefe del Departamento de Postgrado U.L.

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**MAYO DE 2012**

## **Dedicatoria**

### **A Dios.**

*Por permitirme llegar a este momento de mi vida y haberme dado salud para lograr mis objetivos. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorar cada día, además de su infinita bondad y amor.*

### **A mi madre Minerva.**

*Por haberme apoyado incondicionalmente, educado y sobre todo soportar mis errores. Gracias a tus consejos, por el amor que siempre me has brindado, por cultivar e inculcar ese sabio don de la responsabilidad, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por tu gran amor.*

*¡Gracias por darme la vida!*

*¡Te quiero mucho!*

### **A mi padre Juan Manuel.**

*A quien le debo todo en la vida, le agradezco el cariño, la comprensión, la paciencia y el apoyo que me brindó. Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su cariño.*

### **A mis hermanos.**

*A mi hermana Artette Guillén Muñoz y a mi hermano Pablo de Jesús Guillén Muñoz.*

*A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por permitirme ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país.*

## **Agradecimientos**

A la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por todas las facilidades otorgadas durante mi estudio de posgrado.

A mi asesor el Dr. Fco. Gerardo Véliz Deras por su gran apoyo y motivación para la culminación y elaboración de esta tesis

A mi comité de Asesores: Dr. Miguel Mellado Bosque por su apoyo ofrecido en este trabajo; al Dr. Juan Ramón Luna Orozco por su gran ayuda en la realización y revisión de este trabajo.

A la Dra. María de los Ángeles de Santiago Miramontes y Evaristo Carillo Castellanos por apoyo y su amistad.

Al Dr. Pedro Antonio Robles Trillo del departamento de posgrado de la UAAAN.

A mis grandes amigos y compañeros: Perla Gisselle Romero, Lety Gaytán Alemán, Lucy Tejada Ugarte y Araceli Zúñiga Serrano, por su gran amistad. Y sobre todo a Oscar Ángel García, por su apoyo y amistad incondicional. Muchas gracias a todos!!!

Al caprinocultor Pablo Cervera Caro y su familia, muchas gracias por su amistad y por todas las facilidades que no dieron para todos los estudios que realizamos.

Y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis. ¡Gracias a ustedes!

## INDICE DE CONTENIDO

COMPENDIO.....	vi
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	x
<i>OBJETIVO</i> .....	xii
<i>HIPOTESIS</i> .....	xii
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	1
2.1 <i>Endocrinología en caprinos</i> .....	1
2.1.1 <i>Neuroendocrinología en caprinos</i> .....	2
2.1.2 <i>Neuroendocrinología en el macho</i> .....	4
2.1.2.1 <i>Variaciones estacionales</i> .....	4
2.1.2.2 <i>Control fotoperiodico</i> .....	5
2.2 <i>Efecto macho</i> .....	6
2.2.1 <i>Tratamiento de machos cabríos con fotoperiodo</i> .....	6
2.2.2 <i>Tratamiento de machos cabríos con testosterona</i> .....	7
2.3 <i>Literatura citada</i> .....	8
III. Artículo Publicado.....	10
3.1 <i>Introducción</i> .....	10
3.2 <i>Material and methods</i> .....	12
3.2.1 <i>Measurements and recordings</i> .....	14
3.2.2 <i>Statistical analysis</i> .....	14
3.3 <i>Results</i> .....	15
3.4 <i>Discussion</i> .....	16
3.5 <i>Conclusions</i> .....	19
3.6 <i>References</i> .....	20

## **COMPENDIO**

**Influencia de 16 horas luz o testosterona en machos cabríos sexualmente inactivos sobre la inducción del estro en cabras anovulatorias expuestas a estos animales**

**Por**

**JUAN MANUEL GUILLÉN MUÑOZ**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**Torreón, Coahuila, Diciembre de 2011**

**COPIA DEL RESUMEN DEL ARTÍCULO EN ESPAÑOL**

**Palabras clave:** Cabras, Fotoperiodo, Ovulación, Testosterona, Días largos.

### **RESUMEN**

El presente estudio se realizó en la Comarca Lagunera, Coahuila en una zona árida y seca (26° N). El objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia del tratamiento de machos cabríos inactivos sexualmente con fotoperiodo artificial de días largos o con testosterona sobre la inducción al estro de cabras anovulatorias en pastoreo. Un total de 91 cabras multíparas de razas mixtas (Criollas x razas lecheras) fueron asignadas al azar a los siguientes tratamientos: (1) apareamiento con machos cabríos sujetos a 2.5 meses de fotoperiodo de días largos (16 h de luz/día; n=31), (2) apareamiento con machos tratados con testosterona (n=30), y (3)

apareamiento con machos no tratados (Testigo n=30). No hubo diferencias estadísticas entre las cabras expuestas a los machos cabríos tratados con fotoperiodo (100%) y los machos tratados con testosterona (93%) en su habilidad para inducir al estro a las cabras anovulatorias. Mientras que, ninguna de las cabras en contacto con los machos cabríos del grupo testigo mostró estro. El intervalo del inicio del empadre al estro fue más corto en las cabras empadradas con machos tratados con fotoperiodo ( $37.9 \pm 4.8$  h) comparado con las que estuvieron en contacto con los machos tratados con testosterona ( $58.3 \pm 8.7$  h). La tasa de gestación en las cabras empadradas con machos tratados con fotoperiodo, con testosterona y los machos del grupo testigo fue 84%, 77% y 0%, respectivamente; y no existió diferencia ( $P>0.05$ ) entre los dos primeros grupos. Los olfateos ano-genitales, aproximaciones, intentos de monta y montas completas fueron más altos ( $P<0.01$ ) en los machos tratados con fotoperiodo y más bajo en el grupo testigo. Se concluyó que los machos cabríos tratados con testosterona y fotoperiodo de días largos son igualmente efectivos en la sincronización de estros en cabras anovulatorias, y resultó en niveles similares de fertilidad. Dado que los machos tratados con fotoperiodo son inviables en sistemas de producción extensiva en cabras por su elevado costo (escasos recursos de los productores) y la falta de electricidad en muchas comunidades rurales, la estimulación sexual de los machos mediante el uso de testosterona es un método práctico, factible de ser adoptado por los productores de escasos recursos, y además rentable para inducir la ovulación en cabras anovulatorias en sistemas extensivos en latitudes alrededor de  $26^{\circ}$  N.

## **Abstract**

**Influence of sexually inactive bucks subjected to long photoperiod or testosterone on the induction of estrus in anovulatory goats**

**By**

**JUAN MANUEL GUILLÉN MUÑOZ**

**MASTER OF SCIENCE IN AGRICULTURAL PRODUCTION**

**AUTONOMOUS AGRARIAN UNIVERSITY ANTONIO NARRO**

**LAGUNA CAMPUS**

**Torreon, Coahuila, December 2011**

**Keywords Goats:** Photoperiod, Ovulation, Estrus, Testosterone, Long days.

### **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the efficacy of treating sexually inactive bucks with artificial long photoperiod or testosterone on the induction of estrus in anovulatory grazing goats. A total of 91 multiparous mixedbreed anestrus goats were randomly assigned to one of three treatment groups: (1) joining with bucks subjected to 2.5 month of artificial long days (16 h of light/day; n=31), (2) joining with testosterone-treated bucks (n=30), and (3) joining with untreated bucks (Control; n=30). There were no differences between the light-treated (100%) and testosterone-treated (93%) bucks in their ability to induce estrus in anovulatory does. On the other hand, none of



the goats in contact with control bucks exhibited estrus. The interval from start of mating to estrus was shorter in goats with the light-treated bucks ( $37.9 \pm 4.8$  h) compared with does in contact with testosterone-treated bucks ( $58.3 \pm 8.7$  h). The overall pregnancy rate in goats joined with light-treated, testosterone-treated and control bucks was 84%, 77% and 0%, respectively, with no difference ( $P > 0.05$ ) between the first two groups. Anogenital sniffing, approaches, mounting attempts, and mounts were highest ( $P < 0.01$ ) in light-treated bucks and lowest in control bucks. It was concluded that testosterone-treated bucks and long day-treated bucks were equally effective in synchronizing estrus in anovulatory goats and resulted in similar levels of fertility. Given that light-treated bucks are unviable in communal production systems of goats raised by resource-poor farmers, the sexual arousal of bucks with testosterone is a practical and reliable method to induce ovulation in anovulatory goats in pastoral goat systems in hot environments.

## I. INTRODUCCIÓN

En el norte de México se encuentra una de las regiones más importantes para la producción caprina del país. Ésta es la Comarca Lagunera, la cual cuenta con alrededor de 5% de la población nacional de caprinos (9 millones, SAGARPA, 2006). El 90% de estos caprinos se explotan en condiciones extensivas, donde los animales son alimentados con forrajes presentes en la región, los cuales son el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*), bermuda o zacate chino (*Cynodon dactylon*) zacate navajita (*Bouteloua gracilis*) Johnson (*Sorghum halepense*); arbustivas como el mezquite (*Prosopis glandulosa*) y el huizache (*Acacia farnesiana*) y herbáceas como Trompillo (*Solanum elaeagnifolium*), Arrastradilla (*Sida abutilifolia*) y Hierba del Negro (*Sphaeralcea angustifolia*). En algunas épocas del año, las cabras también son alimentadas con esquilmos o rastrojos de cultivos como el sorgo (*Sorghum vulgare*) y el maíz (*Zea mays*), entre otros (Carrillo et al., 2008).

La estacionalidad reproductiva es la mayor limitante para la producción de cabras en latitudes  $>25^{\circ}$  N (Véliz et al., 2006). Se han propuesto varios tratamientos para revertir este fenómeno, incluyendo el efecto macho (Delgadillo et al., 2002). El fotoperiodo es el factor más importante que regula la estimulación anual y actividad inhibitoria de las cabras. (Gazal et al., 2002). En cabras y ovejas la actividad sexual puede ser inducida y sincronizada durante la estación de anestro mediante la manipulación de la estructura socio sexual del grupo, al ponerlas en contacto con machos

cabríos, lo que se conoce como efecto macho (Véliz, et al., 2006; Delgadillo et al., 2003).

Los sistemas de producción extensiva, se caracteriza por ser un sistema de escasos recursos por parte del productor, por lo que es necesario encontrar una técnica sencilla y económica que sustituya el manejo del fotoperiodo, para inducir la actividad sexual en las cabras en anestro estacional.

Una alternativa viable es estimular artificialmente a los machos cabríos inactivos mediante la aplicación de testosterona y exponerlos a cabras en anestro estacional, para tener una producción láctea fuera de época lo cual tendrá como beneficio una producción mayor de leche y cabritos en el año.

## **OBJETIVO**

El objetivo de este estudio fue evaluar la efectividad de la aplicación de testosterona o exposición prolongada a fotoperiodo de días largos para inducir a machos cabríos sexualmente inactivos en primavera y su habilidad de inducir al estro y gestaciones en cabras criollas anovulatorias en cabras en pastoreo.

## **HIPÓTESIS**

La aplicación de testosterona o la exposición prolongada a fotoperiodo de días largos inducen a los machos cabríos sexualmente inactivos en primavera y su habilidad de inducir al estro a las cabras criollas anovulatorias en pastoreo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Endocrinología en caprinos

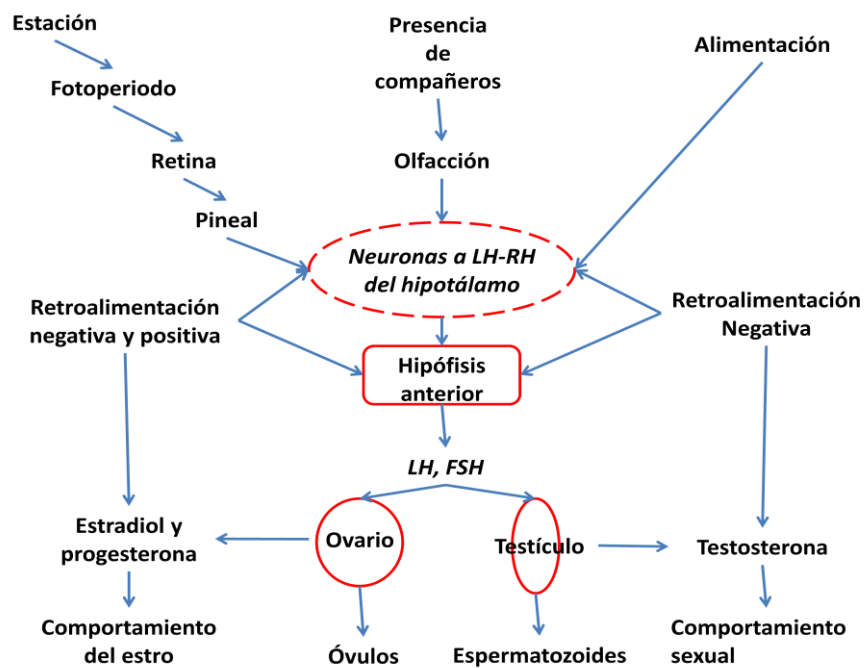
La estacionalidad reproductiva es una característica de las razas de ovejas y cabras originarias de o adaptadas a latitudes templadas. Mientras que la actividad reproductiva en mamíferos es dependiente de las hormonas, en varios casos el entorno social puede ejercer alguna acción moduladora (Véliz et al., 2002). Durante el periodo de anestro la actividad sexual puede ser estimulada y sincronizada al ponerlas en contacto con machos cabríos, lo que se conoce como efecto macho (Delgadillo et al., 2003). Sin embargo, el porcentaje de cabras que responden sexualmente puede variar debido a factores como el nivel de comportamiento sexual de los machos cabríos (Rivas-Muñoz et al., 2010). En ovinos y caprinos se ha reconocido al fotoperiodo como el elemento principal en la regulación de la actividad reproductiva, iniciándose éste en el momento en que los días empiezan a reducir su duración, lo que permite que los nacimientos sean en la época en que la disponibilidad de forraje es mayor. Otro elemento regidor de los ciclos reproductivos en estas especies es la presencia de compañeros con actividad reproductiva, al inicio de la estación natural de apareamiento, se acelera si existe machos cabríos activos o cabras en estro en el rebaño. Al papel estimulante de la presencia del macho sobre la actividad sexual de las cabras en anestro se le conoce como “efecto macho” (Álvarez et al., 2001; Delgadillo et al., 2003). La intensidad del comportamiento de los machos cabríos puede influir la respuesta de las cabras al efecto macho. Los machos

cabríos que manifiestan un intenso comportamiento sexual son más eficientes para estimular la actividad sexual de las cabras que los machos cabríos con bajo comportamiento sexual (Flores et al., 2000).

### **2.1.1 Neuroendocrinología en caprinos**

En cabras que se encuentren en anestro estacional, la introducción repentina del macho cabrío provoca el reinicio de la actividad reproductiva cíclica, esto resulta en un rápido incremento en la frecuencia de liberación de pulsos de la hormona luteinizante (LH), seguida por un pico preovulatorio de la misma gonadotropina y la ovulación (Chemineau, 1987). La actividad hipotalámica dirige la descarga episódica de las gonadotropinas en la circulación periférica. En los dos sexos, el sistema nervioso central, por medio de la LH-RH (hormona liberadora de gonadotropinas), estimula a la hipófisis anterior, que a su vez secreta las hormonas gonadotropicas LH (hormona luteinizante) y FSH (hormona folículo estimulante). Los pulsos de LH secretados por la hipófisis y definidos con su frecuencia y amplitud, estimulan la descarga de testosterona por los testículos en el macho y del estradiol y progesterona por los ovarios en la hembra. Estos últimos son el lugar de síntesis y secreción de las hormonas esteroideas que poseen múltiples funciones. Los esteroideos son principalmente responsables de la espermatogénesis y de la foliculogénesis, de la aparición del comportamiento sexual y del desarrollo de los caracteres sexuales secundarios. También ejerce una retroalimentación negativa o positiva sobre el eje hipotálamo-hipofisario, impidiendo un desbloqueo del sistema hormonal (Figura 1). Los equilibrios y las relaciones que existen entre estas

diferentes hormonas, condicionan el desarrollo temporal de la actividad sexual de los machos cabríos (espermatogénesis y comportamiento sexual) y de las cabras (ciclos estrales y ováricos). Existen factores capaces de alterar este equilibrio: el fotoperiodo que por la vía sensorial ocular modula la intensidad de la actividad sexual; la presencia de parejas sexualmente a través de la vía sensorial olfativa y el nivel alimenticio (Chemineau y Delgadillo, 1993).



**Figura 1.** Adaptación de la representación esquemática de las relaciones entre los factores del medio ambiente, el sistema nervioso central, la hipófisis y las gónadas en la especie caprina (Chemineau y Delgadillo, 1993).

## **2.1.2 Neuroendocrinología en el Macho**

La actividad espermatogénica depende de la LH y FSH. Estas hormonas inducen la diferenciación y la multiplicación de las células germinales, así como la síntesis y la secreción de la testosterona por las células de Leydig del testículo. La testosterona participa en el mantenimiento de la espermatogénesis, también induce el comportamiento sexual y ejerce una retroalimentación sobre la secreción de las gonadotropinas. La LH es liberada de manera pulsátil (periodos breves de secreción) por la hipófisis. Provocado por la actividad de las neuronas de LH-RH del hipotálamo, se alternan con un periodo de reposo en los que se registra un nivel basal. Estos cambios bruscos de la concentración plasmática de LH provocan una estimulación rápida de las células de Leydig del testículo, las cuales responden liberando la testosterona en la sangre. Cada pulso de LH es seguido de un pulso de testosterona, cuya amplitud varía según la situación fisiológica del animal. Cuando la frecuencia no es muy elevada vuelve a su nivel basal entre dos pulsos (Chemineau y Delgadillo, 1993).

### **2.1.2.1 Variaciones estacionales**

En las razas estacionales, la alteración entre periodos de actividad e inactividad es de origen central. Los cambios de la actividad gonadotrópica son responsables de la baja actividad en primavera y verano y de de la intensa actividad en otoño e invierno. Por ejemplo, en el macho cabrío Alpino de enero a mayo, los niveles basales de testosterona son de 0.3 ng/ml en plasma, la frecuencia de los pulsos son alrededor de 1 en 8 horas, la



amplitud de estos son menores de 0.2 ng/ml y, como consecuencia, la concentración media de LH (0.4 ng/ml de plasma), son bajas. En junio y julio, la amplitud aumenta progresivamente para alcanzar 1.0 ng/ml en agosto. Después, en septiembre, la frecuencia de los pulsos aumenta bruscamente (3.5 pulsos en 8 horas), mientras que su amplitud disminuye probablemente debido a la existencia de una correlación negativa entre frecuencia y amplitud y a los altos niveles de testosterona (4 ng/ml en plasma en agosto, 13 ng/ml en septiembre). Después de los niveles altos de LH y testosterona en agosto y septiembre, una disminución progresiva se mantiene hasta enero; después el ciclo anual empieza nuevamente (Zarazaga et al., 2011).

#### **2.1.2.2 Control fotoperiódico**

En las razas de cabras de climas templados, la duración del día (fotoperiodo) y sus variaciones determinan los cambios estacionales de la actividad neuroendocrina. La percepción de la duración del día se hace por la retina que trasmite, por vía nerviosa la información a la glándula pineal (o epífisis). Esta última sintetiza y secreta la melatonina en circulación general, únicamente durante la obscuridad. La duración diaria de la secreción está directamente ligada a la duración de la noche. Por intermedio de la duración de la secreción, los animales interpretan la duración del día y responden a las variaciones fotoperiódicas. Los días cortos estimulan la actividad pulsátil de LH y los días largos la inhiben. La testosterona comienza a elevarse desde la cuarta semana después de los días cortos y disminuye la segunda semana después de los días largos (Chemineau y Delgadillo, 1993).

## **2.2 Efecto macho**

El efecto macho es un fenómeno multisensorial que involucra el olfato, la vista, el tacto y el oído. La máxima respuesta de las cabras se obtiene cuando todas las señales están presentes, es decir cuando el macho está en contacto directo con las cabras, pero también, esta respuesta depende de la calidad del estímulo que el macho cabrío proporcione a la hembra (Delgadillo et al., 2003).

### **2.2.1 Tratamiento de machos cabríos con fotoperiodo**

Las razas originarias de las zonas tropicales, en donde las variaciones fotoperiódicas son de baja amplitud, el inicio de la actividad sexual, puede iniciarse en cualquier época del año (Chemineau et al., 1984). Por ello, en estas latitudes el fotoperíodo no tiene influencia alguna sobre el inicio de la actividad sexual. La disponibilidad de la alimentación, el régimen de lluvias o la temperatura son los factores del medio ambiente que modulan en estas latitudes, la actividad reproductiva de los caprinos (Ortavant et al., 1985). Los machos cabríos inducidos a una intensa actividad sexual durante el periodo de reposo, al someterlos a dos meses y medio de días largos artificiales (16 h de luz/día: iluminación artificial de 6:00 a 9:00 h y de 18:00 a 22:00 h) a partir del 1 de noviembre, o a días largos artificiales constantes de noviembre a junio, mejoran la respuesta de las cabras expuestas a los machos cabríos (Delgadillo et al., 2003). En el macho cabrío Alpino, a latitudes de 45° N, la duración de secreción de melatonina es larga en

diciembre (8 horas de luz, 16 horas de melatonina). En cambio, en junio, la duración de secreción de melatonina es corta (15 horas de luz, 8.7 horas de melatonina; Chemineau y Delgadillo, 1993). Los machos cabríos que son estimulados a un intenso comportamiento sexual a través de un tratamiento de días largos estimulan más del 90% de las cabras a la mitad del anestro estacional, mientras que los machos cabríos testigos o no tratados no estimulan ninguna cabra a la actividad sexual (Rivas-Muñoz et al.,2010).

### **2.2.2 Tratamiento de machos cabríos con testosterona**

Los machos cabríos tratados con testosterona inducen eficientemente a cabras de anestro. Por ejemplo, Croker et al., (1982), reportaron que mediante el tratamiento con testosterona a machos cabríos castrados se indujo a la actividad estral el 74% de las cabras en los primeros 13 días, después de la introducción de los machos, mientras que el grupo testigo expuesto a machos cabríos castrados no tratados fue solamente del 17%.

### 2.3. LITERATURA CITADA

- Álvarez, L.R., y Zarco, L.A. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet. Méx.* 32, 117-129.
- Chemineau, P., y Delgadillo, J.A. 1993. Neuroendocrinología de la reproducción en el caprino. *Rev. Científica, FCV-LUZ.* 3, 113-121.
- Chemineau, P. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrus cycles in anovulatory goats –a review. *Livest. Prod. Sci.* 17, 135-147.
- Crocker, K.P., Butler, L.G., Johns, MA., y McColm, S.C. 1982. Induction of ovulation and activity in anestrous ewes with testosterone treated wethers and ewes. *Theriogenology.* 17, 349-354.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Malpoux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos con fotoperiodo y efecto macho. *Vet. Méx.* 34, 69-79.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., y Malpoux, B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J. Anim. Sci.* 80, 2780-2786.
- Evaristo, C., Rivas-Muñoz, R. y Véliz, F.G. 2008. Los machos cabríos caprinos alpinos tratados con días largos continuos inducen la actividad sexual de las cabras Alpinas mediante el efecto macho. *Memorias de la XX semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED.*

- Gazal, O.S., Kouakou, B., Amoah, E.A., Barb, C.R., Barrett, J.B., y Gelaye, S. 2002. Effect of N-methyl-D,L-aspartate on LH, GH, and testosterone secretion in goats bucks maintained under long or short photoperiods. *J. Anim. Sci.* 80,1623-1628.
- Rivas-Muñoz, R., Carrillo, E., Rodriguez-Martinez, R., Leyva, C., Mellado, M., y Véliz, F.G., 2010. Effect of body condition score of does and use of bucks subjected to added artificial light on estrus response of Alpine goats. *Trop. Animal Hlth. Prod.* 42, 1285–1289.
- Véliz, F.G., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2006. Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrous female goats. *Anim. Reprod. Sci.* 92, 300–309.
- Veliz, F.G., Moreno, S., Duarte, G., Vielma, J., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B. y Delgadillo, J.A. 2002. Male effect in seasonally anovulatory lacting goats depends on the presence of sexually active bucks, but not estrous females. *Anim. Repr. Sci.* 72, 197-207.
- Zarazaga, L.A., Gatica, M.C., Celi, I., Guzmán, J.L., Malpoux, B. 2011. Artificial long days and daily contact with bucks induce ovarian but not oestrous activity during the non-breeding season in Mediterranean goat females. *Anim. Repr. Sci.* 125, 81-87.

**III. Artículo publicado en Trop Anim Health Prod, Springer Science+Business Media B.V. 2011. Aceptado: 25 May 2011. DOI 10.1007/s11250-011-9889-y**

**Influence of sexually inactive bucks subjected to long photoperiod or testosterone on the induction of estrus in anovulatory goats**

Juan Ramón Luna-Orozco, Juan Manuel Guillen-Muñoz, Ma. de los Angeles De Santiago-Miramontes, José Eduardo García, Rafael Rodríguez-Martínez, Cesar Alberto Meza-Herrera, Miguel Mellado y Francisco Gerardo Véliz

**J. R. Luna-Orozco**

Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario, No. 1, Torreón, México.

**J. M. Guillen-Muñoz, M. A. De Santiago-Miramontes, R. Rodríguez-Martínez, F. G. Véliz**

Departamento de Ciencias Médico Veterinarias, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe, 27054 Torreón, México  
e-mail: velizderas@yahoo.com

**C. A. Meza-Herrera**

Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, Durango, México

**J. E. García : M. Mellado**

Departamento de Nutrición Animal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, México

### **3.1 Introduction**

In the tropics, goats are continuous breeders, although forage restriction may occasionally causes anoestrous periods (Fatet et al., 2011). Even at latitude 25°N, native breeds are capable to breed in spring (Mellado et al., 2006); however, indiscriminate crossbreeding of native goats with dairy breeds originated in the Alps has led to seasonal anoestrous in crossbred goats at this latitude, although this seasonal anestrus is less marked than that observed in temperate zones (males: Todini et al., 2007; Zarazaga et al., 2009; females: Carcangiu et al., 2009; Arrebola et al., 2010). Induction of fertile estrus for out of season breeding is important for goat producers in

many countries in order to overcome the seasonality of the goat milk supply; thus, a considerable research has been carried out to enable yearround kidding of goats (Husein et al., 2005; López- Sebastian et al., 2007). Several methods are available to induce off-season cyclicity and estrous synchronization in does. The most common and widespread method to induce ovulation in anestrus goats is the use of synthetic hormones (Leboeuf et al., 2008), but this technique is out of reach for goat producers in resource-poor systems in subtropical and tropical ecosystems in developing countries.

Controlling photoperiod is another technology to induce does and bucks (Ramadan et al., 2009) into sexual activity in spring. However, this technique requires adequate facilities and labor, which, again, is beyond the possibilities of goat producers in resource-poor environments. The buck or “male effect” is an effective management practice to induce ovulation in seasonally anovulatory goats, and because this technique requires a minimal amount of labor and cost, this is the only viable alternative for goat producers in extensive systems. In order for this scheme to be effective, does must present a “shallow” anestrus and bucks must be sexually active (Véliz et al., 2009; Rivas-Muñoz et al., 2010). Sexual inactive bucks can be brought into full sexual activity by supplementing light during housing and using the natural light as the reduced photoperiod (Pellicer-Rubio et al., 2007). However, the high cost and lack of electricity in goat pens under rangeland conditions make such a practice impossible to implement. Therefore, a need exist for a simpler and effective method to bring bucks into sexual activity, which in turn stimulate the doe flock to become sexually active. The objective

of this study was to assess the effectiveness of the application of testosterone or prolonged exposure to a long-day photoperiod to induce sexually inactive bucks to mate in spring, and their ability to induce estrus and impregnate mixed-breed anovulatory goats on rangeland.

### **3.2 Material and methods**

The experiment was conducted in a commercial goat farm under extensive conditions in northern Mexico (26°N). Average annual precipitation at the study area is 230 mm, and the highest ambient temperature is 41°C in May and June and the lowest -3°C in December and January. Relative humidity ranged between 26.14% and 60.59% and day length from 13 h 41 min during summer solstice (June) and 10 h 19 min in the winter solstice (December). This landscape is dominated by the shrubs creosote bush (*Larrea tridentata*) and mesquite (*Prosopis glandulosa*). Goats were grazed on rangeland most of the times, and occasionally on crop residues, mainly corn and cotton.

**Buck management.** Six sexually experienced mixed-breed adult bucks of proven fertility were used. These animals were kept in a ruffed cement floor pen (6x6 m) before breeding, where they had free access to water and a mineral mix. Twice daily, bucks were offered alfalfa hay ad libitum.

**Consumption.** Bucks were randomly allotted into one of three groups (two bucks per group): exposure to long-day artificial photoperiod, injections of testosterone and Control (natural photoperiod). Two of the bucks were subjected to a long-day treatment (16 h of light/8 h of darkness) during 2.5 months, starting November 1, 2009 and followed by a natural photoperiod.



The second group of bucks received intramuscular injection of testosterone (50 mg, Testosterona 50. Lab Brovel, DF, Mexico) every 3 days during 3 weeks before joining. The Control group did not receive supplemental light or testosterone. Bucks were kept permanently in pens; therefore, they were in contact with does from 1900 to 1100 h daily. Does management and variables recorded

Ninety-one pluriparous lactating mixed-breed (dairy×native) goats of known fertility and kept on rangeland were maintained in isolation from the sight, sound, and smell of bucks before the trial. Mean condition score (1=extremely thin; 5=extremely fat; palpation over lumbar vertebrae, ribs and sternum) was  $2.2\pm 0.1$ , and goats ranged in weight from 29 to 58 kg. Does had free access to water and a commercial mineral at the pen. All groups of goats grazed separately from 1100 to 1900 h, guided by goat keepers. All groups of goats were treated identically and grazed the same type of vegetation. Before joining with bucks, all does were treated with a single intramuscular injection of 20 mg progesterone (Fort Dodge®, DF, Mexico) in order to reduce the occurrence of short luteal cycles. These does were randomly assigned to one of three treatment groups: (1) joining with bucks subjected to artificial long photoperiod (n=31), (2) joining with testosterone-treated bucks (n=30), and (3) joining with untreated bucks (Control; n=30). The mating period started on March 22, 2010 and lasted 4 weeks. Goats were not treated against intestinal parasites, because this is not a health problem in this dry environment.

### **3.2.1 Measurements and recordings**

The sexual behavior of bucks was assessed by recording flehmen, anogenital sniffing, nudging, mounting attempts, and mounts. These observations were made during 1 h the first 2 days of joining. Daily occurrence of estrus (goats showing estrus signs or copulation) was recorded. Estrus was observed for 1 h twice daily (0900 and 1700 h) during the first 15 days of joining. The interval between the onset of joining and occurrence of estrus was also recorded. Short estrous cycles and the interval between these cycles were registered. The length of short estrous cycle was defined as the number of days between two consecutive periods of estrus, when this interval was shorter than 10 days. Transrectal real-time B mode ultrasound scanning (Aloka SSD 500 Echo camera, Overseas Monitor Corp. Ltd., Richmond, Japan) was used for the diagnosis of early pregnancy (45 days post-joining).

### **3.2.2 Statistical analysis**

Percentage of goats in estrus and pregnancy rates (number of pregnant goats/number of mated goats in each group $\times$  100) were analyzed as binomial data with the LOGIT function of the PROC GENMOD of SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA). The model statement contained the effect of treatment (light-treated, testosterone-treated or Control bucks). Except for estrus response, data for all other variables were analyzed excluding Control bucks, as these animals did not elicit any sexual response in anovulatory

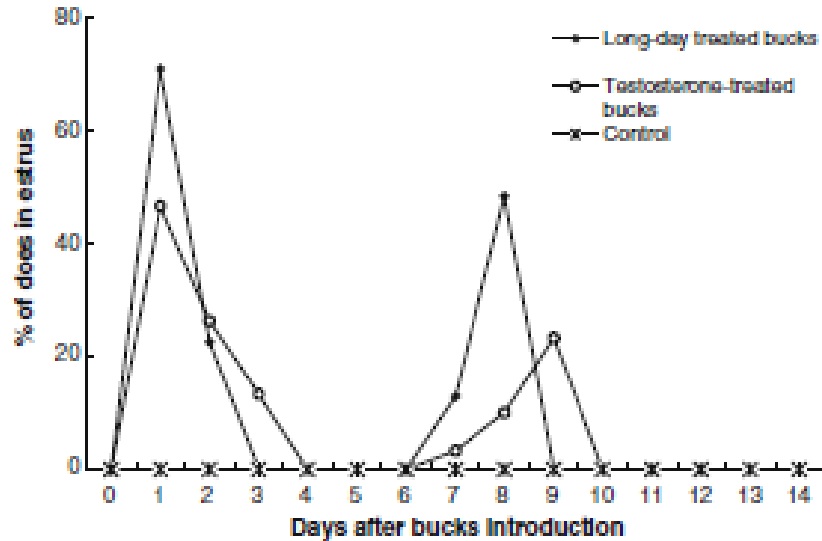
does. Interval to estrus was analyzed by the GLM procedure of SAS. Sexual behavior of bucks was compared using the chi-square test.

### **3.3 Results**

Figure 1 summarizes the behaviors of bucks during the exposure period to anovulatory does. During the 1-h exposure period during 2 days, the light-treated bucks were more sexually responsive than testosterone-treated and Control bucks, which was reflected in a higher ( $P<0.01$ ) frequency of flehmen than testosterone-treated bucks and Controls.

Anogenital sniffing was 3.5 times higher ( $P<0.01$ ) in light-treated bucks than testosterone-treated bucks, with the lowest response in Control bucks. Mounts in light-treated bucks were four times higher ( $P<0.01$ ) than testosterone-treated bucks, whereas Control bucks did not show mounting activity.

Over 90% of eligible goats responded to the stimulus of light-treated bucks or testosterone-treated bucks, whereas none of the goats exposed to Control bucks exhibited estrus (Table 1).



**Fig. 1** Percentage of does showing behavioral estrus after the stimulus of bucks previously treated with long photoperiod or testosterone

Pregnancy rate of goats induced into estrus by light-stimulated bucks was 7 percentage points higher compared to goats joined with testosterone-treated bucks, with no difference ( $P>0.05$ ) between these groups. No pregnancies occurred in goats joined with Control bucks.

The interval to estrus was shorter (Table 1) and more synchronized (Fig. 2) in goats joined to light-stimulated bucks than testosterone-treated bucks.

### 3.4 Discussion

Behaviors displayed by bucks differed notably among groups of bucks, with light-treated bucks showing the strongest sexual drive in response to anestrous females. In goats, flehmen response is exhibited after a determination of estrus had occurred (Ungerfeld et al., 2006). Therefore, this

sexual behavior is apparently used to verify or process information received by the primary olfactory mode. Since the interval to estrus was shorter and more synchronized in goats joined with light-stimulated bucks than testosterone treated bucks, it appears that the higher levels of sexual performance exhibited by light-treated bucks elicited a stronger sexual stimulus than testosterone-treated bucks, and therefore, estrous does were available sooner for bucks to express their investigatory behavior. It could be that the behavioral response of the light-treated bucks was displayed when the receptive status of the stimulus animal may have already been ascertained, and these behaviors may serve to sustain sexual interest or elicit proceptivity in teased does. The higher willingness of light-treated bucks compared to testosterone-treated bucks to seek and court the does could be due to a higher serum testosterone concentrations in the former animals, as concentration of this hormone is increased with photoperiodic treatment of males (Bedos et al., 2010), which lead to a increased male odor as well as sexual behavior.

**Table 1** Reproductive performance of anestrus mixed-breed goats on rangeland exposed to bucks subjected to prolonged photoperiod or treated with testosterone before joining in March

	Control	Long-day treated bucks	Testosterone-treated bucks
Estrus (%)	0 (0/30) <sup>a</sup>	100 (31/31) <sup>b</sup>	93 (28/30) <sup>b</sup>
Estrus day 0 to 5 (%)	–	29/31 <sup>b</sup>	26/30 <sup>b</sup>
Estrus day 6 to 15 (%)	–	19/29 <sup>a</sup>	11/30 <sup>b</sup>
Interval to first estrus (h)	–	37.9±4.8 <sup>a</sup>	58.3±8.7 <sup>b</sup>
Short estrous cycles (%)	–	65 (20/31) <sup>a</sup>	9/28 <sup>b</sup>
Length short estrous cycles (days)	–	10±2.2 <sup>a</sup>	6.2±0.1 <sup>b</sup>
Pregnancy rate (%) <sup>*</sup>	–	84 (26/31) <sup>a</sup>	77 (23/30) <sup>a</sup>

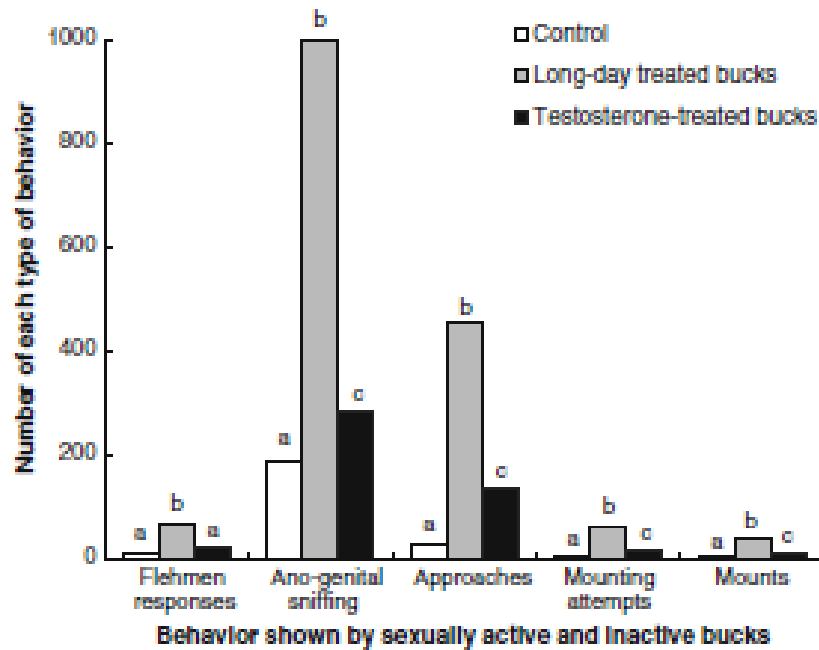
Nonpercentage data are means±SD. Means with different superscripts in rows differ ( $P<0.05$ )

<sup>\*</sup>Pregnancy rate at 45 days post-joining

On the other hand, injections of testosterone clearly elicited sexual arousal in sexually inactive bucks, but these animals were subject to an increasing

sensitivity to the negative feedback action of testosterone on LH, and possibly, levels of testosterone were not high enough to reach the same levels of male sexual activity displayed by the light-treated bucks.

Does in this study were challenged by a very contrasting buck stimulation (high, medium, and low). Despite these differences in the intensity of sexual stimulus, no difference in estrus response and pregnancy rate was noted in does joined with light-treated and testosterone-treated bucks. This suggests that stimulus by both groups of bucks displayed a similar male-induced pulse and plasma LH secretion pattern, which were sufficient to promote a subsequent sustained increase in plasma LH, necessary for ovulation to occur. These results are not in line with data of Vielma et al., (2009) who observed that Control bucks were unable to stimulate ovulation in does in spring. The same response has been documented with mixed-breed sexually inactive bucks in this region (Bedos et al., 2010). Full contact is not necessary for does to respond to males (Rivas-Muñoz et al., 2007; Delgadillo et al., 2009); under the conditions of the present study, the fact that high level of buck stimulation was not required for the does to respond to the buck effect has an important commercial implication.



**Fig. 2** Sexual behavior components of sexually inactive bucks subjected to artificial long photoperiod or treated with testosterone before joining in March. Number of behavioral events during 1 h in two consecutive events

Data suggest a great sensitivity in does to bucks in early spring. This suggests that light-treated bucks had a higher capacity to detect, but not induce, estrus behavior in goats. As it has been observed in rams (Perkins and Fitzgerald 1992), mounting and flehmen behaviors were positively correlated. In summary, this study provides evidence that sexual behavior of bucks subjected to long photoperiod

treatment before mating is much more intense than that exhibited by testosterone-treated buck, but this higher sexual arousal was not reflected in higher pregnancy rates.

These results have an attractive practical implications because it demonstrate that a short testosterone treatment (3 weeks) to sexually inactive bucks elicit an effective sexual awakening of buck, which in turn

induces ovulation in anestrus goats. This management scheme can fully replace the costly, tedious, and elaborated photoperiodic regimens to induce sexual activity in bucks and therefore can be practically applied in extensive goat production systems.

### **3.5 Conclusions**

This experiment provides evidence that mixed-breed bucks stimulated by long photoperiod at latitude 26°N before breeding in spring, or injected with testosterone before exposure to does are equally effective in bringing anovulatory does into estrus. Quality of estrous cycle resulting from introducing bucks sexually aroused either with photoperiod treatment or testosterone administration seems to be equal, as no difference in pregnancy rate was detected between groups. These data also show that at this latitude and with mixed breed goats under rangeland conditions, bucks not sexually active are incapable to induce estrus and ovulation in anovulatory does. Testosterone administration to sexually inactive goat bucks has potential application in extensive goat production systems in desert areas, in order for the flock to become sexually active during the short anestrus period experienced in both bucks and does.



### 3.6 References

- Arrebola, F., Pérez-Marín, C.C., Santiago-Moreno, J., 2010. Limitation of seasonality in reproductive parameters of Mediterranean bucks, using photoperiod treatment. *Small Ruminant Research*, 89, 31–35.
- Bedos, M., Flores, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Keller, M., Malpaux, B., Poindron, P., Delgadillo, J.A., 2010. Four hours of daily contact with sexually active males is sufficient to induce fertile ovulation in anestrus goats. *Hormonal Behavior*, 58, 473–477.
- Carcangiu, V., Vacca, G.M., Mura, M.C., Dettori, M.L., Pazzola, M., Luridiana, S., Bini, P.P., 2009. Relationship between MTNR1A melatonin receptor gene polymorphism and seasonal reproduction in different goat breeds. *Animal Reproduction Science*, 110, 71–78.
- Delgadillo, J.A., Gelez, H., Ungerfeld, R., Hawken, P.A., Martin, G. B., 2009. The 'male effect' in sheep and goats—revisiting the dogmas. *Behavior Brain Research*, 200, 304–14.
- Fatet, A., Pellicer-Rubio, M.T., Leboeuf, B., 2011. Reproductive cycle of goats. *Animal Reproduction Science*, Available online 06 September 2010. doi:[10.1016/j.anireprosci.2010.08.029](https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.08.029)

- Husein, M.Q., Ababneh, M.M., Haddad, S.G., 2005. The effects of progesterone priming on reproductive performance of GnRHPGF2alpha- treated anestrous goats. *Reproduction Nutrition Development*, 45, 689–698.
- López-Sebastian, A., González-Bulnes, A., Carrizosa, J.A., Urrutia, B., Díaz-Delfa, C., Santiago-Moreno, J., Gómez-Brunet, A., 2007. New estrus synchronization and artificial insemination protocol for goats based on male exposure, progesterone and cloprostenol during the non-breeding season. *Theriogenology*, 68, 1081–1087.
- Mellado, M., Valdéz, R., García, J.E., López R., Rodríguez, A., 2006. Factors affecting the reproductive performance of goats under intensive conditions in a hot arid environment. *Small Ruminant Research*, 63, 110–118.
- Pellicer-Rubio, M.T., Leboeuf, B., Bernelas, D., Forgerit, Y., Pougard, J. L., Bonné, J.L., Senty, E., Chemineau, P., 2007. Highly synchronous and fertile reproductive activity induced by the male effect during deep anoestrus in lactating goats subjected to treatment with artificially long days followed by a natural photoperiod. *Animal Reproduction Science*, 98, 241–258.

- Perkins, A., Fitzgerald, J.A., 1992. Hormona luteinizante, testosterone, and behavioral response of male-oriented rams to estrous ewes and rams. *Journal of Animal Science*, 70, 1787–1794.
- Ramadan, T.A., Taha, T.A., Samak, M.A., Hassan, A., 2009. Effectiveness of exposure to longday followed by melatonin treatment on semen characteristics of Damascus male goats during breeding and nonbreeding seasons. *Theriogenology*, 71, 458–468.
- Rivas-Muñoz, R., Carrillo, E., Rodriguez-Martinez, R., Leyva, C., Mellado, M., Véliz, F.G., 2010. Effect of body condition score of does and use of bucks subjected to added artificial light on estrus response of Alpine goats. *Tropical Animal Health Production*, 42, 1285–1289.
- Rivas-Muñoz, R., Fitz-Rodríguez, G., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A., 2007. Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous or discontinuous exposure to males. *Journal of Animal Science*, 85, 1257–1263.
- Leboeuf, B., Delgadillo, J.A., Manfredi, E., Piacère, A., Clément, V., Martin, P., Pellicer, M., Boué, P., de Cremoux, R., 2008. Management of goat reproduction and insemination for genetic improvement in France. *Reproduction Domestic Animals*, 43, 379–385.

- Todini, L., Malfatti, A., Terzano, G.M., Borghese, A., Pizzillo, M., Debenedetti, A., 2007. Seasonality of plasma testosterone in males of four Mediterranean goat breeds and in three different climatic conditions. *Theriogenology*, 67, 627–631.
- Ungerfeld, R., Ramos, M.A., Möller, R., 2006. Role of the vomeronasal organ on ram's courtship and mating behaviour, and on mate choice among oestrous ewes. *Applied Animal Behaviour Science*, 99, 248–252.
- Véliz, F.G., Meza-Herrera, C.A., De Santiago-Miramontes, M.A., Arellano-Rodriguez, G., Leyva, C., Rivas-Muñoz, R., Mellado, M., 2009. Effect of parity and progesterone priming on induction of reproductive function in Saanen goats by buck exposure. *Livestock Science*, 125, 261–265.
- Vielma, J., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A., 2009. Male sexual behavior contributes to the maintenance of high LH pulsatility in anestrus female goats. *Hormonal Behavior*, 56, 444–449.
- Zarazaga, L.A., Guzmán, J.L., Domínguez, C., Pérez, M.C., Prieto, R., 2009. Effects of season and feeding level on reproductive activity and semen quality in Payoya buck goats. *Theriogenology*, 71, 1316–1325.