

**El intercambio diario de los machos foto-estimulados entre los grupos de hembras caprinas no es necesario para obtener una buena respuesta reproductiva durante el efecto macho**

**JESSICA ANABEL LOYA CARRERA**

**TESIS**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OPTAR AL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS AGRARIAS**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

Subdirección de Postgrado

Director de Tesis: Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez

Torreón, Coahuila, México

Diciembre 2013

**Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”**

**Unidad Laguna**

Subdirección de Postgrado

**El intercambio diario de los machos foto-estimulados entre los grupos de hembras caprinas no es necesario para obtener una buena respuesta reproductiva durante el efecto macho**

**Tesis**

Por:

**Jessica Anabel Loya Carrera**

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

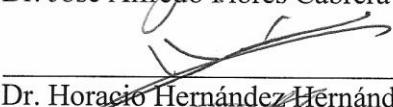
Asesor principal:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez


Asesor:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Alfredo Flores Cabrera

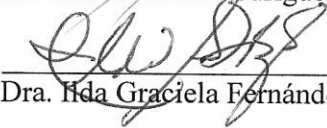
Asesor:


  
\_\_\_\_\_  
Dr. Horacio Hernández Hernández


Asesor:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Gonzalo Fitz Rodríguez

Asesor:

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Hda Graciela Fernández García

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Fernando Ruiz Zárate  
Subdirector de Postgrado

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Pedro Antonio Robles Trillo  
Jefe del Departamento de Postgrado

Torreón, Coahuila, México, Diciembre 2013

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por las facilidades y recursos que me brindó para realizar mis estudios de Maestría.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el apoyo económico otorgado para mis estudios de maestría.

A mi asesor principal, Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez, porque gracias a su apoyo, paciencia y comprensión, esta tesis ha sido posible. Muchas gracias de todo corazón por guiarme y aconsejarme en esta etapa tan importante de mi vida, por todo el aprendizaje brindado y toda la paciencia que me tuvo.

A mi comité de asesoría: Dr. José Alfredo Flores Cabrera, Dra. Ilda Graciela Fernández García y Dr. Gonzalo Fitz Rodríguez, por todo el tiempo, consejos y ayuda que me brindaron durante mi formación académica.

Al Dr. Horacio Hernández Hernández, por ser parte de mi comité de asesoría y por la ayuda proporcionada para realizar los análisis estadísticos de este trabajo.

A los Drs. Jesús Vielma Sifuentes y Gerardo Duarte Moreno, por brindarme ayuda y consejos para poder realizar esta tesis y terminar la maestría.

A Esther Peña y Dolores López, por su asistencia secretarial y amistad.

A mis compañeros y amigos de postgrado: M.C. José Luis Ponce Covarrubias, M.C. Ethel Caterina García y González, M.C. Alfonso Muñoz Benítez, M.C. Arturo Bustamante Andrade, M.V.Z. Laura Maribel Cedillo Ramírez, y M.V.Z. Edwin Mendieta Miranda, por su ayuda, consejos, amistad y por cada momento importante y feliz que compartimos, muchísimas gracias por estar a mi lado.

A la Dra. Marie Bedos, por todo el apoyo brindado desde el primer día que llegué al postgrado, por ayudarme en campo, en la elaboración y redacción de este trabajo. De todo corazón muchísimas gracias.

Al caprinocultor Eduardo Carrillo por haberme facilitado a las hembras utilizadas durante este trabajo.

**A TODOS USTEDES MUCHISIMAS GRACIAS...**

## DEDICATORIA

Quiero dedicar mi tesis a mi Familia, porque ellos han sido mi mayor motor en la vida:

A ti Mamá: Gracias por apoyarme siempre en todo lo que realizo, por apoyarme cuando decidí estudiar en torreón, aunque eso implicara estar lejos de ustedes. ¡TE AMO!

A ti Papá: Gracias por ser siempre mi motor y el pilar que me mantiene fuerte, gracias por apoyarme y permitirme seguir mis sueños, aunque sé que fue difícil dejarme ir del nido. ¡TE AMO PAPÁ!, sé que sin usted no sería lo que ahora soy.

A mis hermanas: Selene, Jael y Zayra, y a mis 5 Sobrinos, por ser mis confidentes, mis paños de lágrimas y por ser mis mejores consejeros. Gracias por estar siempre a mi lado en las buenas y en las malas, por alegrarse tanto por mis logros y por motivarme a seguir alcanzando metas. ¡LOS AMO!

A ti Sergio Ramírez Gómez, porque además de ser mi pareja desde hace más de 8 años también has sido el mejor amigo y compañero de escuela que he tenido, gracias por brindarme apoyo incondicional y alegrarte con mis triunfos desde que empezamos este camino juntos, gracias por no dejarme caer, por caminar siempre a mi lado. Gracias por todo el apoyo. ¡TE AMO!

# **COMPENDIO**

**El intercambio diario de los machos foto-estimulados entre los grupos de hembras caprinas no es necesario para obtener una buena respuesta reproductiva durante el efecto macho**

Por

**JESSICA ANABEL LOYA CARRERA**

**MAESTRIA EN CIENCIAS AGRARIAS**

**Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”**

**Unidad Laguna**

Director de Tesis: Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez

Torreón, Coahuila, México. Diciembre 2013

**Palabras clave:** Estacionalidad reproductiva, Fotoperiodo, Comportamiento sexual, Interacción macho/hembra.

El objetivo del estudio fue determinar si intercambiar diariamente los machos entre los subgrupos de hembras mejora la respuesta reproductiva de las cabras anéstricas expuestas a los machos. Los machos se estimularon sexualmente durante la temporada de reposo sexual por la exposición a 2.5 meses de días largos a partir del 1 de noviembre, seguidos de días cortos naturales. En abril, los machos ( $n = 3$ ) se pusieron en contacto con tres subgrupos de cabras en anestro (1 macho por cada 12 hembras). Dichos animales permanecieron en el mismo corral y con las mismas cabras durante 19 días, tiempo que duró el estudio; este fue el grupo fijo. Otros machos ( $n = 3$ ) se mantuvieron en contacto con 3 subgrupos de hembras (1 macho por cada 11 a 12 hembras) y se intercambiaron diariamente entre subgrupos; este fue el grupo alternado. En los dos grupos, el comportamiento sexual de los machos se registró de 08:00 a 09:00 los días 0, 1, 2 y 8, después de intercambiar los machos por las mañanas en el grupo alternado. Las ovulaciones y las tasas de gestación se determinaron por medio de ultrasonografía transrectal; la fertilidad se determinó al parto. El número total de olfateos ano-genitales, aproximaciones laterales (días 1, 2 y 8) y los intentos de monta (días 2 y 8) fueron mayores en los machos del grupo alternado que en el grupo fijo ( $P < 0.01$ ). Las proporciones de hembras que ovularon no difirieron entre el grupo fijo (92 %) y el grupo alternado (94 %,  $P > 0.05$ ). Además, las proporciones de hembras gestantes y la fertilidad al parto no fueron diferentes entre el grupo alternado (79 % y 59 %) y el grupo fijo (83 % y 61 %,  $P > 0.05$ ). Estos resultados demuestran que el intercambio diario de los machos cabríos inducidos a una intensa actividad sexual entre los subgrupos de hembras, aumenta el comportamiento sexual de los machos, pero no incrementa la proporción de hembras que ovulan, la tasa de gestación, ni la fertilidad al parto de las cabras en anestro estacional.

# **ABSTRACT**

**The daily exchange of the photo-stimulated males between groups of females goats it's not necessary to increase the reproductive response during the male effect**

By

**JESSICA ANABEL LOYA CARRERA**

**MASTER OF SCIENCE**

**Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”**

**Unidad Laguna**

Torreón, Coahuila. Diciembre 2013

Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez- Adviser

**Key words:** Reproductive seasonality, Photoperiod, Sexual behavior, Male/female interaction

The aim of the study was to determine whether the daily exchange of males among subgroups of females improved the reproductive response of anestrus goats exposed to males. Bucks were rendered sexually active during the rest season by exposure to 2.5 months of long days from November 1st. In April, males (n=3) were put in contact with three subgroups of anestrus goats (1 male per 12 females) and remained all time with them and constituted the fixed-group. Other males (n=3) were put in contact with three subgroups of females (1 male per 11-12 females) and were daily rotated among them and constituted the rotated group. The sexual behavior of all males was registered from 08:00 to 09:00 on days 0, 1, 2 and 8 after exchanging the males from the subgroups of females. Ovulations and pregnancy rates were determined by transrectal ultrasonography, the fertility was determined at kidding. The occurrences of ano-genital sniffing, nudging (days 1, 2 and 8) and mounting attempts (days 2 and 8) were greater in the rotated than in the fixed-group ( $P < 0.01$ ). The proportions of females that ovulated did not differ among goats from the fixed (92%) and rotated-group (94 %;  $P > 0.05$ ). The proportions of pregnant females and the fertility at kidding did not differ between those from the rotated (79% and 59 %) and fixed group (83% and 61 %;  $P > 0.05$ ). We conclude that the daily exchange of photo-stimulated males among subgroups induced an increase of their sexual behavior but does not improve the ovulation rates, pregnancy rates or fertility in seasonal anestrus goats.



# Índice

AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
COMPENDIO.....	v
ABSTRACT.....	viii
Índice de contenido.....	ix
I.    Introducción.....	1
II.   Revisión de literatura.....	4
1.  Reproducción estacional de los ovinos y caprinos.....	4
1.1  La estacionalidad reproductiva como mecanismo de adaptación de las especies.....	4
a.  Variaciones de la actividad sexual de la cabra y ciclo estral.....	4
b.  Variaciones de la actividad sexual del macho cabrío.....	5
1.2  El fotoperiodo es el factor principal que sincroniza la actividad sexual de los caprinos en latitudes templadas y subtropicales.....	6
a.  Inducción de la actividad sexual en machos y hembras a través de tratamientos fotoperiódicos y melatonina.....	8
2.  Inducción de la actividad sexual en hembras a través de tratamientos hormonales: uso del acetato de fluorogestona (FGA), gonadotropina coriónica equina (eCG) y prostaglandinas.....	9
3.  Inducción de la actividad sexual en hembras a través de las relaciones socio-sexuales.....	10
a.  Efecto Macho.....	10
b.  Respuesta endocrina, estral y ovulatoria al efecto macho.....	10

c.	La libido del macho, factor que influye en la respuesta de las hembras al efecto macho.....	11
III.	Objetivo.....	13
IV.	Hipótesis.....	13
V.	Artículo.....	14
VI.	Conclusión.....	31
VII.	Literatura citada.....	32

## I. Introducción

Nuestro país cuenta con aproximadamente 9 millones de caprinos, de los cuales alrededor de 450,000 se encuentran en la Comarca Lagunera (SAGARPA, 2011). Los caprinos locales de esta Comarca muestran estacionalidad reproductiva, es decir, que los machos y hembras presentan una actividad sexual solamente durante ciertos meses del año. En los machos estabulados y aislados de las hembras, la actividad sexual se presenta de mayo-junio a diciembre-enero (Delgadillo *et al.*, 1999). En las hembras estabuladas y separadas de los machos, la actividad sexual se presenta de agosto a febrero (Duarte *et al.*, 2008). Esta estacionalidad reproductiva provoca que los partos se concentren en algunos meses del año, ocasionando que la disponibilidad de los productos de origen caprino sean bajos en algunas temporadas del año, lo que ocasiona problemas para cubrir las necesidades de la población (Chemineau *et al.*, 2007).

Para tener disponibilidad de productos de origen caprino durante todo el año, es necesario manipular la actividad sexual de los animales para que se apareen en los periodos naturales de reposo, con la finalidad de que los partos se produzcan fuera de la estación natural. Esta manipulación permitiría producir leche y carne caprina durante todo el año. Para ello, existen métodos hormonales eficaces que inducen el estro en el periodo de anestro (Chemineau *et al.*, 1999), pero estos tratamientos tienen un costo elevado para el productor. Otra posibilidad para inducir el estro durante el anestro es la implementación de métodos de manipulación sexual sustentables, como el tratamiento fotoperiódico y el efecto macho (Chemineau *et al.*, 1992; Delgadillo *et al.*, 2001, 2011). En efecto, en los machos cabríos locales de la Comarca Lagunera, la actividad sexual puede inducirse al someterlos a 2.5 meses de días largos (16 horas/luz) a partir del 1 de

noviembre, seguidos del fotoperiodo natural. Este tratamiento permite inducir la actividad sexual de los machos cuando se encuentran en época de inactividad reproductiva, es decir, de febrero a abril (Delgadillo *et al.*, 2002; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007). Los machos foto-estimulados pueden ser utilizados para inducir la actividad sexual de las cabras en el anestro estacional a través de la técnica de bio-estimulación sexual conocida como “efecto macho”. La introducción de un macho en un grupo de hembras anéstricas estimula y sincroniza en 10 días, la secreción de LH, la actividad estral y ovulatoria (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Vielma *et al.*, 2009; Fernández *et al.*, 2011). La intensidad del comportamiento sexual del macho es un factor muy importante para la eficacia del efecto macho (Perkins y Fitzgerald, 1994; Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2006). Los machos foto-estimulados que despliegan un intenso comportamiento sexual, son más eficientes para estimular la actividad reproductiva de las cabras, que aquellos en reposo sexual que despliegan pocas conductas sexuales al momento de realizar el efecto macho. En diversos estudios, los machos han sido intercambiados entre grupos y subgrupos de hembras durante el efecto macho (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Bedos *et al.*, 2010, 2012). El cambio diario de los machos entre los grupos de hembras podría ser la causa del incremento en la respuesta reproductiva observada en las cabras expuestas a los machos foto-estimulados, al incrementar el comportamiento sexual de los machos. En efecto, se ha demostrado en diversas especies que el contacto del macho con hembras nuevas o hembras conocidas de las cuales estuvo separado por algún tiempo, produce un aumento en el comportamiento sexual de los machos (Pepelko y Clegg, 1965; Thiery y Signoret, 1978; González *et al.*, 1988; Prado *et al.*, 2002, 2003; Bailey *et al.*, 2005).

Por esta razón, en el presente trabajo se determinará si el incremento en el comportamiento sexual del macho debido al intercambio diario entre grupos de hembras, es el factor que estimula la actividad ovulatoria en la mayoría de las cabras expuestas a los machos foto-estimulados.

## **II. Revisión de literatura**

### **1. Reproducción estacional de los ovinos y caprinos**

#### **1.1 La estacionalidad reproductiva como mecanismo de adaptación de las especies**

En la mayoría de los mamíferos originarios o adaptados a latitudes templadas y subtropicales, la estacionalidad reproductiva es una estrategia de adaptación al medio ambiente para la sobrevivencia de las especies. En efecto, en las razas caprinas y ovinas que presentan estacionalidad reproductiva, la actividad sexual o de apareamiento se desarrolla en meses específicos del año para que las crías puedan nacer en una época en donde la temperatura ambiental y la disponibilidad de alimento sean óptimas para su sobrevivencia (Lincon y Short, 1980; Bronson, 1985; Ortavant *et al.*, 1985).

##### **a. Variaciones de la actividad sexual de la cabra y el ciclo estral**

La mayoría de las hembras de las razas caprinas originarias de latitudes templadas (> 40 °), manifiestan estacionalidad reproductiva (Amoah *et al.*, 1996). En las hembras de las razas Alpina y Saanen mantenidas en el hemisferio norte, la actividad sexual se desarrolla de septiembre (otoño) a febrero (invierno). En consecuencia, el periodo anovulatorio o anestro se presenta de marzo (primavera) a agosto (verano; Delgadillo *et al.*, 1991,1992; Chemineau *et al.*, 1992a).

Algunas hembras de razas caprinas originarias o adaptadas a latitudes subtropicales, presentan también estacionalidad en su actividad reproductiva (Delgadillo *et al.*, 1999; Rivera *et al.*, 2003; Duarte *et al.*, 2008). En las hembras de la raza

Malagueña localizadas en el sur de España (36° N), y en las de la Comarca Lagunera localizada en el norte subtropical de México (26° N), la estación sexual inicia en agosto-septiembre y termina en febrero-marzo (Gómez-Brunet *et al.*, 2003; Duarte *et al.*, 2008). Durante la estación sexual, las hembras no gestantes presentan ciclos estrales y ovulatorios con intervalos promedio de 21 días (rango de 17 a 25 días; Chemineau *et al.*, 1992a). El ciclo estral de las cabras se divide en dos fases: la fase folicular y fase lútea. La fase folicular comprende desde el crecimiento de los folículos hasta la ovulación; la fase lútea comprende desde la formación del cuerpo lúteo hasta su destrucción o luteólisis (Driancourt, 2001). A pesar de que la duración promedio del ciclo estral es de 21 días, existen ciclos cortos (< 17 días) y ciclos largos (> 25 días). El celo es generalmente asociado con la ovulación, pero existen celos sin ovulación y ovulaciones no asociadas a un comportamiento de estro (Chemineau *et al.*, 1992a; Fatet *et al.*, 2011). La presencia de ciclos cortos y estros sin ovulación son más frecuentes al inicio de la estación sexual o cuando se induce la actividad sexual a través del efecto macho (ver sección efecto macho más adelante).

#### **b. Variaciones en la actividad sexual del macho cabrío**

La mayoría de los machos de razas caprinas originarias de latitudes templadas (> 40°), manifiestan estacionalidad reproductiva (Delgadillo *et al.*, 1991, 1992). En los machos de las razas Alpina y Saanen mantenidos en el hemisferio norte, la actividad sexual se desarrolla de septiembre (otoño) a febrero (invierno). En consecuencia, el periodo de reposo sexual se presenta de marzo (primavera) a agosto (verano; Delgadillo *et al.*, 1991, 1992). Algunos machos de razas de caprinos originarios o adaptados a

latitudes subtropicales, presentan también estacionalidad en su actividad reproductiva (Walkden-Brown *et al.*, 1994; Delgadillo, 2011). En los machos de la raza Payoya localizadas en el sur de España (37° N), y en los de la Comarca Lagunera localizados en el norte subtropical de México (26° N), la estación sexual inicia en mayo-junio y termina en diciembre-enero, presentando un periodo de reposo sexual que inicia en enero-febrero y termina en abril-mayo (Delgadillo *et al.*, 1999, 2002; Zarazaga *et al.*, 2009). En los machos cabríos originarios o adaptados a las latitudes templadas y subtropicales, el peso testicular, los niveles de testosterona, la producción de espermatozoides (cuantitativa y cualitativa), el comportamiento sexual, el olor y las vocalizaciones, se incrementan durante la época de actividad sexual natural (Delgadillo *et al.*, 1991, 1992, 1999, 2012; Walkden-Brown *et al.*, 1994).

## **1.2 El fotoperiodo es el factor principal que sincroniza la actividad sexual de los caprinos en latitudes templadas y subtropicales**

En los caprinos y ovinos de latitudes templadas y subtropicales, el fotoperiodo es el principal factor medio ambiental que determina la estacionalidad de la actividad sexual (Malpoux *et al.*, 1996; Martin *et al.*, 1999; Delgadillo *et al.*, 2004; Duarte *et al.*, 2010). En los machos y hembras de latitudes templadas, así como en las hembras de latitudes subtropicales mantenidos bajo las variaciones naturales del fotoperiodo, la actividad sexual se inicia en los días decrecientes del otoño y termina en los días crecientes del invierno (Delgadillo *et al.*, 1991, 1992; Chemineau *et al.*, 1992a; Lassoued y Rekik, 2005; Duarte *et al.*, 2008). En cambio, en los machos de latitudes subtropicales, la actividad sexual inicia durante los días más largos del año y termina en los días más cortos del año



(Walkden-Brown *et al.*, 1994; Delgadillo *et al.*, 1999, 2002). El efecto del fotoperiodo sobre la reproducción de los caprinos se demostró cuando los animales se sometieron artificialmente a 3 meses de días largos seguidos por 3 meses de días cortos: la secreción de testosterona y las ovulaciones ocurrieron durante los días cortos (Delgadillo *et al.*, 2004; Duarte *et al.*, 2010). En los caprinos, el fotoperiodo sincroniza probablemente el ritmo anual de la actividad sexual, así como lo hace en los ovinos (Malpaux *et al.*, 1989). Los días largos sincronizan probablemente el inicio de la estación, mientras que los días cortos determinan la duración de la actividad sexual (Malpaux *et al.*, 1989). Por esta razón, no existe ninguna duración del día que estimule o inhiba indefinidamente la actividad sexual de hembras y machos caprinos y ovinos.

El fotoperiodo actúa a través de la melatonina, hormona secretada por la glándula pineal (Malpaux *et al.*, 1987; Delgadillo y Chemineau, 1992; Delgadillo *et al.*, 2001). La información luminosa es percibida inicialmente por la retina y se transmite por vía nerviosa hasta llegar a la glándula pineal, la cual es la encargada de la síntesis y secreción de la melatonina (Malpaux *et al.*, 1997). Esta hormona presenta un ritmo endógeno día/noche bien definido, con niveles plasmáticos bajos durante el día (fase iluminada) y un incremento de los niveles durante la noche (fase obscura). Por lo tanto, la duración de la secreción de esta hormona depende de la duración del periodo de oscuridad (Malpaux *et al.*, 1987, 1988; Delgadillo y Chemineau, 1992; Delgadillo *et al.*, 2001). El perfil de secreción de melatonina en los días cortos, actúa en el hipotálamo premamilar para estimular la secreción de las gonadotropinas LH y FSH en la hipófisis, y en consecuencia, la actividad sexual de machos y hembras (Malpaux *et al.*, 1999).

En conjunto, estos datos sugieren que la manipulación del fotoperiodo permite modificar el ritmo anual de reproducción de machos y hembras. Además, estos resultados sugieren que es posible inducir la actividad sexual de machos y hembras durante los meses de anestro o reposo sexual con tratamientos fotoperiódicos (Chemineau *et al.*, 1992b; Delgadillo, 2011).

**a. Inducción de la actividad sexual en machos y hembras a través de tratamientos fotoperiódicos y melatonina**

**Machos**

En los machos cabríos de la Comarca Lagunera, la actividad sexual puede estimularse al someterlos a 2.5 meses de días largos (16 h de luz/día) a partir del 1 noviembre, seguidos del fotoperiodo natural o de la aplicación subcutánea de 2 implantes de melatonina (Delgadillo *et al.*, 2001, 2002). Dicho tratamiento estimula la secreción de LH, testosterona, el comportamiento sexual, el olor y la producción espermática, en marzo y abril, meses correspondientes al periodo de reposo sexual natural (Delgadillo *et al.*, 2001, 2002; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007). Resultados similares se han reportado en los machos de la raza Payoya localizadas en Huelva, España (37° N), al someterlos a la sucesión de días largos y fotoperiodo natural (Zarazaga *et al.*, 2010).

**Hembras**

En las hembras caprinas originarias de las zonas templadas, los tratamientos fotoperiódicos son capaces de estimular la actividad sexual durante la época de anestro estacional. Estos tratamientos, consisten en exponer a las hembras a 3 meses de días largos a partir de enero, seguidos de 3 meses de días cortos o de la inserción subcutánea

de implantes de melatonina (Chemineau *et al.*, 1988; 1992b). Resultados similares fueron obtenidos en cabras de la raza Payoya, donde la exposición a 3 meses de días largos a partir del 17 de noviembre seguidos del fotoperiodo natural o la inserción subcutánea de implantes de melatonina, permiten inducir la actividad sexual durante el periodo de anestro estacional (Zarazaga *et al.*, 2011).

## **2. Inducción de la actividad sexual en hembras a través de tratamientos hormonales: uso del acetato de fluorogestona (FGA), gonadotropina coriónica equina (eCG) y prostaglandinas**

La aplicación asociada del FGA, de la eCG y prostaglandinas, permite inducir la actividad sexual de las cabras durante el periodo de anestro estacional. El FGA es un progestágeno sintético, que tiene una acción similar a la progesterona natural, la cual es secretada por el cuerpo lúteo (Pelletier y Thimonier, 1975). La eCG es una hormona glicoproteica secretada por las capas endometriales de las yeguas gestantes. Esta hormona tiene una actividad similar a las hormonas folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH) cuando es aplicada en especies distintas a la equina, por lo cual estimula el crecimiento folicular y la ovulación (Pelletier y Thimonier, 1969). La prostaglandina PGF2 $\alpha$  es producida por las células del estroma en el endometrio del cuello uterino y tienen la función de provocar la luteólisis o destrucción del cuerpo lúteo del ovario (Mc Cracken *et al.*, 1979).

En los tratamientos de inducción de la ovulación en la cabra, esponjas impregnadas de FGA son insertadas en la vagina y permanecen ahí durante  $11 \pm 1$  días.

Veinticuatro horas antes del retiro de las esponjas, se aplican por vía intramuscular entre 250 y 600 UI de eCG (dependiendo de la producción de leche y del momento del año) y 50 µg de clopostenol. La ovulación ocurre entre 20 y 72 horas después del retiro de las esponjas (Wildeus, 2000; Bretzlaff y Romano 2001).

### **3. Inducción de la actividad sexual en hembras a través de las relaciones socio-sexuales**

#### **a. Efecto Macho**

La inducción de la actividad sexual en hembras anéstricas ovinas y caprinas, por medio del contacto con un macho, es conocido como “efecto macho” (Underwood *et al.*, 1944; Shelton, 1960; Martin *et al.*, 1986). Esta técnica de bio-estimulación sexual, involucra los sentidos del olfato, la vista, el tacto y el oído (Shelton, 1980). Este método de reproducción fue descrito ampliamente en los últimos 60 años (Underwood *et al.*, 1944; Shelton, 1960; Chemineau, 1987; Flores *et al.*, 2000; Bedos *et al.*, 2012). Sin embargo, en los últimos 15 años resurgió el interés por el uso el efecto macho, probablemente como consecuencia a la demanda que tiene la sociedad por productos alimenticios de origen animal libres de hormonas exógenas (Delgadillo *et al.*, 2009).

#### **b. Respuesta endocrina, estral y ovulatoria de las cabras al efecto macho**

Inmediatamente después de la introducción del macho en el grupo de cabras, se estimula en las hembras la secreción de la LH, pasando de 0.3 pulsos a 2.2 pulsos en las primeras 3 horas de contacto macho-hembra. Si el estímulo del macho persiste, el incremento en la secreción de LH originará un pico preovulatorio, ocasionando la

ovulación en los primeros 5 días posteriores al primer contacto entre los dos sexos. La mayoría de las cabras experimentan un ciclo ovulatorio de duración corta y las ovulaciones pueden disociarse de los estros. La casi totalidad de las hembras vuelven a ovular en un periodo de 5 a 7 días después de la primera ovulación. Esta segunda ovulación es acompañada de conducta estral en la mayoría de los casos, y el ciclo ovulatorio es de duración normal (Chemineau *et al.*, 1983, 1987; Walkden- Brown *et al.*, 1999).

**c. La libido del macho, factor que influye en la respuesta de las hembras al efecto macho**

La libido es definida como la disposición y habilidad del macho para cortejar y montar a una hembra (Chenoweth, 1981). En el caso de los machos cabríos, la conducta sexual es expresada por varios comportamientos característicos como las aproximaciones laterales, los olfateos ano-genitales, los intentos de montas, el automarcaje, el flehmen y las montas con penetración (Price *et al.*, 1986; Fabre-Nys, 2000).

Las hembras tienen una mejor respuesta estral y ovulatoria cuando son expuestas a machos que despliegan un intenso comportamiento sexual, en comparación con aquellas en contacto con machos que despliegan un débil comportamiento sexual (Perkins y Fitzgerald, 1994; Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002). En efecto, la mayoría de las cabras (>90%) ovulan al ser expuestas a machos estimulados por medio de 2.5 meses de días largos artificiales a partir del 1 de noviembre, los cuales despliegan un intenso comportamiento sexual. En cambio, pocas cabras (<10%) ovulan cuando son expuestas a machos en reposo sexual (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002). Los machos foto-

estimulados que despliegan un intenso comportamiento sexual, son más eficientes para estimular la actividad reproductiva de las cabras, que aquellos en reposo sexual que despliegan pocas conductas sexuales al momento de realizar el efecto macho. En diversos estudios, los machos han sido intercambiados entre grupos y subgrupos de hembras durante el efecto macho (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Bedos *et al.*, 2010, 2012). El cambio diario de los machos entre los grupos de hembras podría ser la causa del incremento en la respuesta reproductiva observada en las cabras expuestas a los machos foto-estimulados, al incrementar el comportamiento sexual de los machos. En efecto, se ha demostrado en diversas especies que el contacto del macho con hembras nuevas o hembras conocidas de las cuales estuvo separado por algún tiempo, produce un aumento en el comportamiento sexual de los machos (Pepelko y Clegg, 1965; Thiery y Signoret, 1978; González *et al.*, 1988; Prado *et al.*, 2002, 2003; Bailey *et al.*, 2005).

### **III. Objetivo.**

El objetivo del estudio fue determinar si intercambiar diariamente los machos foto-estimulados entre los subgrupos de hembras mejora la respuesta reproductiva de las cabras anéstricas expuestas a los machos.

### **IV. Hipótesis.**

La respuesta reproductiva de las hembras se incrementará al intercambiar diariamente a los machos foto-estimulados entre diferentes subgrupos de hembras, como consecuencia de un despliegue más intenso de su comportamiento sexual.

## V. Artículo

### **Changing males between groups of goats does not improve the reproductive response during the male effect**

Loya-Carrera J.<sup>a</sup>, Bedos M.<sup>a</sup>, Ponce-Covarrubias J.L.<sup>a</sup>, Hernández H.<sup>a</sup>, Chemineau P.<sup>b</sup>,  
Keller M.<sup>b</sup>, Delgadillo J.A.<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Centro de Investigación en Reproducción Caprina, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila, México; <sup>b</sup> Physiologie de la Reproduction et des Comportements, INRA- CNRS-Université de Tours-Haras Nationaux, Nouzilly, France.

Corresponding author: J.A. Delgadillo

E-mail : [joaldesa@yahoo.com](mailto:joaldesa@yahoo.com)

Postal adress: Centro de Investigación en Reproducción Caprina, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe, 27054, Torreón, Coahuila, Mexico.

Tel: 52 (871) 729 7641



## **Abstract**

The aim of the study was to determine whether the daily exchange of males among subgroups of females improved the reproductive response of anestrus goats exposed to males. Bucks were rendered sexually active during the rest season by exposure to 2.5 months of long days from November 1st. In April, males (n=3) were put in contact with three subgroups of anestrus goats (1 male per 12 females) and remained all time with them and constituted the fixed-group. Other males (n=3) were put in contact with three subgroups of females (1 male per 10-11 females) and were daily rotated among them and constituted the rotated group. The sexual behavior of all males was registered from 08:00 to 09:00 on days 0, 1, 2 and 8 after exchanging the males from the subgroups of females. Ovulations and pregnancy rates were determined by transrectal ultrasonography. The occurrences of ano-genital sniffing, nudging (days 1, 2 and 8) and mounting attempts (days 2 and 8) were greater in the rotated than in the fixed-group ( $P < 0.01$ ). The proportions of females that ovulated did not differ among goats from the fixed (92%) and rotated-group (94 %;  $P > 0.05$ ). The proportions of pregnant females and the fertility at kidding did not differ between those from the rotated (79% and 59 %) and fixed group (83% and 61 %;  $P > 0.05$ ). We conclude that the daily exchange of males among subgroups induced an increase of their sexual behavior but does not improve the pregnancy rates in seasonal anestrus goats.

**Key words:** Reproductive seasonality, Photoperiod, Sexual behavior, Male/female interaction

## **1. Introduction**

Reproductive seasonality is a common characteristic in some breeds of goats originating from or adapted to the subtropical latitudes. In females from these subtropical breeds raised in the north hemisphere, an anovulatory period occurred from February-March to August-September (Duarte et al., 2008; Lassoued and Rekik, 2005). Males of these subtropical breeds also showed a sexual rest season from December-January to May-June (Delgadillo et al., 1999; Elsayed et al., 2007). In some males and females from subtropical goat breeds, the reproductive seasonality is controlled mainly by changes in photoperiod (Delgadillo et al., 2004; Duarte et al., 2010). Thus, it is possible to modify their annual rhythm of reproduction by artificial photoperiod to induce a reproductive activity during the sexual rest season in both sexes: artificial shorts days stimulate ovulations and testosterone secretion after 2-3 months of artificial long days (Delgadillo et al., 2002, 2004; Duarte et al., 2010).

In addition to photoperiod, the socio-sexual relationships can induce ovulations during the seasonal anestrous. In fact, the introduction of a male into a group of seasonal anestrous goats can stimulate estrus and ovulations in the first 5 days of contact between sexes (Bedos et al., 2010; Fernández et al., 2011; Pellicer-Rubio et al., 2007). This phenomenon is called the male effect (Chemineau, 1987; Delgadillo et al., 2009; Shelton, 1960). The sexual response of goats exposed to the male effect is strongly influenced by the sexual behavior displayed by males. Indeed, in ewes, a greater proportion of females ovulated when exposed to males having a high capacity to service than in those in contact with males with a lower capacity of service (Perkins and Fitzgerald, 1994). In goats, all females ovulated when exposed to males rendered sexually active during the sexual rest

by exposure to long days followed by natural photoperiod variations; in contrast, no females ovulated when exposed to non-treated males which were in sexual rest (Delgadillo et al., 2002). The high proportion of goats that ovulated when exposed to the photo-stimulated bucks could be due to the strong stimulation provided by the sexual behavior, odor and vocalizations of males; these cues stimulating the endocrine and sexual activities in seasonally anestrous goats (Delgadillo et al., 2002, 2012; Fernández et al., 2011; Rivas-Muñoz et al., 2007). In addition to the improvement of the exteroceptive cues provided by the males submitted to the long-days treatment, the high ovulatory proportions of females that ovulated when exposed to the photo-stimulated males, could be due to the daily exchanges of males between groups described in several studies using photo-stimulated bucks (Bedos et al., 2010, 2012; Fernández et al., 2011; Fitz-Rodríguez et al., 2009). This hypothesis is supported by data about the activation of the sexual activity in males from different species when exposed to a novel female or to a familiar one after a period of separation. In sexual satiated male mice, the presence of a novel female restores his mating activity (Wilson et al., 1963). In bucks, rams and bulls, the presence of a novel female stimulated the sexual behavior of males, probably by an immediate enhancement of LH and testosterone secretion (bulls: Bailey et al., 2005; bucks: Prado et al., 2002, 2003; rams: Gonzalez et al., 1988; Pepelko and Clegg, 1965; Thiery and Signoret, 1978).

Therefore, the aim of this study was to determine the influence of daily rotations of photo-stimulated males among subgroups on the ovulatory response of seasonally anestrous goats. We hypothesize that a great proportion of goats would ovulate when males are daily rotated among subgroups, as a consequence of a greater display of their

sexual behavior. To test our hypothesis, seasonal anestrous goats were exposed to photo-stimulated males: in one group, males remained with the same females which were divided in three subgroups (one male per subgroup); in the another one, females were also divided in three subgroups (one male per subgroup) and males were daily rotated among them during the whole study.

## **2. Materials and Methods**

### *2.1 General conditions*

This study was performed in April, during the non-breeding season, using local goats from subtropical Mexico (for review see Delgadillo, 2011). Sexually experienced male goats and multiparous seasonally anovulatory females were used. Goats had given birth in November and December and kids had been weaned at about 30 d of age. Females were divided in two groups balanced for body condition score (BCS: range 1 to 4; 1=very lean, 4=fat; Walkden-Brown et al., 1997): the fixed group (n=36; BCS:  $1.9 \pm 0.04$ ; mean  $\pm$  SEM) and the rotated group (n=34; BCS:  $1.9 \pm 0.05$ ; see male effect section below). Both groups of females were divided in three subgroups. The distance between both groups of females was about 100 m to prevent any risk of interference by the treatments between groups. All females were machine-milked daily during the experiment and isolated from any male from December 15 until April when exposure to males was implemented (see male effect section below). Females and males were fed 1.5 kg of alfalfa hay (18% CP) and 100 g of commercial concentrate (14% CP; 1.7 Mcal/kg) with free access to water during the study. The animals were maintained under good

management conditions that fulfilled the nutritional requirements of the animals and the procedures used in the experiments were in strict accordance with the Guide for Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching (Lewis et al., 2010).

### *2.2 Sexual activation of male goats by a long-day treatment*

Males were kept together in a shaded open pen (n=6; 6 x 10 m). These males were rendered sexually active from February to April, months corresponding to the natural sexual rest, as described previously (Delgadillo et al., 2002). Briefly, males were exposed to artificial long days (16 h of light per day) from November 1st to January 15th. From January 16th onwards, males were exposed to natural variations of photoperiod. This photoperiodic treatment stimulates testosterone secretion, sexual behavior and odor in the photo-stimulated bucks from February to April (Delgadillo et al., 2002; Rivas-Muñoz et al., 2007).

### *2.3 Preparation of females*

On March 23th and April 2nd, the ovarian cyclicity of all goats was determined submitting them to a transrectal ultrasonography using an Aloka SSD-500 device connected to a transrectal 7.5 MHz linear probe (Delgadillo et al., 2011; Simões, et al., 2007). Just after the ultrasonography was ended, females were divided into two groups balanced for body conditions score and allocated in different shaded open pens (7 x 7 m).

#### *2.4 Male Effect*

On April 4th at 08:00 (day 0), females were exposed to the photo-stimulated males. In the fixed group, males remained with the same females of one subgroup during the whole study (one male per 12 females). In the rotated group, males were daily rotated between subgroups at 08:00 during the whole study (one male per 10-11 females). Males were selected at random and remained with females for 19 days.

#### *2.5 Measurements*

Sexual behavior of bucks was observed from 08:00 to 09:00 on days 0, 1, 2 and 8 following their introduction into the groups of females. Trained observers followed bucks individually and recorded the following behaviors: ano-genital sniffing, nudging, flehmen, mounting attempts and mounts with intromission (Bedos et al., 2012; Flores et al., 2000). Ovulations were determined as described previously for the determination of presence/absence of ovulations. Pregnancy rates (pregnant females/females exposed to males) were determined by abdominal ultrasonography 50 days after exposure to males using the Aloka SSD-500 device connected to a 3.5 MHz abdominal probe. Fertility (number of goats kidding/number of goats exposed to males) and prolificacy (number of kids born/number of females giving birth) were determined at parturition.

#### *2.6 Statistical Analyses*

Daily occurrences of male sexual behaviors recorded in both groups were compared by the  $\chi^2$  test. The proportions of females that ovulated, pregnancy rates and fertility were compared between groups by the Fisher Exact test. Ovulation rates and prolificacy were

compared between groups by the Mann-Whitney test. Data are presented in mean  $\pm$  SEM. The statistical analysis was carried out using the statistical package SYSTAT 13 (2009).

### **3. Results**

#### *3.1 Sexual behavior of males*

On day 0, the total occurrence of nudging and mounting attempts were greater in the fixed than in the rotated group of males ( $P < 0.01$ ), but occurrences of ano-genital sniffing and flehmen did not differ between them ( $P > 0.05$ ). On days 1, 2 and 8, the occurrences of ano-genital sniffing and nudging were greater in the rotated than in the fixed group of males ( $P < 0.001$ ). The occurrence of mounting attempts (days 2 and 8), mounts with intromission (day 8) and flehmen (day 1) were also greater in the rotated than in the fixed group of males ( $P < 0.01$ ; Figure 1).

#### *3.2 Ovulatory and reproductive responses of goats exposed to males*

The proportions of females that ovulated did not differ between goats from the fixed and daily-rotated groups (92% vs. 94%, respectively;  $P > 0.05$ ). The proportions of pregnant females did not differ between females from the fixed (83%) and daily-rotated group (79%;  $P > 0.05$ ). Finally, fertility and prolificacy did not differ among groups (fixed group: 61% and  $1.3 \pm 0.1$ ; daily-rotated group: 59% and  $1.4 \pm 0.1$ , respectively;  $P > 0.05$ ).

#### **4. Discussion**

These results show that the sexual behavior of males was enhanced when they were rotated daily among subgroups of females in comparison to those remaining in contact with the same females during the whole study. In fact, variables such as ano-genital sniffing, nudging, mounting attempts, mounts with intromission and flehmen were greater in daily-rotated males on days 1, 2 and 8 than in fixed males. These results are consistent with the fact that the alternated contact with novel or familiar females after a period of separation, improve the sexual behavior of males (bulls: Bailey et al., 2005; rams: Thiery and Signoret, 1978; Pepelko and Clegg, 1965; male mice: Wilson et al., 1963). However, in contrast to what was expected, the sexual and reproductive responses of females exposed to the daily-rotated males and those kept with the same males during the study did not differ between groups. Indeed, the proportions of females that ovulated, those that became pregnant, fertility at kidding and prolificacy did not differ among females from the rotated and fixed groups. Moreover, results of the above-mentioned variables obtained in the fixed group are similar to those reported in our previous studies using the male effect with daily-rotated photo-stimulated bucks (Bedos et al., 2010, 2012; Fernández et al., 2011; Fitz-Rodríguez et al., 2009). As a whole, these results reject our initial hypothesis and strongly suggest that even if the sexual behavior of males kept with the same females is lower compared with those experiencing daily rotation of females, the sexual behavior of fixed males is high enough to induce fertile ovulations in the seasonally anestrous goats. The ovulatory response and fertility mainly depends on the presence of the photo-stimulated males rather than the daily rotation of males.



In our study, bucks from one group were daily rotated among the three subgroups and therefore exposed to new females each day; in the other one, males were not rotated and remained with females in one of the subgroups. Males and females of the three subgroups from the rotated group were allocated in three adjacent open pens, separated by simple wood barrier that allowed visual, olfactory, auditory and nose-to-nose contact between animals of each subgroup. We can imagine that after the three first days of experiment, females were familiar to males from the rotated group because they had been already in contact with the three subgroups of females. Indeed, it has been shown in ewes that females become familiar, as measured in recognition test, after a contact of 24 h (Keller et al., 2011). In our experiment, although the females were familiar to rotating males, the daily exchange of bucks among subgroups enhanced their sexual behavior and the occurrences of most sexual behaviors were greater than in males that remained during the whole study with the same females. Our results are consistent with previous ones showing that the presence of a new female or the re-exposition to a familiar female after a period of separation restores or improves the sexual behavior of males (goats: Prado et al., 2003; Silvestre et al., 2004; bulls: Bailey et al., 2005; rams: Thiery and Signoret, 1978; Pepelko and Clegg, 1965). Therefore, we can conclude that the sexual behavior of bucks can be enhanced with the daily presentation of familiar goats.

The ovulatory and reproductive responses did not differ between females from the rotated and fixed groups. The proportions of females that ovulated, those that became pregnant, fertility at kidding and prolificacy registered in the rotated and fixed groups, are consistent with studies where the photo-stimulated males were daily exchanged between groups (Bedos et al., 2010, 2012; Delgadillo et al., 2002; Flores et al., 2000). Therefore,

our results strongly suggest that the high proportions of females that ovulated by means of the male effect, is not due to the daily rotation of males, but probably to the intense sexual activity displayed by the photo-stimulated males (Delgadillo et al., 2006, 2009). This argument is supported by the fact that these photo-stimulated males are able to stimulate the preovulatory LH surge and ovulation in anovulatory goats when they remained with the same females during the whole study (Martínez-Alfaro et al., 2011; Vielma et al., 2013).

The great ovulatory and reproductive responses obtained in females from the fixed group have important practical application in the use of the male effect to control goats' reproduction. Firstly, the presence of the same single buck into a group of stimulated does by means of the male effect allows identification of the progeny, a prerequisite tool for genetic selection (for review see Chemineau, 2012). Secondly, the permanent presence of a buck into a group of females makes easier the use of the male effect avoiding the daily rotation of males among the groups of does.

Despite that the daily rotation of males enhanced their sexual behavior, fertility at kidding was not improved. In fact, in the rotated and fixed groups, fertility was 21 % lower than the pregnancy rates, as showed previously when daily-rotated photo-stimulated males were used (Bedos et al., 2010; 2012; Fernández et al., 2011). In our study, the difference between pregnancy rates and fertility could be due to the low BCS of females (1.9). Indeed, in undernourished females exposed to males, fertility is generally lower than in well-nourished ones probably by an increase of embryo mortality or by a rise of foetal loss in the last three months of pregnancy (Abecia et al., 2006; Mani et al., 1992).

We conclude that the daily rotation of photo-stimulated males among subgroups of females enhanced their sexual behavior but does not improve the ovulatory or reproductive performances in seasonal anestrous goats.

### **Acknowledgements**

The authors are grateful to Eduardo Carrillo for facilitating the does used in the present study. We are grateful to all members of the Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA) of the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro for their technical assistance and to Dolores López for her excellent and kind secretarial assistance. J. Loya-Carrera was supported by a CONACyT scholarship during her Master of Science studies.

### **References**

- Abecia, J.A., Sosa, C., Forcada, F., Meikle, A., 2006. The effect of undernutrition on the establishment of pregnancy in the ewe. *Reprod. Nutr. Dev.* 46, 367-378.
- Bailey, J.D., Anderson, L.H., Schillo, K.K., 2005. Effects of novel females and stage of the estrous cycle on sexual behavior in mature beef bulls. *J. Anim. Sci.* 83, 613-624.
- Bedos, M., Flores, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Keller, M., Malpoux, B., Poindron, P., Delgadillo, J.A., 2010. Four hours of daily contact with sexually active males is sufficient to induce fertile in anestrous goats. *Horm. Behav.* 58, 434-477.
- Bedos, M., Velázquez, H., Fitz-Rodríguez, G., Flores, J.A., Hernández, H., Duarte, G., Vielma, J., Fernández I.G., Retana-Márquez M.S., Muñoz-Gutiérrez M., Keller M., Delgadillo, J.A., 2012. Sexually active bucks are able to stimulate three successive groups of females per day with a 4- hour period contact. *Physiol. Behav.* 206, 259-263.

- Chemineau, P., 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrus cycles in anovulatory goats - a review. *Livest. Prod. Sci.* 17, 135-147.
- Chemineau, P., 2012. A foresight reflection on sustainable methods for controlling mammalian farm animal reproduction. *Trop. Subtrop. Agroecosystems*, 15 (SUP 1), S1-S14.
- Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., 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, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpaux, B., 2002. Induction of sexual activity of lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificial long days. *J. Anim. Sci.* 80, 2780-2786.
- Delgadillo, J.A., Cortez, M.E., Duarte, G., Chemineau, P., Malpaux, B., 2004. Evidence that photoperiod controls the annual changes in testosterone secretion, testicular and body weight in subtropical male goats. *Reprod. Nutr. Dev.* 44, 183-93.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Hernandez, H., Fernandez, I.G., 2006. Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. *Reprod. Nutr. Dev.* 44, 391-400.
- Delgadillo, J.A., Gelez, H., Ungerfeld, R., Hawken, P.A.R., Martin, G.B., 2009. The “male effect” in sheep and goats-Revisiting the dogmas. *Behav. Brain Res.* 200, 304-314.
- Delgadillo, J.A., Ungerfeld, R., Flores, J.A., Hernandez, H., Fitz-Rodriguez, G., 2011. The ovulatory response of anoestrous goats exposed to the male effect in the subtropics is unrelated to their follicular diameter at male exposure. *Reprod. Dom. Anim.* 46, 687–691.
- Delgadillo, J.A., Vielma, J., Hernández, H., Flores, J.A, Duarte, G., Fernández, I.G., Keller, M., Gelez, H., 2012. Male goat vocalizations stimulate the estrous behavior and LH secretion in anestrous goats that have been previously exposed to bucks. *Horm. Behav.* 62, 525-530.
- Duarte, G., Flores, J.A., Malpaux, B., Delgadillo, J.A., 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Domest. Anim. Endocrinol.* 35, 362-370.

- Duarte, G., Nava-Hernández, M.P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A., 2010. Ovulatory activity of female goats adapted to the subtropics is responsive to photoperiod. *Anim. Reprod. Sci.* 120, 65-70.
- Elsayed, E.H., Barkawi, A.H., Shafie, M.M., Ashour, G., Shehata, E. 2007. Seasonal variation in the activity of the Leydig cells in Egyptian Nubian goat (Zaraibi) bucks. *Small Rumin. Res.* 70, 280-285.
- Fernández, I.G., Luna-Orozco, J.R., Vielma, J., Duarte, G., Hernández, H., Flores, J.A., Gelez, H., Delgadillo, J.A., 2011. Lack of sexual experience does not reduce the responses of LH, estrus or fertility in anestrus goats exposed to sexually active males. *Horm. Behav.* 60, 484-488.
- Fitz-Rodríguez, G., De Santiago-Miramontes, M.A., Scaramuzzi, R.J., Malpaux, B., Delgadillo, J.A., 2009. Nutritional supplementation improves ovulation and pregnancy rates in female goats managed under natural grazing conditions and exposed to the male effect. *Anim. Reprod. Sci.* 116, 85-94.
- Flores, J.A., Véliz, F.G., Pérez-Villanueva, J.A., Martínez de la Escalera, G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A., 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol. Reprod.* 62, 1409-1414.
- Gonzalez, R., Poindron, P., Signoret, P., 1988. 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.
- Keller, M., Cornilleau, F., Archer, E., Lévy, F., 2011. Development of social familiarity in ewes. *Physiol. Behav.* 104, 392-397.
- Lassoued N., Rekik M., 2005. Variations saisonnières de l'oestrus et de l'ovulation chez la chèvre locale Maure en Tunisie. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.* 58, 69-73.
- Lewis, G., Gavin, W., Goetsch, A.L., Taylor, J.B., Thonney, M., 2010. Sheep and Goats. In: *FASS: Guide for the care and use of agricultural animals in research and teaching*. FASS, Champaign, pp. 128-142.
- Mani, A.U., McKelvey, W.A.C., Watson, E.D., 1992. The effects of low level of feeding of response to synchronization of estrus, ovulation rate and embryo loss in goats. *Theriogenology* 38, 1013-1022.
- Martínez-Alfaro, J.C., Flores, J.A., Hernández, H., Duarte, G., Fitz-Rodríguez, G., Delgadillo, J.A., Vielma, J., 2011. El comportamiento sexual del macho induce la

- ovulación en cabras anéstricas. *Revista Argentina de Producción Animal* 31, p434.
- Pellicer-Rubio, M.T., Leboeuf, B., Bernelas, D., Forgerit, Y., Pougnaud, J.L., Bonn , 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 natural photoperiod. *Anim. Reprod. Sci.* 98, 241-258.
- Pepelko, E.W., Clegg T., 1965. Studies of mating behaviour and some factors influencing the sexual response in the male sheep *Ovis aries*. *Anim. Behav.* 13, 249-257.
- Perkins, A., Fitzgerald, J.A., 1994. The behavioral component of the ram effect: the influence of ram sexual behavior on the induction of estrus in anovulatory ewes. *J. Anim. Sci.* 72, 51-55.
- Prado, V., Orihuela, A., Lozano, S., Pérez-León, I., 2002. Management of the female stimulus during semen collection and its association with libido re-establishment and semen characteristics of goats. *J. Anim. Sci.* 80, 1520–1523.
- Prado, V., Orihuela, A., Lozano, S., Pérez-León, I., 2003. Effect on ejaculatory performance and semen parameters of sexually-satiated male goats (*Capra hircus*) after changing the stimulus female. *Theriogenology.* 60, 261-267.
- Rivas-Muñoz, R., Fitz-Rodríguez, G., Poindron, P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A., 2007. Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous or discontinuous exposure to males. *J. Anim. Sci.* 85, 1257-1263.
- Shelton, M., 1960. Influence of the presence of a male goat on the initiation of estrous cycling and ovulation of Angora does. *J. Anim. Sci.* 19, 368-375.
- Silvestre, M.A., Salvador, I., Sánchez, J.P., Gómez, E.A., 2004. Effect of changing female stimulus on intensive semen collection in young Murciano-Granadina male goats. *J. Anim. Sci.* 82, 1641-1645.
- Simões, J., Almeida, J.C., Baril, G., Azevedo, J., Fontes, P., Mascarenhas, R., 2007. Assessment of luteal function by ultrasonographic appearance and measurement of corpora lutea in goats. *Anim. Reprod. Sci.* 97, 36-46.
- SYSTAT 13, 2009. Evanston, IL, USA.
- Thiery, J.C., Signoret P.J., 1978. Effect of changing the teaser ewe on the sexual activity of the ram. *Appl. Anim. Ethol.* 4, 87-90.

- Vielma, J., Martínez-Alfaro, J., Hernández, H., Flores, J., Duarte, G., Fitz-Rodríguez, G., Fernández, I., Keller, M., Delgadillo, J., 2013. The sexual behaviour of the male is necessary to induce the preovulatory surge in seasonally anovulatory goats. *Reprod. Dom. Anim.* 48 (suppl. 1), p113.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Scaramuzzi, R.J., Martin, G.B., Blackberry, M.A., 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.
- Wilson, J.R., Kuehn, R.E., Beach, F.A., 1963. Modification in the sexual behavior of male rats produced by changing the stimulus female. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 56, 636-644.

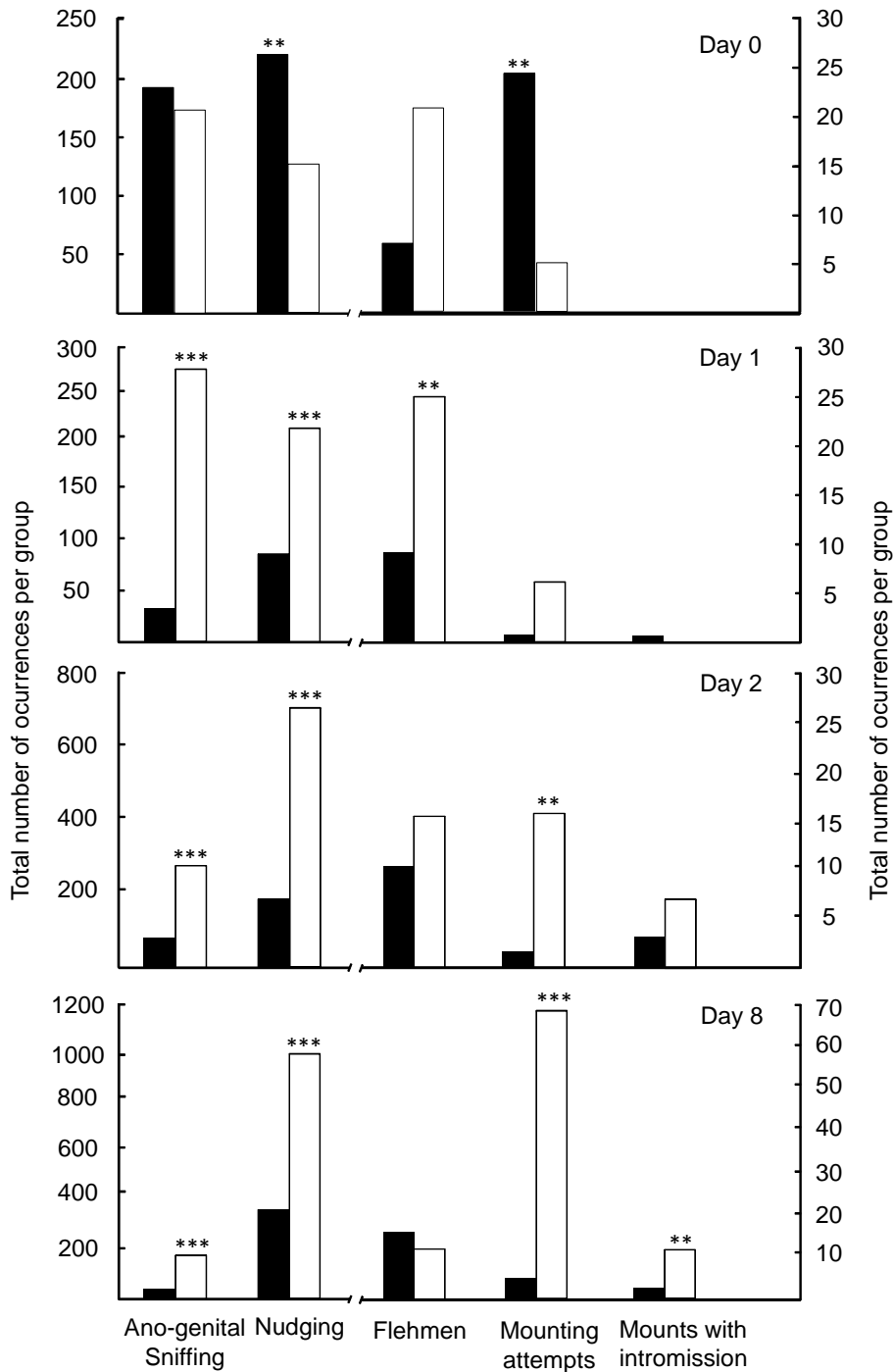


Fig. 1. Frequencies of ano-genital sniffing, nudging, flehmen, mounting attempts and mounts with intromission of the fixed (■) and rotated group of males (□) observed from 8:00 h to 9:00 h on day 0 (day of introduction of males), 1, 2 and 8 after buck introduction of males into the females' group. Males were rendered sexually active by exposure to long days (16 h of light by day) from November 1st to January 15th. \*\* (P<0.01), \*\*\* (P<0.001).



## **VI. Conclusión**

Los resultados del presente estudio demuestran que la rotación diaria de los machos foto-estimulados entre los subgrupos de hembras mejora su comportamiento sexual, pero no la respuesta reproductiva en las cabras en anestro estacional. Por lo tanto, se concluye que el intercambio diario de los machos no es necesario para incrementar la respuesta reproductiva de las hembras anovulatorias, siempre y cuando los machos se encuentren sexualmente activos.

## VII. Literatura citada

- Amoah, E.A., Gelaye, S., Guthrie, P., Rexroad, C.E., 1996. Breeding season and aspect of reproduction of female goats. *J. Anim. Sci.* 74,723-728.
- Bailey, J.D., Anderson, L.H., Schillo, K.K., 2005. Effects of novel females and stage of the estrous cycle on sexual behavior in mature beef bulls. *J. Anim. Sci.* 83, 613-624.
- 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 in anestrus goats. *Horm. Behav.* 58, 434-477.
- Bedos, M., Velázquez, H., Fitz-Rodríguez, G., Flores, J.A., Hernández, H., Duarte, G., Vielma, J., Fernández, I.G., Retana-Márquez, M.S., Muñoz-Gutiérrez, M., Keller, M., Delgadillo, J.A., 2012. Sexually active bucks are able to stimulate three successive groups of females per day with a 4- hour period contact. *Physiol. Behav.* 206, 259-263.
- Bretzlaff, K.N., Romano, J.E., 2001. Advanced reproductive techniques in goats. *Vet. Clin. North América Food Anim. Pract.* 17, 421- 434.
- Bronson, F.H., 1985. Mammalia 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 years. *J. Reprod. Fertil.* 67, 65-72.
- Chemineau, P., 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrus cycles in anovulatory goats - a review. *Livest. Prod. Sci.* 17, 135-147.
- Chemineau, P., Pelletier, J., Guérin, Y., Colas, G., Ravault, J.P., Touré, G., Almeida, G., Thimonier, J., and Orvant, R., 1988. Photoperiodic and melatonin treatments for the control of seasonal reproduction in sheep and goats. *Reprod. Nutr. Dev.* 28, 409-22.
- Chemineau, P., Daveau, A., Maurice, A., Delgadillo, J.A., 1992a. Seasonality of oestrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Rumin. Res.* 8, 299-312.
- Chemineau, P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A., Guérin, Y., Ravault, J.P., Thimonier, J., Pelletier, J., 1992b. Control of sheep and goat reproduction: use of light and melatonin. *Anim. Reprod. Sci.* 30, 157-184.
- Chemineau, P., Baril, G., Leboeuf, B., Maurel, M.C., Roy F., Pellicer-Rubio, R., Malpaux, B., Cognié, Y., 1999. Implications of recent advances in reproductive physiology for reproductive managements of goats. *J. Reprod. Fertil.* 54, 129-142.

- Chemineau, P., Malpoux, B., Brillard, J.P., Fostier, A., 2007. Seasonality of reproduction and production in farm fishes, birds and mammals. *Animal*. 1, 419-432.
- Chenoweth, P. 1981. Libido and mating behavior in bulls, boars and rams. A review. *Theriogenology*. 16, 155-177.
- Delgadillo, J.A., Leboeuf, B., Chemineau, P., 1991. Decrease in the seasonality of sexual behavior and sperm production in bucks by exposure to short photoperiodic cycles. *Theriogenology*. 36, 755-770.
- Delgadillo, J.A., Leboeuf, B., Chemineau, P., 1992a. Abolition of seasonal variations in semen quality and maintenance of sperm fertilizing ability by photoperiodic cycles in goat bucks. *Small Rumin. Res.* 9, 47-59.
- Delgadillo, J.A., Chemineau, P., 1992. Abolition of the seasonal release of luteinizing hormone and testosterone in Alpine male goats (*Capra hircus*) by short photoperiodic cycles. *J. Reprod. Fertil.* 94, 45-55.
- Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpoux, 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, J.A., Carrillo, E., Duarte, G., Chemineau, P., Malpoux, B., 2001. Induction of sexual activity of male creole goats in subtropical northern México using long days and melatonin. *J. Anim. Sci.* 79, 2245-2252.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpoux, B., 2002. Induction of sexual activity of lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificial long days. *J. Anim. Sci.* 80, 2780-2786.
- Delgadillo, J.A., Cortez, M.E., Duarte, G., Chemineau, P., Malpoux, B., 2004. Evidence that photoperiod controls the annual changes in testosterone secretion, testicular and body weight in subtropical male goats. *Reprod. Nutr. Dev.* 44, 183-93.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Hernández, H., Fernández, I.G., 2006. Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. *Reprod. Nutr. Dev.* 44, 391-400.
- Delgadillo, J.A., Gelez, H., Ungerfeld, R., Hawken, P.A.R., Martin, G.B., 2009. The 'male effect' in sheep and goats - Revisiting the dogmas. *Behav. Brain Res.* 200, 304-314.
- Delgadillo, J.A., 2011. Environmental and social cues can be used in combination to develop sustainable breeding techniques for goat reproduction in the subtropic. *Animal*. 5, 74-81.
- Delgadillo, J.A., Ungerfeld, R., Flores, J.A., Hernandez, H., Fitz-Rodriguez, G., 2011. The ovulatory response of anoestrous goats exposed to the male effect in the

- subtropics is unrelated to their follicular diameter at male exposure. *Reprod. Dom. Anim.* 46, 687–691.
- Delgadillo, J.A., Vielma, J., Hernandez, H., Flores, J.A., Duarte, G., Fernández, I.G., Keller, M., Gelez, H., 2012. Male goat vocalizations stimulate the estrous behavior and LH secretion in anestrus goats that have been previously exposed to bucks. *Horm. Behav.* 62, 525-30.
- Driancourt, M.A., 2001. Regulation of ovarian follicular dynamics in farm animals. Implications for manipulation of reproduction. *Theriogenology.* 55, 1211–1239
- Duarte, G., Flores, J.A., Malpoux, B., Delgadillo, J.A., 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Domest. Anim. Endocrinol.* 35, 362-370.
- Duarte, G., Nava-Hernández, M.P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A., 2010. Ovulatory activity of female goats adapted to the subtropics is responsive to photoperiod. *Anim. Reprod. Sci.* 120, 65-70.
- Fabre-Nys, C., 2000. Le comportement sexuel des caprins: Contrôle hormonal et facteurs sociaux. *INRA Prod. Anim.* 13, 11-23.
- Fatet, A., Pellicer-Rubio, M.T., Leboeuf, B., 2011. Reproductive cycles of goats. *Anim. Reprod. Sci.* 124, 211-219.
- Fernández, I.G., Luna-Orozco, J.R., Vielma, J., Duarte, G., Hernández, H., Flores, J.A., Gelez, H., Delgadillo, J.A., 2011. Lack of sexual experience does not reduce the responses of LH, estrus or fertility in anestrus goats exposed to sexually active males. *Horm. Behav.* 60, 484-488.
- Fitz-Rodríguez, G., De Santiago-Miramontes, M.A., Scaramuzzi, R.J., Malpoux, B., Delgadillo, J.A., 2009. Nutritional supplementation improves ovulation and pregnancy rates in female goats managed under natural grazing conditions and exposed to the male effect. *Anim. Reprod. Sci.* 116, 85-94.
- Flores, J.A., Véliz, F.G., Pérez-Villanueva, J.A., Martínez de la Escalera, G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A., 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol. Reprod.* 62, 1409-1414.
- Gómez-Brunet, A., Santiago-Moreno, J., Micheo, J.M., Sánchez, A., González-Blunes, A., López-Sebastián, A., 2003. Variación Anual de la actividad ovulatoria en la cabra de raza malagueña. XXVIII Jornadas Científicas de la S.E.O.C.
- Gonzalez, R., Poindron, P., Signoret, P., 1988. 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.
- Lassoued, N., Rekik, M., 2005. Variations saisonnières de l'oestrus et de l'ovulation chez la chèvre locale Maure en Tunisie. *Revue Élev. Méd. Vét. Pays Trop.* 58, 69-73.

- Lincoln, G.A., Short, R.V., 1980. Seasonal breeding: Nature's contraceptive. *Recent Prog. Horm. Res.* 36, 1-32.
- Malpoux, B., Chemineau, P., Moenter, S.M., Wayne, N.L., Woodfill, C.J.I., Karsch, F., 1987. Reproductive refractoriness of the ewe to inductive photoperiod is not caused by inappropriate secretion of melatonin. *Biol. Reprod.* 36, 1333-1341.
- Malpoux, B., Chemineau, P., Moenter, S.M., Wayne, N.L., Woodfill, C.J.L., Karsch, F., 1988. Reproductive and refractoriness of the ewe to inhibitory photoperiod is not caused by alteration of the circadian secretion of melatonin. *Neuroendocrinology.* 48, 264-270.
- Malpoux, B., Robinson, J.E., Wayne, N.L., Karsch, F.J., 1989. Regulation of the onset of the breeding season of the ewe: importance of long days and of an endogenous reproductive rhythm. *J. Endocrinol.* 122, 269-278.
- Malpoux, B., Viguié, C., Skinner, D.C., Thiéry, J.C., Pelletier, J., and Chemineau, P., 1996. Seasonal breeding in sheep mechanism of action of melatonin. *Anim. Reprod. Sci.* 42, 109-117.
- Malpoux, B., Vigué, C., Skineer, D., Thiéry, J.C., Pellerter, J., Chemineau, P., 1997. Control of the circannual rhythm of reproduction by melatonin in the ewe. *Brain. Res. Bull.* 44, 431-438.
- Malpoux, B., Thiéry, J.C., Chemineau, P., 1999. Melatonin and the seasonal control of reproduction. *Reprod. Nutr. Dev.* 39, 355-366.
- Martin, G.B., Oldham, C.M., Cognie, Y., Pearce, D.T., 1986. The physiological response of anovulatory ewes to the introduction of rams. A review. *Livest. Prod. Sci.* 15, 219-247.
- Martin, G.B., Tjondronegoro, S., Boukhliq, R., Blackberry, M.A., Brigel, J.R., Blanche, D., Fisher, J.A., Adams, N.R., 1999. Determinants of the annual pattern of reproduction in mature male Merino and Suffolk sheep: modification of endogenous rhythms by photoperiod. *Reprod. Fertil. Dev.* 11, 355-366.
- McCracken, J.A., Einer-Jensen, N., Fried, J., 1979. Prostaglandin F<sub>2</sub> alpha and its 13-dehydro analogs: comparative luteolytic effects in vivo. *Adv. Exp. Med. Biol.* 122, 577-601.
- Ortavant, R., Pelletier, J., Ravault, J.P., Thimonier, J., Volland-Nail, P., 1985. Photoperiod: main proximal and distal factor of the circannual cycle of reproduction in farm animals. *Rev. Reprod. Biol.* 7, 305-345.
- Pelletier, J., Thimonier, J., 1969. Étude de la décharge ovulante par dosage radio immunologique de la LH plasmatique chez la brebis normale ou traitée par un progestagène. *C. R. Acad. Sc.* 268, 573-576.
- Pelletier, J., Thimonier, J., 1975. Interactions between ovarian steroids or progestagens and LH release. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 15, 131-146.

- Pepelko, E.W., Clegg T., 1965. Studies of mating behaviour and some factors influencing the sexual response in the male sheep *Ovis aries*. *Anim. Behav.* 13, 249-257.
- Perkins, A., Fitzgerald, J.A., 1994. The behavioral component of the ram effect: the influence of ram sexual behavior on the induction of estrus in anovulatory ewes. *J. Anim. Sci.* 72, 51-55.
- Prado, V., Orihuela, A., Lozano, S., Pérez-León, I., 2002. Management of the female stimulus during semen collection and its association with libido re-establishment and semen characteristics of goats. *J. Anim. Sci.* 80, 1520–1523.
- Prado, V., Orihuela, A., Lozano, S., Pérez-León, I., 2003. Effect on ejaculatory performance and semen parameters of sexually-satiated male goats (*Capra hircus*) after changing the stimulus female. *Theriogenology.* 60, 261-267.
- Price, E.O., Smith, V.M., Katz, L.S., 1986. Stimulus conditions influencing self-urination, genital grooming and flehmen in male goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 16, 371-381.
- 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. *J. Anim. Sci.* 85, 1257-1263.
- Rivera, G., Alanis, G., Chaves, M., Ferrero, S., Morello, H., 2003. Seasonality of estrus and ovulation in creole goats of Argentina. *Small Rumin. Res.* 48, 109-117.
- Shelton, M., 1960. Influence of the presence of a male goat on the initiation of estrous cycling and ovulation of Angora does. *J. Anim. Sci.* 19, 368-375.
- Shelton, M., 1980. Goats: influence of various exteroceptive factors on initiation of estrus and ovulation. *Int. Goat and Sheep Res.* 1, 156-162.
- Thiery, J.C., Signoret P.J., 1978. Effect of changing the teaser ewe on the sexual activity of the ram. *Appl. Anim. Ethol.* 4, 87-90.
- Underwood, E.J., Shier, F.L., Davenport, N., 1944. Studies in sheep husbandry in Western Australia. V. The breeding season of Merino crossbred and British breed ewes in the agricultural districts. *J. Dep. Agric. West. Aust.* 11, 135–143.
- Vielma, J., Martínez-Alfaro, J., Hernández, H., Flores, J., Duarte, G., Fitz-Rodríguez, G., Fernández, I., Keller, M., Delgadillo, J., 2013. The sexual behavior of the male is necessary to induce the preovulatory surge in seasonally anovulatory goats. *Reprod. Dom. Anim. Suppl.* 1, 113.
- Walden-Brown, S.W., Restall, B.J., Norton, B.W., Scaramuzzi, B.W., Martin, G.B., 1994. Effect of nutrition of seasonal patterns of LH, FSH and testosterone concentration, testicular mass, sebaceous gland volume and odor in Australian cashmere goats. *J. Reprod. Fertil.* 102, 351-360.

- Walden-Brown, S.W., Martin, G.B., Restall, B.J., 1999. Role of male female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 54, 243-57.
- Wildeus, S., 2000. Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. *J. Anim. Sci.* 77, 1-14.
- Zarazaga, L.A., Guzman, J.L., Domínguez, C., Pérez, M.C., Prieto, R., 2009. Effects of season and feeding level on reproductive active and semen quality in Payoya buck goats. *Theriogenology.* 71, 1316-1325.
- Zarazaga, L.A., Celi, I., Guzman, J.L., Malpaux, B., 2010. Effect of artificial long days and/or melatonin treatment on the sexual activity of Mediterranean bucks. *Small Rumin. Res.* 93, 110-118.
- Zarazaga, L.A., Celi, I., Guzman, J.L., Malpaux, B., 2011. The response of luteinizing hormone secretion to photoperiod is modified by the level of nutrition in female Mediterranean goats. *Anim. Reprod. Sci.* 126, 83-90.