

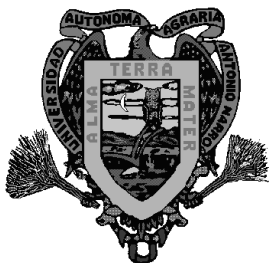
**INDUCCIÓN DE LA ACTIVIDAD SEXUAL EN  
CABRAS ALPINAS ANOVULATORIAS CON  
EL ESTÍMULO DE MACHOS CABRÍOS  
EXPUESTOS A CABRAS ESTROGENIZADAS**

**MVZ LUZ MARÍA TEJADA UGARTE**

**TESIS**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRA EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN  
AGROPECUARIA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

Subdirección de Posgrado

Torreón, Coahuila, México.  
Mayo de 2012

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Unidad Laguna

Subdirección de posgrado

**INDUCCIÓN DE LA ACTIVIDAD SEXUAL EN CABRAS ALPINAS  
ANOVULATORIAS CON EL ESTÍMULO DE MACHOS CABRÍOS EXPUESTOS  
A CABRAS ESTROGENIZADAS**

**POR**

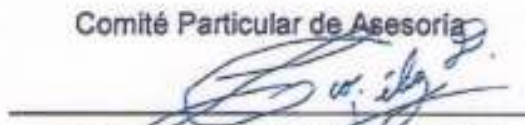
**LUZ MARIA TEJADA UGARTE**

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

**MAESTRA EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA**

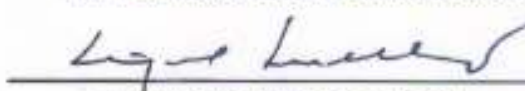
Comité Particular de Asesoría

Asesor principal:

  
\_\_\_\_\_


Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras

Asesor:

  
\_\_\_\_\_

Dr. Miguel Mellado Bosque

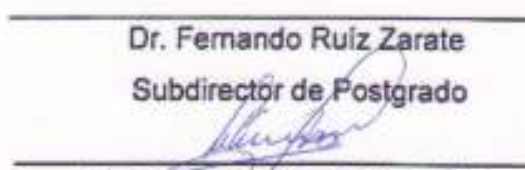
Asesor:

  
\_\_\_\_\_

Dr. Evaristo Carrillo Castellanos

\_\_\_\_\_  
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

Hace poco más de dos años que mi vida cambió por completo al emprender este nuevo reto. Quizás si hubiese sabido de todas las adversidades que se presentaron en este tiempo, y los esfuerzos necesarios, jamás lo hubiera intentado. Sin embargo, este logro no pudiera ser posible sin el apoyo incondicional que mi padre Dios me concede, al tener a mi lado a mis padres, que al día de hoy y como siempre desde que tengo memoria, me dan muestra continua de amor, apoyo, y fortaleza. ¡Qué fácil es todo cuando se tiene a cada lado a los mejores padres!

Es para Uds.

*Gustavo Jejada De la Rosa*

*y*

*Luz Maria Ugarte Garcia*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi padre Dios por gozar de sus bondades y permitirme vivir esta experiencia

A mis padres por darme la vida, acompañarme siempre y motivarme a dar lo mejor de mí

A mis hermanos Sofy y Oscar, Gustavo, por brindarme su compañía y permitirme disfrutar de momentos inolvidables. A mi Oscarito por su amor y su ternura. Los quiero

A mis pequeños Jorge Alberto y Edgar Daniel, por ser el motivo de mí existir y la alegría de mi vida, el regalo más grande que Dios me dio fue tener el privilegio de ser su madre. ¡Los amo con toda mi alma!

A Edgar mi esposo, por el apoyo, por ser mi respaldo en este proyecto, por la paciencia, los desvelos, la confianza en mí, gracias a Dios por ponerte en mi camino, por escribir conmigo desde ese momento nuestra historia ¡gracias por ser la persona con la que comparto mi vida y con mucha felicidad hace que mis días sean maravillosos! TE AMO CORAZON

A mi UAAAN UL, por darme oportunidad de pertenecer nuevamente a ella, en este logro profesional

En el comienzo de esta aventura, a mis amigos Juan Manuel Guillén, Auscencio Olán, Edgar Monreal, por sus muestras de compañerismo, y ni se diga a Oscar Ángel García de quien siempre tuve apoyo desinteresado, por enseñarme cuando todo para mí era nuevo y difícil, gracias por ser como eres amigo, y parte del fruto cosechado, es sin duda el haber conocido a mis grandes amigas Aracely Zuñiga y Leticia Gaytán, a la distancia siempre animándome mi querida Laura Gutiérrez, todos en general Sonia, Sandrita, todos, un equipo reducido en número pero de grandes personas, los viajes, las anécdotas, los obstáculos, toda la enseñanza de vida, en general, la amistad todo lo puede, a todos, ¡Gracias!

A mis asesores, Dr. Francisco Gerardo Véliz por darme la oportunidad y su apoyo, al Dr. Evaristo Carrillo por la confianza, al Dr. Miguel Mellado por sus enseñanzas y su acompañamiento. Una vez más al Dr. Ramón Delgado por darme muestra de apoyo y asesoría en la realización de este trabajo, por sus consejos, ¡gracias!, a mi madrina Dra Teresa Valdés por el respaldo, por estar siempre al pendiente de mí, ¡una vez más gracias! al Dr. Pedro Robles por brindarnos las instalaciones de la Posta Caprina, y los animales necesarios para el proyecto, al Dr. Juan Luis Morales por brindarnos el apoyo del Laboratorio de Reproducción, a la gente del ITT.

## ÍNDICE

Pág

### CONTENIDO

COMPENDIO .....	
ABSTRACT .....	
I.Introducción .....	
Objetivos .....	
Hipótesis .....	
II.Revisión de literatura .....	
2.1 Estacionalidad reproductiva de las cabras .....	
2.2 La estacionalidad reproductiva se debe a la actividad gonadal, controlada centralmente por la actividad pulsátil de la GnRH. ....	
2.3 El fotoperiodo sincroniza un ritmo circanual endógeno de la actividad neuroendocrina reproductiva. ....	
2.4 Estacionalidad en diferentes regiones .....	
2.5 Bioestimulación.....	
2.6 El efecto macho y su respuesta.....	
Literatura citada.....	
.....	
Respuesta de los machos cabríos alpinos franceses inactivos sexualmente al estímulo de hembras en estro .....	
INTRODUCCION.....	
MATERIALES Y METODOS .....	
2.3. Detección de la actividad estral y preñez .....	
2.4. Evaluación del comportamiento reproductivo del macho .....	
2.5. Análisis estadísticos .....	
3. Resultados .....	
4. Discusión .....	
CONCLUSIÓN .....	
TABLAS Y FIGURAS .....	
Response of sexually inactive French Alpine bucks to the stimulus of goats in oestrus.....	

## **COMPENDIO**

### **INDUCCIÓN DE LA ACTIVIDAD SEXUAL EN CABRAS ALPINAS ANOVULATORIAS CON EL ESTÍMULO DE MACHOS CABRÍOS EXPUESTOS A CABRAS ESTROGENIZADAS**

**Por**

**MVZ Luz María Tejada Ugarte**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**Torreón, Coahuila, Mayo de 2012**

Este estudio fue diseñado para investigar si los machos cabríos Alpinos franceses sexualmente inactivos, y estimulados con cabras en estro, son capaces de inducir estro y ovulación a cabras en anestro bajo condiciones intensivas en la latitud 26° N. Se utilizaron cincuenta y nueve cabras Alpinas Francesas adultas en anestro, las cuales fueron asignadas aleatoriamente a uno de los cuatro grupos de tratamiento: expuestas a machos cabríos estimulados (n=14) o no estimulados (n=15) en marzo, y expuestas a machos cabríos estimulados (n=15) o no estimulados (n=15) en junio. Además, se observó el comportamiento sexual exhibido por machos cabríos en contacto con hembras durante dos sesiones de observación consecutivos con una duración

de 1 h cada uno. La respuesta estral fue de 79 y 100% para las cabras expuestas a machos cabríos estimulados en marzo y junio, respectivamente, pero ninguna de las cabras expuestas a los machos cabríos no estimulados presentó estro en ninguno de los dos tiempos. Las tasas de preñez basadas en exanimación ecográfica a los 50 d después de la monta fueron más bajas ( $P<0.01$ ) en cabras expuestas a machos cabríos estimulados en marzo (50%) en comparación con las cabras empadradas en junio (80%). En tanto en las dos épocas del experimento, ninguna de las cabras expuestas a machos cabríos no estimulados parió. El intervalo de estro fue menor ( $68\pm 2$  vs  $141\pm 13$  horas) y fue más sincronizada en las cabras expuestas a machos cabríos estimulados en junio que las cabras expuestas a machos cabríos en marzo. Las frecuencias de flehmen, olfateo, y aproximaciones fue más alto ( $P<0.01$ ) en machos cabríos estimulados que en machos cabríos no estimulados. Se concluyó que la exposición de los machos cabríos sexualmente inactivos a las cabras en estro es una manera económica, práctica y eficiente para inducir la actividad sexual en machos cabríos, que posteriormente permite que inicie la actividad estral en cabras Alpinas francesas en anestro.

**Palabras clave:** estro, actividad ovárica, efecto macho, tasa de preñez.

## **ABSTRACT**

### **RESPONSE OF SEXUALLY INACTIVE FRENCH ALPINE BUCKS TO STIMULUS OF GOATS IN OESTRUS**

**BY**

**LUZ MARÍA TEJADA UGARTE**

**MASTER OF SCIENCE IN AGRICULTURAL PRODUCTION**

**AUTONOMOUS AGRARIAN UNIVERSITY ANTONIO NARRO**

**LAGUNA CAMPUS**

**Torreón, Coahuila, May 2012**

This study was designed to investigate whether sexually inactive French Alpine bucks stimulated with goats in oestrus are able to induce oestrus and ovulation in anoestrus goats under intensive conditions at latitude 26° N. Fifty-nine adult anoestrus French Alpine goats were randomly assigned to one of four treatment groups: exposure to stimulated (n= 14) or non-stimulated (n= 15) bucks in March and stimulated (n= 15) or non-stimulated (n= 15) bucks in June. Additionally, the sexual behaviour exhibited by bucks in contact with penned goats was recorded during two consecutive observation sessions lasting 1 h each. The oestrus response was 79 and 100% for goats exposed to stimulated bucks in March and June, respectively, but none of the goats exposed to the non-stimulated bucks entered oestrus in either breeding seasons. Pregnancy rates based on ultrasonographic examination at 50 d post-copulation were lower ( $P<0.01$ ) in



goats exposed to stimulated bucks in March (50%) compared to goats bred in June (80%). For both breeding seasons, none of the goats exposed to non-stimulated bucks kidded. The interval to oestrus was shorter ( $68 \pm 2$  vs.  $141 \pm 13$  h) and more synchronised in goats exposed to stimulated bucks in June than goats exposed to bucks in March. The frequencies of flehmen, nosing, and approaches were higher ( $P < 0.01$ ) in simulated bucks than non-stimulated bucks. It was concluded that the exposure of sexually inactive bucks to goats in oestrus is an inexpensive, practical and efficient way to elicit sexual activity in bucks, which subsequently triggers breeding activity of anoestrus French Alpine goats.

**Keywords:** Oestrus, Ovarian activity, Male effect, Pregnancy rate

## I.Introducción

La reproducción es la función biológica clave que asegura la supervivencia de las diversas especies, además de favorecer la eficiencia productiva de cualquier sistema de producción animal (Álvarez, 2001).

En mamíferos, los sistemas de control de la función reproductora son complejos, y presentan distintos niveles de organización funcional, englobando desde señales neuroendocrinas y hormonas sistémicas a factores producidos localmente (Bronson, 1985).

Hablando particularmente de la especie caprina, en algunas razas las hembras están sometidas a cambios cíclicos en su actividad reproductora, cambios integrados con los cambios ambientales a esto se le llama reproducción estacional, ejemplo de estos factores determinantes son las interacciones sociales, el fotoperiodo, el estatus nutricional del animal (González et al., 1974).

En regiones tropicales, las razas caprinas locales tienen una estrategia reproductiva de tipo oportunista, ya que inician su actividad sexual cuando los factores ambientales son favorables (Bronson, 1985).

Por el contrario en las zonas templadas los individuos están obligados a limitar el periodo de partos, durante el periodo más favorable del año, es decir, cuando la temperatura es menos drástica y la disponibilidad del alimento es más abundante.

Las cabras locales en el norte de México (26° N) presentan actividad sexual de agosto a febrero y los machos cabríos manifiestan de mayo a diciembre (Delgadillo et al., 2002). A nivel local, la ganadería caprina es reconocida por la producción de leche y cabrito para abasto del país, es decir, hay demanda todo el año, pero la fisiología reproductiva de las cabras incide negativamente en el mercado, sufriendo el efecto de oferta y demanda de productos y perjudicando a la caprinocultura.

El uso de hormonas ha sido demostrado y probado como eficaz para inducir estro en cabras en anestro estacionales (Chemineau et al., 1999; Leboeuf et al., 2000), pero el uso de esta tecnología es muy cara en sistemas de explotación caprina extensiva o semiextensiva.

La actividad sexual puede ser inducida en primavera mediante la exposición de machos cabríos a días largos artificiales (16 h de luz / día) durante 2,5 meses a partir de diciembre (Delgadillo y Vélez, 2010). Este procedimiento, sin embargo, no es viable para los productores de cabras en el norte de México en agostadero, debido al alto costo de esta tecnología y la ausencia de electricidad en los corrales de cabras.

En la latitud 26° N, la ovulación de las cabras en temporada de anestro, puede inducirse por la exposición de estas a machos cabríos activos sexualmente. Sin embargo, el efecto macho en primavera es poco fiable (de Santiago-Miramontes et al., 2011; Mellado et al., 2012), porque las cabras locales en esta latitud presentan una forma de anestro "superficial" siendo capaces de mostrar la actividad estral completa en la primavera, solo si machos cabríos activos sexualmente son expuestos a hembras (Véliz et al., 2006; 2009). Por lo tanto, es necesaria una técnica sencilla y práctica para inducir actividad sexual a los machos cabríos en la primavera. Una posibilidad es exponer machos cabríos sexualmente inactivos a hembras en estro, así como hembras en estro durante la estación no reproductiva (Restall et al., 1995; Walkden-Brown et al., 1993, 1994). Esta respuesta ha sido descrita en cabras Cashemere, por lo que es de interés para determinar si las cabras en estro son capaces de inducir la actividad sexual en machos cabríos durante la temporada de reproducción en el norte de México.

## **Objetivos**

Determinar si la exposición de machos cabríos con cabras en estro puede promover la actividad sexual de los machos cabríos.

Determinar si los machos cabríos responden a las cabras en estro en marzo como en junio.

Comparar las respuestas de las cabras en anestro a machos cabríos sexualmente activos durante marzo y junio.

## **Hipótesis**

La exposición de machos cabríos con cabras en estro estimula la actividad sexual de los machos cabríos.

Los machos cabríos responden a las cabras en estro en marzo como en junio a 26° N.

Las cabras en anestro en el norte de México pueden ser estimuladas con machos cabríos sexualmente activos durante marzo y junio.

## II.Revisión de literatura

### 2.1 Estacionalidad reproductiva de las cabras

El término estacionalidad sexual se refiere a que durante una determinada época del año algunas especies tienen periodos de actividad e inactividad sexual. Existen factores que directamente influyen sobre la reproducción, como la duración del día y la noche, las interacciones sociales por mencionar algunos (Bronson, 1995).

### 2.2 La estacionalidad reproductiva se debe a la actividad gonadal, controlada centralmente por la actividad pulsátil de la GnRH.

En el macho cabrío y el carnero, aunque la actividad espermatogénica y el comportamiento sexual nunca se detienen, varían de gran manera con la estación. En los borregos Soay, una raza primitiva del norte de Escocia, la FSH plasmática, la concentración de testosterona, el “flush” sexual, el comportamiento agresivo y el tamaño testicular (que refleja la actividad espermatogénica), alcanzan su máximo entre agosto y noviembre (Chemineau et al., 2010). La producción espermática por testículo (medido directamente al salir) y el peso testicular en carneros Il-de-France varía de más de 5 billones por día y 300g en septiembre, a <1 billón por día y 200 g en marzo, respectivamente (Chemineau et al., 2010). La actividad sexual (1.5-0 montas en 10 min), motilidad espermática individual (3.5-2.5 entre 5) y la habilidad de fertilizar (70-20% de partos después de IA) también varía dramáticamente en machos cabríos Alpinos entre los periodos de otoño-invierno y primavera-verano (Delgadillo et al. 1992). En esta raza, los cambios estacionales en el volumen de eyaculado y la concentración espermática muestran un efecto perjudicial del plasma seminal en la supervivencia espermática *in vitro*, tiene

implicaciones importantes para la tecnología del semen (Chemineau et al., 2010).

Los cambios estacionales en la actividad reproductiva se originan casi exclusivamente por los cambios en la secreción de LH y FSH por la pituitaria, la cual es a su vez controlada por la pulsatilidad de la GnRH en el sistema portal-cerebral a nivel pituitario (Chemineau et al., 2010). La frecuencia de la liberación de GnRH en el sistema portal es un mensaje esencial enviado por el cerebro estacionalmente para controlar todo el eje pituitario-gonadal.

Estos cambios estacionales en la actividad pulsátil de la GnRH son accionados por el fotoperiodo y la melatonina, que actúa para sincronizar el ritmo endógeno de la reproducción (Chemineau et al., 2010).

### **2.3 El fotoperiodo sincroniza un ritmo circanual endógeno de la actividad neuroendocrina reproductiva.**

Desde hace tiempo se conoce que los días largos (DL) inhiben mientras los días cortos (DC) estimulan la actividad sexual en reproductores de días cortos, como los borregos y las cabras. Aunque estos efectos específicos de la longitud del día no son permanentes, y cuando son sujetos a un fotoperiodo constante, los animales se vuelven “refractarios”, “escapan” del fotoperiodo prevaleciente: los DL dejan de ser inhibidores, y los DC dejan de estimular. En cabras y borregas, esta refracción podría ser considerada conceptualmente como apenas el primer paso de la expresión del ritmo endógeno circanual. Puede ser sobrepasado (“roto”) por animales en transferencia del fotoperiodo opuesto: refracción a DC, lo cual ocurre de manera natural en borregas durante finales de invierno, y se rompe por 2 meses de exposición a DL en diciembre-enero, permitiendo que la eficacia de la estimulación de los DC se restablezca (Chemineau et al., 2010).

Los mecanismos neuroendocrinos responsables del control estacional y luminoso de la pulsatilidad de GnRH fueron discutidos extensivamente por Malpoux (2006) y solo se dará un corto repaso de los principales mecanismos involucrados en el presente trabajo.

Estos mecanismos pueden ser acomodados en 4 grupos principales fuertemente interrelacionados entre ellos (Chemineau et al., 2010):

1. La conducción fotoperiódica a la actividad reproductiva que ha sido demostrada por variados y numerosos experimentos de control de luz utilizando la inversión del ciclo anual, regímenes de días largos y días cortos, aceleración de la frecuencia anual, mantenimiento de término medio en periodos largos y cortos constantes (que conduce a la refracción) y la iluminación de fases foto sensitivas.
2. El ritmo circanual endógeno de la actividad reproductiva, cuya existencia fue fuertemente sugerida por los resultados de la pinealectomía, o mantenimiento a largo plazo periodos largos/cortos constantes. Este ritmo endógeno circanual es sincronizado por señales de luz externas discretas y pueden trabajar ya sea en base a un reloj o a un reloj de arena.
3. El mecanismo neuroendocrino de la acción de la luz en la actividad reproductiva el cual se ha demostrado que es manejado por la secreción pineal de melatonina en el fluido cerebroespinal (PMH) probablemente vía el receptor tipo 1 de melatonina (MT1), y la cascada de eventos de control de la GnRH.
4. Los mecanismos neuroendocrinos involucrados en la regulación estacional de la actividad reproductiva, fuertemente asociada con los mecanismos antes descritos, y el cual fue demostrado que varía estacionalmente y controla la actividad pulsátil de la GnRH.

## 2.4 Estacionalidad en diferentes regiones

Las cabras locales de zonas tropicales manifiestan un ciclo de reproducción anual, es decir, se reproducen en cualquier época del año, siendo la alimentación el factor determinante de su condición reproductiva (González et al., 1974).

Por el contrario en algunas razas de zonas subtropicales el tipo de reproducción es estacional. Esta condición es retribuida a que la fisiología del animal induce que la época de partos sea la más favorable para la supervivencia de la especie, ejemplo de ello son las cabras de raza Cashmere de Australia (28° S) donde la estación sexual inicia en otoño y termina a principios de la primavera (Restall, 1992).

Las cabras locales del norte de México (26° N) son estacionales, el periodo de actividad sexual abarca de septiembre a febrero (Delgadillo et al., 2003) y el reposo sexual ocurre de marzo a agosto.

Existen factores que tienen influencia directa sobre la estacionalidad de esta especie, se pensaba que como el periodo de reposo era en la estación más seca del año, la falta de alimento era la principal causa del anestro, pero la estacionalidad es una consecuencia debida al fotoperiodo, en este caso la subalimentación solamente es un modulador (Chemineau et al., 2001).

El comportamiento sexual es activo todo el año en los machos cabríos de zonas tropicales, es decir, no hay anestro estacional (Chemineau et al., 1999)

En zonas templadas, los machos cabríos tienen una estacionalidad reproductiva, los machos cabríos de raza cashmere de Austria, están en reposo en primavera y activos en otoño (Walkden-Brown et al., 1994).



## **2.5 Bioestimulación**

La ovulación inducida por el macho fue reportada por primera vez en las borregas hace 60 años y se le asignó el término “efecto macho”. En cabras, este fenómeno fue descrito más tarde. Sin embargo, existen evidencias de que los científicos conocían la habilidad de los carneros de estimular la actividad reproductiva entre el rebaño desde los inicios del siglo 19. De hecho, es muy probable que este fenómeno haya evolucionado en los ungulados salvajes para evitar la sincronía entre los sexos en el apareamiento. Específicamente, cuando los carneros o los machos cabríos son juntados con borregas o cabras anovulatorias, respectivamente, que fueron previamente aisladas de los machos cabríos, una proporción del rebaño ovulara, mostrara estrógeno y quedara gestante. Investigaciones hacia este “efecto macho” (o “teasing”) tuvieron su auge en 1980 con una multitud de estudios a través de la estación y la latitud abarcando a más de 70 razas de borregos. Este interés fue sin duda por el aumento dramático de la cantidad de borregos en las industrias agrícolas alrededor del mundo. Recientemente ha existido un resurgimiento en el número de artículos científicos publicados sobre el “efecto macho”, probablemente impulsados por el potencial del fenómeno de ser un método “limpio, ético y verde” de controlar la reproducción (Delgadillo et al., 2009).

## **2.6 El efecto macho y su respuesta**

En el ciclo reproductivo de la cabra, incluyendo el anestro, existe la liberación de LH pulsátil, está a su vez es controlada por pulsos de secreción de GnRH desde el hipotálamo.

En cabras en anestro, los pulsos de LH se liberan con frecuencia baja, y son controlados por un mecanismo de retroalimentación negativa por niveles mínimos de estradiol. (Álvarez, 2001)

El efecto macho provoca un aumento rápido y dramático en la frecuencia y amplitud de los impulsos de la LH plasmática. Este incremento en la actividad pituitaria estimula el desarrollo folicular, manifestándose con un pico preovulatorio de LH que induce la ovulación.

El tiempo desde la introducción del macho hasta el primer incremento de LH es corto, cerca de 20 minutos.

La fase de desarrollo folicular inducida por el macho es de 36 horas; en ausencia de este es más prolongada de 60 a 70 horas. La ovulación se presenta después 50 horas después de la introducción del macho.

El 95% de las hembras ovulan dentro de los primeros tres días posteriores al efecto macho. La primera ovulación inducida manifiesta conducta estral en un 60% de las hembras, dicha ovulación es seguida por un ciclo corto con duración promedio de tres a ocho días en un promedio de 75% de las hembras. El ciclo corto se caracteriza por una secreción baja o transitoria de progesterona por el cuerpo lúteo. Se manifiesta una segunda ovulación donde el cuerpo lúteo tiene una duración normal con conducta estral manifestada en 90% de las hembras.

La respuesta en ovulación es similar entre hembras adultas y jóvenes, teniendo estas últimas una mayor tendencia a presentar ovulaciones silenciosas (Alvarez, 2001). Resultados similares se encontraron en un estudio donde se demostró que las cabras pueden mostrar respuestas endocrinas y reproductivas importantes, incluso en ausencia de experiencia sexual previa, cuando se utilizan machos cabríos sexualmente activos (Fernandez, 2011).

Sin embargo la eficacia del efecto macho está relacionada con la profundidad del anestro, es por ello que se utiliza cerca del inicio de la temporada reproductiva. Entre más profundo es el anestro menor presencia de actividad estral y mayor proporción de ciclos cortos. Ejemplo de ello podemos citar que en la actualidad el efecto macho es ampliamente utilizado en ovejas de razas mediterráneas pero su uso en genotipos templados es restringido por la estacionalidad de la raza, sin embargo las hembras de estos genotipos estacionales son muy sensibles a la estimulación de los machos cabríos cerca del inicio de la temporada de reproducción natural. (Hawken, 2008).en contraste otro estudio encontró que la introducción de un macho, produce respuesta en ovejas en todos los estadios del ciclo, manifestándose con un incremento en el pulso y frecuencia de LH independientemente del genotipo de la oveja. (Hawken, 2007 y 2009). Un estudio utilizando cabras de razas mediterráneas demostró que la combinación de tratamiento con melatonina con días naturales o días largos artificiales mejora el impacto del efecto macho (Zarazaga, 2011).

En latitudes subtropicales la actividad sexual de machos cabríos alpinos se incrementa utilizando días largos artificiales, y estos machos cabríos son efectivos para estimular la actividad reproductiva anovularia de hembras al final de primavera (Delgadillo, 2010).

Del mismo modo, la introducción de hembras en estro induce la ovulación en proporciones semejantes a las logradas con el efecto macho. Las hembras en estro son capaces de inducir una respuesta ovulatoria en sus compañeras en anestro sin necesidad de contar con la presencia del macho cabrío. Trabajando con ovejas Zarco et al demostraron que las hembras en estro inducen la ovulación en sus compañeras en anestro y que los resultados dependen del grado de contacto entre las hembras en celo (bioestimuladoras) y las estimuladas.

Álvarez (1999) en su estudio midió conducta estral, concentraciones de LH y función lútea en cabras en anestro estacional inducidas a ciclar mediante el contacto con cabras en estro y concluyó que la presencia de cabras en estro es capaz de inducir el estro, picos preovulatorios de LH y ovulación sincronizada en una proporción considerable de cabras en anestro estacional, lo que indica una inducción real de actividad ovárica y no simplemente una conducta de imitación.

Este "efecto macho" en las hembras y el efecto "efecto hembra" en machos cabríos y hembras es predominantemente mediada por señales olfatorias, aunque se cree que la falta de señales olfativas juegan un papel sinérgico o sustitutiva. Las señales visuales parecen estar involucrados en la obtención de la respuesta neuroendocrina (Hawken, 2009).

### **Literatura citada**

Álvarez, L., Ducoing, AE., Zarco, LA., Trujillo, AM., 1999. Conducta estral, concentraciones de LH y función lútea en cabras en anestro estacional inducidas a ciclar mediante el contacto con cabras en estro. Vet. Méx. 30, 25-31.

Álvarez, L., Zarco, L., 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. Vet. Méx. 32, 117-129.

Bronson, FH. 1985. Mammalian Reproduction: An ecological perspective. Biology of Reproduction. 32:1-26.

Chemineau, P. 1986. Sexual behavior and gonadal activity during the year in the tropical Creole meat goat. II. Male mating behavior, testis diameter, ejaculate characteristics and fertility. Reprod. Nutr. Develop. 26(2A):453-460.

Chemineau, P., L Bodin, L., Migaud, M., Thiery, JC., Malpaux, B. 2010. Neuroendocrine and Genetic Control of Seasonal Reproduction in Sheep and Goats. *Reproduction in Domestic Animals*. 45: 42-49.

Delgadillo, JA., Flores, JA; Véliz, FG., Duarte, G., Vielma, J., Poidron, P., Malpaux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtropico mexicano utilizando tratamientos fotoperiodicos y efecto macho. *Vet. Mex.*34

Delgadillo, JA., Gelez, H., Ungerfeld, R., Hawken, P., Martin, GB., 2009. The “male effect” in sheep and goats-Revisiting the dogmas. *Behavioural Brain Research*. 200 304-314

Delgadillo, JA., Vélez,LI., 2010. Stimulation of reproductive activity in anovulatory Alpine goats exposed to bucks treated only with artificially long days. *Animal*, 4:12 2012-2016

Fernández, I., Luna, JR., Vielma, J., Duarte, G., Hernández, H., Flores, JA., Gelez, H., Delgadillo, JA., 2011. Lack of sexual experience does not reduce the responses of LH, estrus or fertility in anestrus goats exposed to sexually active males. *Hormones and behavior* 60, 484-488.

González, S.C., Garcia, C., Castillo, J. 1974. Actividad sexual estacional y fertilidad en cabras de razas puras de una zona tropical de Venezuela. *Ciencias Veterinarias Maracaibo*. 4(4):223-247

Hawken, PAR., Beard, AP., Esmaili, T., Kadokawa, H., Evans, ACO., Blache, D., Martin, GB. 2007. The introduction of rams induces an increase in pulsatile LH secretion in cyclic ewes during the breeding season. *Theriogenology* 68 56-66

Hawken, PAR., Evans, ACO., Beard, AP., 2008. Short term, repeated exposure to rams during the transition into the breeding season improves the synchrony of mating in the breeding season. *Animal Reprod Sci* 106 333-344

Hawken, PAR., Esmaili, T., Jorre de St Jorre, T., Martin, GB., 2009. Do cyclic female goats respond to males with an increase in LH secretion during the breeding season? *Anim. Reprod. Sci.* 112, 384-389.

.Hawken, PAR., Esmaili, T., Scandan, V., Blache, D., Martin, GB., 2009. Can audio-visual or visual stimuli from a prospective mate stimulate a reproductive neuroendocrine response in sheep? *Animal* 3:5 690-696.

Ramirez, AB., Alvarez, L., Ducoing, AE., Trujillo, AM., Gutierrez, J., Zarco, LA. 2001. Induccion de actividad ovárica en cabras anestrícas mediante diferentes grados de contacto con hembras en estro. *Vet. Mex.* 32, 13-17

Restall, B.J. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim. Reprod. Sci.* 27:305-318

Walkden-Brown, S.W., Norton, B.W., Restall, B.J. 1994b. Seasonal variation in voluntary feed intake in cashmere buck fed ad libitum diets of low or high quality. *Australian Journal of Agricultural Research.* 45:355-366

Zarazaga, LA., Celi, I., Guzmán, JL., Malpoux, B., Enhancement of the male effect on reproductive performance in female Mediterranean goats with long day and/or melatonin treatment. 2011. *The Veterinary Journal* (article in press)

## **Respuesta de los machos cabríos alpinos franceses inactivos sexualmente al estímulo de hembras en estro**

### **INTRODUCCION**

La reproducción de tipo estacional de las cabras lecheras en el norte de México (26° N) representa un serio problema para la industria caprina porque impide la crianza, limita el acceso a mercados favorables para la producción de carne y leche. La probada eficacia de las hormonas para inducir el estro en cabras en anestro estacional ha sido ampliamente demostrado (Chemineau et al,1999; Leboeuf et al., 2000), pero el uso de esta tecnología es demasiado cara en sistemas de producción caprina de tipo extensivas o semiextensivas. La actividad sexual puede ser inducida en primavera por la exposición de machos cabríos a días largos artificiales (16 h de luz / día) durante 2,5 meses a partir de diciembre (Delgadillo y Vélez, 2010). Este procedimiento, sin embargo, no es viable para los productores de cabras en el norte de México en agostadero, debido a los altos costos de esta tecnología y la ausencia de electricidad en los corrales de cabras. En la latitud 26 ° N, la ovulación en el ganado caprino en temporada de reposo puede ser inducida por la exposición de los machos cabríos sexualmente activos. Sin embargo, el efecto macho en primavera no es fiable (de Santiago-Miramontes et al, 2011;.. Mellado et al., 2011), porque las cabras lecheras en estas latitudes muestran un anestro profundo, y estas son capaces de mostrar la actividad estral en la primavera sólo si los machos cabríos sexualmente activas están expuestas a las hembras (Véliz et al., 2006a, 2009). Por lo tanto, es necesaria una técnica sencilla y práctica para inducir actividad sexual en los machos cabríos en la primavera. Una posibilidad es exponer machos cabríos sexualmente inactivos a hembras en estro, así como hembras en estro durante la estación no reproductiva (Restall et al, 1995;. Walkden-Brown et al.,1993,1994b).

Esta respuesta ha sido descrita en cabras cashemere, por lo que es de interés para determinar si las cabras en estro son capaces de inducir la actividad sexual en machos cabríos durante la temporada de reproducción en el norte de México.

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar: 1) si la exposición de machos cabríos con cabras en estro pueden promover la actividad sexual de machos cabríos, 2) si los machos cabríos responden a las cabras en estro en marzo como en junio, y 3) comparar las respuestas de las cabras en anestro a machos cabríos sexualmente activos durante estos meses.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **2.1. Manejo de las cabras**

El estudio se realizó en un hato productor lechero local del norte de México (26° 23 'N, 104 ° 47' W) en marzo y junio de 2009. Cincuenta y nueve cabras Alpinas Francesas multíparas (3-4 años de edad, con una condición corporal de  $2.2 \pm 0.3$ , escala de 1 a 4; Walkden-Brown et al,1993) fueron utilizadas en este estudio. Las cabras estaban confinadas permanentemente y disponían de agua a libre acceso, a una mezcla de minerales traza y heno de alfalfa (17% PC, 1.95 Mcal kg<sup>-1</sup>). Durante el ordeño (06:00 y 17:00 h), a cada cabra se le ofreció 150 g de concentrado (14% PC, 2.5 Mcal kg<sup>-1</sup>) en la sala de ordeño.

### **2.2. Tratamiento para inducir el estro en cabras anéstricas y la actividad sexual de los machos cabríos**

Las cabras fueron asignadas aleatoriamente a uno de cuatro grupos: la exposición a machos cabríos estimulados (n = 14) o no estimulados (n = 15) en marzo, y las expuestas a machos cabríos estimulados (n = 15) o no estimulados (N= 15) en junio. Se registraron los porcentajes de cabras en celo, el porcentaje de cabras preñadas y los intervalos de celo después de introducción de los machos cabríos. Los machos cabríos permanecieron con las hembras por 21 d. Todas las cabras en anestro recibieron una aplicación I.M. dosis única de 25 mg de progesterona (Progestelas E, Qro., México) en 1 ml de aceite vegetal antes de la exposición al macho para reducir la ocurrencia de ciclos luteales cortos (Pellicer-Rubio et al., 2006). Cada grupo de cabras anéstricas estacionales se introdujo en corrales de 5 x 10 m separados 300 m (Walkden-Brown et al., 1993).

Se utilizaron en este estudio 16 machos cabríos adultos experimentados sexualmente. Éstos fueron distribuidos al azar en 4 grupos iguales. Un grupo fue expuesto a dos cabras inducidas al estro durante 60 minutos al día por tres semanas antes de exponerlos a un grupo de cabras en anestro en marzo. Otro grupo de 4 machos cabríos adultos con fertilidad probada no fueron expuestos a cabras en durante este mes y sirvieron como controles. Este procedimiento

se repitió con ocho machos cabríos diferentes (4 estimulados y no estimulados cuatro de la misma raza) en junio.

Tanto en marzo como en junio, se administró a dos cabras adultas en anestro vía subcutánea cada dos días, con 2 mg de cipionato de estradiol (Qro Estradiol. México) en 1 ml de aceite vegetal. Este tratamiento les permitió a las cabras manifestar celo permanente durante la exposición a los machos cabríos (1 hora al día).

### **2.3. Detección de la actividad estral y preñez**

A lo largo del estudio, las cabras en estro se detectaron dos veces al día mediante la observación visual directa por dos personas debidamente entrenadas (08:00 y 17:00 h). Las cabras se consideraron en estro cuando se produjo la monta. La preñez se diagnosticó mediante ecografía transrectal con un transductor de 5.0 MHz (Supply, Inc., Tequesta, Florida, EE.UU.), 50 d después del empadre (Evans et al., 2000).

### **2.4. Evaluación del comportamiento reproductivo del macho**

El comportamiento reproductivo del macho se evaluó durante los dos primeros días de exposición a las cabras en anestro por una hora (de 08:00 a 09:00 h) antes de la servida de alimento de la mañana. Se registró el comportamiento sexual por dos técnicos capacitados. Los componentes conductuales que se registraron fueron flehmen (labios fruncidos y cabeza erguida), olfateo (investigación nasal de la región anal-genital), aproximaciones, intentos de monta (intenta montar o monta sin oscilaciones pélvicas) y monta completa (montas acompañado de oscilaciones de la pelvis y la eyaculación) (Véliz et al., 2006a).

### **2.5. Análisis estadísticos**

Los porcentajes de cabras en estro y las tasas de concepción fueron analizados como datos binomiales con la función LOGIT del procedimiento de GENMOD PROC de SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, EE.UU.).

El modelo incluyó los efectos del tratamiento (machos cabríos estimulados o no estimulados), el mes de empadre y la interacción entre estas variables. El intervalo a la ocurrencia de estros fue analizado mediante el procedimiento GLM del SAS. En cuanto al comportamiento de machos cabríos, los datos basados en los totales acumulados fueron analizados por el procedimiento GLM



del SAS mediante un modelo que incluyó el tratamiento aplicado a los machos cabríos, el mes del empadre y la interacción entre ambos.

### 3. Resultados

#### 3.1. Resultados de cabras a expuestas a machos cabríos estimulados

La presencia de respuesta estral en las tres semanas de exposición al macho, la tasa de preñez y el intervalo de presentación del estro se muestran en la Tabla 1. El porcentaje de cabras que manifiestan estro en marzo y junio y la consiguiente tasa de preñez difirieron significativamente (tratamiento  $\times$  período de empadre;  $P < 0.05$ ), por lo tanto las comparaciones entre machos cabríos estimulados y no estimulados se hicieron dentro de cada período de empadre. En general, el 90% de las cabras respondieron al estímulo de machos cabríos que habían estado expuestos previamente a las cabras en estro, mientras que ninguna de las cabras expuestas a machos cabríos control exhibió estro (Tabla 1). La tasa de preñez de las cabras inducida en estro por machos cabríos estimulados fue significativamente más alto en junio (80%) en comparación con las cabras de marzo (50%), y no hubo partos de las cabras expuestas a machos cabríos sin tratar. El intervalo al estro fue menor (Tabla 1) y más sincronizada en las cabras anéstricas expuestas a machos cabríos previamente estimulados en junio que en marzo (Fig. 1).

#### 3.2 Comportamiento sexual del macho

Se observaron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) en los olfateos entre machos cabríos estimulados y no estimulados, los machos cabríos estimulados mostraron el mayor número de olfateos, y los no estimulados mostraron menor cantidad (Fig. 2).

Para ambos grupos de machos cabríos, la mayor cantidad los olfateos se mostraron en marzo ( $P < 0.01$ ) que en junio. Los machos cabríos estimulados tuvieron un 167% más de aproximaciones ( $P < 0.01$ ) que los machos cabríos no estimulados en marzo.

El número de aproximaciones aumentó significativamente en junio por el grupo de machos cabríos estimulados, mientras que los machos cabríos no estimulados no presentaron este comportamiento durante este mes.

Las diferencias de Flehmen no fueron significativas entre los grupos de machos cabríos en marzo, pero los machos cabríos no estimulados no mostraron este comportamiento en junio. No se registraron intentos de monta y monta completa en los machos cabríos de marzo, pero estas conductas se observaron en junio. Por otro lado, los machos cabríos no estimulados no intentaron montar ni copular en junio.

#### **4. Discusión**

En el presente estudio, el contacto entre cabras Alpinas Francesas en estro y machos cabríos durante la época de anestro indujo la actividad sexual en los machos cabríos. Este fenómeno ha sido ampliamente documentado en el ganado ovino, donde la presencia de ovejas receptivas aumentan el pico de frecuencia de LH y, en consecuencia, los niveles de testosterona en borregos (González et al, 1991ab; Perkins y Fitzgerald, 1992), y la cual incrementa la actividad sexual en borregos (Rosa et al., 2000). En el presente estudio, los machos cabríos no estimulados mostraron una actividad sexual limitada en marzo y no hubo interés sexual en junio. Estos hallazgos concuerdan con las observaciones de Delgadillo et al. (1999), que han establecido que la actividad sexual de machos cabríos en esta zona se extiende desde mayo a diciembre. Sin embargo, otros estudios han demostrado que los machos cabríos son capaces de fecundar a las cabras en la primavera en esta zona (de Santiago-Miramontes et al, 2011.; Mellado et al., 1996). Esta aparente contradicción se produce debido a que la época de actividad sexual en las cabras varía entre años (Amoah et al, 1996;.. du Preez et al, 2001), el nivel de nutrición (Estrada-Cortés et al, 2009; Zarazaga et al., 2005), las reservas corporales de energía (de Santiago-Miramontes et al., 2009), la intensidad del estímulo del macho cabrío (Rivas-Muñoz et al., 2007) y las interacciones entre estas variables.

Claramente se observó que los machos cabríos en este estudio estuvieron en inactividad sexual en el inicio de junio. Por lo tanto, estos resultados sugieren que se necesita de una reactivación sexual de los machos cabríos Alpinos Franceses en junio para una respuesta óptima de las cabras alpinas en el norte de México.

En general, la tasa de preñez obtenida con el uso de machos cabríos estimulados durante la temporada no reproductiva fue de un 66%. Este valor se encuentra dentro del rango de 60 a 90%, que ha sido reportado con cabras

inducidas al estro utilizando machos cabríos inducidos por fotoperiodo artificial antes del empadre (Rivas-Muñoz et al, 2010; Véliz et al., 2009). En el presente estudio, las tasas de ovulación no se midieron; sin embargo, es probable que algunas cabras que ovularon no quedaron preñadas y, en consecuencia, el porcentaje de ovulación de cabras fue subestimada por considerar sólo la tasa de preñez.

La exposición de machos cabríos a 16 h de luz por lo menos 60 días al final del otoño ha sido un método eficaz para inducir la actividad sexual en machos cabríos durante la temporada no reproductiva (Chemineau et al., 2006). Sin embargo, debido a la exigencia de costo de la infraestructura, y prolongado tiempo de tratamiento, esta tecnología no es viable para los caprinocultores en condiciones extensivas. En el protocolo alternativo probado en el presente estudio sólo se requiere tres semanas de estimulación para el macho y una inversión mínima en el estradiol, lo que hace que este protocolo sea una práctica efectiva para los productores de cabras bajo condiciones extensivas porque requiere de una mínima cantidad de labor y costo. Sin embargo, este protocolo no sería adecuado en países en los que la administración prolongada de esteroides para el ganado no son permitidos por la ley. Además, cabe mencionar que en el protocolo descrito en este estudio, hay necesidades de perfeccionamiento, ya que es algo mucho tiempo y requiere de tiempo para el manejo de los machos cabríos diariamente durante una hora a las cabras en estro durante 15 d.

Todos los grupos de cabras respondieron a la introducción de machos cabríos estimulados, pero ninguna de las cabras de los grupos expuestos a machos cabríos no estimulados mostró actividad sexual. Por lo tanto, el uso de machos cabríos estimulados durante la época no reproductiva resultó ser un método práctico y eficaz para la inducción de estro y la inducción del celo en cabras Alpinas.

La respuesta ovulatoria fue satisfactoria (manifestada con una adecuada tasa de preñez) en cabras anéstricas pre-tratadas con progesterona expuestas a machos cabríos estimulados. Esto aparentemente se debió a que las cabras en esta latitud manifiestan una fase de anestro superficial en esta época. Estudios previos con cabras criollas lecheras en esta área indican que las cabras anéstricas estacionales muestran activada estral completa de abril a mayo si son expuestas a machos cabríos activos sexualmente (Véliz et al., 2006ab, 2009).

Estos datos proveen evidencia de la variación importante de la respuesta de las cabras en relación al momento de periodo de anestro. El rendimiento

reproductivo de cabras estimuladas con machos cabríos sexualmente activas es mejor en junio (antes del estro, mayor sincronización, y superior la tasa de preñez) que en marzo. Del mismo modo, Wuliji et al. (2003) observó valores más altos de hembras en estro y tasa de concepción en el otoño comparado con la primavera (hembras inducidas al estro con melatonina). Esta respuesta podría deberse a el hecho de que, en esta latitud, el ciclo reproductivo de las cabras está totalmente reestablecido en junio (Mellado et al. 1996, 2011).

## **CONCLUSIÓN**

Los resultados del presente estudio demuestran que los machos cabríos estimulados con cabras estrogenizadas inducen la actividad sexual de las cabras Alpinas en anestro tanto al inicio como al final del periodo de inactividad sexual. Estos datos muestran también que la respuesta de los machos cabríos al estímulo de cabras en celo permanente es más intensa en junio que en marzo. Los resultados de este experimento tienen una implicación práctica y atractiva para los caprinocultores, porque el protocolo aquí descrito sustituye a los protocolos hormonales (para cabras) y de manipulación de la luz (para machos cabríos), ambos costosos y difíciles de adoptar por los caprinocultores, para inducir la actividad sexual de los machos cabríos, con lo cual se logra la inducción de la ovulación de las cabras en primavera. Sin embargo, este protocolo no sería viable en los países donde la administración de estradiol prolongado para inducir el celo en el ganado caprino no es legalmente permitido.

## TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Comportamiento sexual de cabras Alpinas expuestas a machos cabríos estimulados (en contacto con cabras en estro antes del periodo de fecundación), o machos cabríos “no estimulados” (sin contacto previo con cabras) en marzo y junio en el norte de México (26° N).

Variables	Marzo		Junio	
	Estimulados	“No estimulados	Estimulados	“No estimulados
Cabras en estro	79% (-/-)a	0%b	100% (-/-)c	0%b
Cabras preñadas	50% (-/-)a	0%b	80% (-/-)c	0%b

Letras diferentes entre filas indican diferencias estadísticas (P<0.05)

Los machos cabríos estimulados exhibieron más conductas sexuales (olfateo ano-genital y aproximaciones; P<0.05) que los machos cabríos “no estimulados”. Los machos cabríos estimulados en junio exhibieron más (P<0.05) conductas sexuales (aproximaciones y flehmen) que los machos cabríos estimulados en marzo.

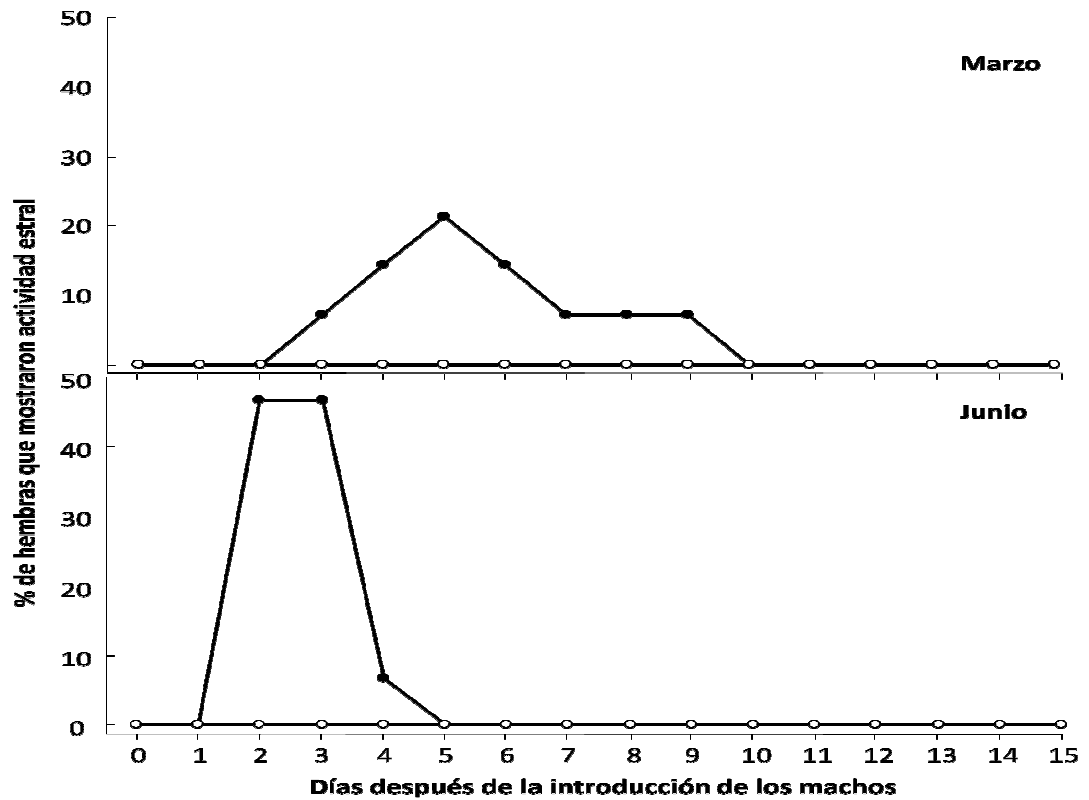


Fig. 1. Ocurrencia de estros en cabras Alpinas expuestas a machos cabríos estimulados (círculos negros; inducidos a la actividad sexual mediante el contacto con cabras estrogenizadas antes del periodo de fecundación), o con machos cabríos no estimulados (círculos blancos) en marzo y junio en el norte de México (26° N).

## **Response of sexually inactive French Alpine bucks to the stimulus of goats in oestrus**

Artículo publicado en *Livestock Science* 2011, 141, 202-206.

E. Carrillo<sup>a</sup>, L.M. Tejada<sup>b</sup>, C.A. Meza-Herrera<sup>c</sup>, G. Arellano-Rodríguez<sup>b</sup>, J.E. García<sup>d</sup>, M.A. De Santiago-Miramontes<sup>b</sup>, M. Mellado<sup>d</sup>, and F.G. Véliz<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Torreón, Carretera Torreón, San Pedro Km 7.5, Torreón Coahuila, México <sup>b</sup> Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe, C.P. 27054, Torreón, Coahuila, México <sup>c</sup> Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, Durango, México <sup>d</sup> Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Nutrición Animal, C.P. 25315, Saltillo, Coahuila, México.

\*Correspondence to: Francisco Gerardo Véliz, E-mail: [velizderas@yahoo.com](mailto:velizderas@yahoo.com)

### **Abstract**

This study was designed to investigate whether sexually inactive French Alpine bucks stimulated with goats in oestrus are able to induce oestrus and ovulation in anoestrus goats under intensive conditions at latitude 26° N. Fifty-nine adult anoestrus French Alpine goats were randomly assigned to one of four treatment groups: exposure to stimulated (n= 14) or non-stimulated (n= 15) bucks in March and stimulated (n= 15) or non-stimulated (n= 15) bucks in June. Additionally, the sexual behaviour exhibited by bucks in contact with penned goats was recorded

during two consecutive observation sessions lasting 1 h each. The oestrus response was 79 and 100% for goats exposed to stimulated bucks in March and June, respectively, but none of the goats exposed to the non-stimulated bucks entered oestrus in either breeding seasons. Pregnancy rates based on ultrasonographic examination at 50 d post-copulation were lower ( $P<0.01$ ) in goats exposed to stimulated bucks in March (50%) compared to goats bred in June (80%). For both breeding seasons, none of the goats exposed to non-stimulated bucks kidded. The interval to oestrus was shorter ( $68 \pm 2$  vs.  $141 \pm 13$  h) and more synchronised in goats exposed to stimulated bucks in June than goats exposed to bucks in March. The frequencies of flehmen, nosing, and approaches were higher ( $P<0.01$ ) in simulated bucks than non-stimulated bucks. It was concluded that the exposure of sexually inactive bucks to goats in oestrus is an inexpensive, practical and efficient way to elicit sexual activity in bucks, which subsequently triggers breeding activity of anoestrus French Alpine goats.

**Keywords:** Oestrus, Ovarian activity, Male effect, Pregnancy rate

## **Introduction**

The seasonal nature of reproduction in dairy goats in northern Mexico ( $26^\circ$  N) is a serious problem for the goat industry because it impedes accelerated kidding, limits access to favourable seasonal markets and produces seasonal cycles of goat meat and milk yield. The proven efficiency of hormones to induce oestrus in seasonally anoestrous goats has been amply demonstrated (Leboeuf et al., 2000; Chemineau et al., 1999), but the use of this technology is too expensive in extensive or semi-extensive goat production systems.

Sexual activity can be induced in spring by exposure of bucks to artificially long days (16 h of light/day) for 2.5 months beginning in December (Delgadillo and Vélez, 2010). This procedure, however, is not feasible for goat producers in



northern Mexico under range conditions due to the high cost of this technology and the absence of electricity in the goat pens.

At latitude 26° N, ovulation in goats during the non-breeding season can be induced by exposure of goats to sexually active bucks. However, the buck effect in spring is unreliable (Mellado et al., 2011, de Santiago-Miramontes et al., 2011) because dairy goats at this latitude exhibit a “shallow” anoestrus, and they are able to display full oestrus activity in spring only if sexually active bucks are exposed to does (Véliz et al., 2006a, 2009).

Thus, a simple and practical technique to induce sexual activity in bucks in spring is needed. One possibility is to expose sexually inactive bucks to goats in oestrus, as female goats in oestrus female goats in seasonally anovulatory counterparts (Restall et al., 1995; Walkden-Brown et al., 1993, 1994). This response has been described in Cashmere goats; hence, it is of interest to determine whether goats in oestrus are able to induce sexual activity in dairy bucks during the non-breeding season in northern Mexico. Thus, the objective of the present study was to determine 1) whether exposure of bucks to goats in oestrus can promote the bucks' sexual activity, 2) whether bucks respond to goats in oestrus goats as well in March as in June, and 3) to compare the responses of anoestrus goats to sexually active bucks during these months.

## **Material and Methods**

### **Goat management**

The study was conducted in a commercial dairy herd operation in northern Mexico (26° 23' N, 104° 47' W) in March and June of 2009. Fifty-nine multiparous (3-4-year-old,  $2.2 \pm 0.3$  body condition score, scale 1 to 4; Walden-Brown et al., 1993) French Alpine goats were used in this study. Goats were confined and had free access to water, a trace mineral mix and alfalfa hay (17%

CP, 1.95 Mcal kg<sup>-1</sup>). During milking (06:00 and 17:00 h), each goat was offered 150 g of concentrate (14% CP, 2.5 Mcal kg<sup>-1</sup>) in the milking parlour.

### **Treatment to induce oestrus in anoestrus goats and sexual activity in bucks**

Goats were randomly allocated to one of four groups: exposure to stimulated (n= 14) or non-stimulated (n= 15) bucks in March and stimulated (n= 15) or non-stimulated (n= 15) bucks in June. The percentage of goats in oestrus, the percentage of pregnant goats and the oestrus intervals after introduction of bucks were recorded. Bucks remained permanently with does for 21 d. All anoestrus goats received a single I.M. injection of 25 mg progesterone (Progestelas E, Qro., Mexico) in 1 ml vegetable oil prior to buck exposure to reduce the occurrence of short luteal cycles (Pellicer-Rubio et al., 2006). Each group of seasonally anoestrus goats was placed in pens of 5 x 10 m that were 300 m apart (Walkden-Brown et al., 1993).

Sixteen French Alpine adult sexually experienced bucks were used for this study. Bucks were randomly distributed into 4 equal groups. One group was exposed to 2 oestrus-induced goats for 60 min daily for three weeks before exposing them to a group of anoestrus goats in March. Another group of 4 adult bucks with proven fertility were not exposed to oestrus-induced goats during this month and served as controls. This procedure was repeated with eight different bucks (4 stimulated and 4 non-stimulated bucks of the same breed) in June.

Both in March and June, two anoestrus adult goats were subcutaneously injected every two days, with 2 mg estradiol cypionate (Estradiol, Qro., Mexico) in 1 ml vegetable oil. This treatment regime allowed goats to be brought into a permanent oestrus during the three weeks of exposure to bucks (one h daily).

### **Detection of oestrus activity and pregnancy**

Throughout the study, goats in oestrus were detected twice daily by direct visual observation by two trained persons (08:00 and 17:00 h). Goats were considered

to be in oestrus when copulation occurred. Pregnancy was diagnosed by transrectal ultrasonography using a 5.0 MHz transducer (Supply, Inc., Tequesta, Florida, USA) 50 d after mating (Evans et al., 2000).

### **Evaluation of male reproductive behaviour**

The male reproductive behaviour was evaluated during the first two days of exposure to anoestrus goats for one h (08:00 to 09:00 h) before the morning meal. The sexual behaviour was recorded by two trained technicians. The behavioural components recorded were flehmen (lip curled and head erected), nosing (nasal investigation of anal-genital region), approaches, mount intention (attempts to mount or mounts without pelvic oscillations) and complete mount (mounts accompanied by pelvic oscillations and ejaculation) (Véliz et al., 2006a).

### **Statistical analyses**

The percentages of goats in oestrus and the conception rates were analysed as binomial data with the LOGIT function of the PROC GENMOD procedure of SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA). The model statement contained the effects of treatment (stimulated or non-stimulated bucks), month of breeding and the interaction between these variables. The interval to oestrus was analysed by the GLM procedure of SAS. For behavioural traits, data based on cumulative totals were analysed by the GLM procedure of SAS using a model that included the treatment applied to the bucks, the month of breeding and the interaction between the treatment and the month of breeding.

## **Results**

### **Goat response to buck stimulus**

The presence of an oestrus response within three weeks of buck exposure, the pregnancy rate and the interval to the onset of oestrus are presented in Table 1. The percentage of goats exhibiting oestrus in March and June and the resulting pregnancy rates differed significantly (treatment x breeding period;  $P < 0.05$ ),

therefore comparisons between stimulated and non-stimulated bucks were made within each breeding period. Overall, 90% of the eligible goats responded to the stimulus of bucks that had been previously exposed to goats in oestrus, whereas none of the goats exposed to control bucks exhibited oestrus (Table 1). The pregnancy rate of goats induced into oestrus by stimulated bucks was significantly higher in June (80%) when compared to goats bred in March (50%), and there were no parturitions from goats exposed to untreated bucks. The interval to oestrus was shorter (Table 1) and more synchronised in anoestrus goats exposed to previously stimulated bucks in June than in March (Fig. 1).

### **Buck sexual behaviour**

Significant differences ( $P<0.01$ ) between stimulated and non-stimulated bucks for nosing behaviour were observed, with the stimulated bucks displaying the largest number of nosings and the non-stimulated displaying the fewest. For both groups of bucks, nosing activity was greater ( $P<0.01$ ) in March than in June.

The stimulated bucks had 167% more approaches ( $P<0.01$ ) than non-stimulated bucks in March. The number of approaches significantly increased in June for the stimulated bucks, whereas the non-stimulated bucks did not exhibit this behaviour during this month.

Flehmen differences were nonsignificant between groups of bucks in March, but non-stimulated bucks did not exhibit this behaviour in June. Mounting attempts and complete mounts were not recorded for stimulated bucks in March, but these behaviours were observed in June. On the other hand, non-stimulated bucks did not attempt to mount or copulate in June.

### **Discussion**

In the present study, contact between oestrus French Alpine goats and bucks during the anoestrus season induced full sexual activity in bucks. This phenomenon has been amply documented in sheep, where the presence of

receptive ewes increased LH peak frequency and, consequently, levels of testosterone in rams (Gonzalez et al., 1991a, b; Perkins et al., 1992), which increases the sexual activity of rams (Rosa et al., 2000). In the present study, non-stimulated bucks showed limited sexual activity in March and no sexual interest in June. These findings are in agreement with the observations of Delgadillo et al. (1999), who have established that the sexual activity of bucks in this zone lasts from May to December. However, other studies have shown that bucks are fully capable of breeding in spring in this zone (Mellado et al., 1996, de Santiago-Miramontes et al., 2011). This apparent contradiction occurs because the seasonal sexual activity of goats varies according to breed (Amoah et al., 1996; du Preez et al., 2001), level of nutrition (Zarazaga et al., 2005; Estrada-Cortés et al., 2009), body energy reserves (de Santiago-Miramontes et al., 2009), the intensity of the buck stimulus (Rivas-Muñoz et al., 2007) and the interactions among these variables.

It was clear that bucks in this study were in a sexually inactive state at the beginning of June. Thus, these results suggest that sexual reactivation of French Alpine bucks in June is required for an optimum reproductive response of French Alpine goats in northern Mexico.

Overall, the pregnancy rate obtained with the use of stimulated bucks during the non-breeding season was 66%. This value lies within the range of 60 to 90%, which has been reported for anoestrus goats induced into oestrus by the stimulus of bucks subjected to artificial long photoperiod before the breeding season (Véliz et al., 2009, Rivas-Muñoz et al., 2010). In the present study, ovulation rates were not measured; however, it is likely that some goats that ovulated did not become pregnant, and consequently, the percentage of goats ovulating was underestimated by considering only pregnancy rate.

The exposure of bucks to 16 h of light for at least 60 days at the end of fall has been an effective method to elicit sexual activity in bucks during the non-breeding season (Delgadillo et al., 2001). However because of its cost, infrastructure requirement and prolonged time of treatment, this technology is

not feasible for goat producers under extensive conditions. The alternative protocol tested in the present study only requires three weeks of buck stimulation and a reduced investment in estradiol, which makes this protocol an effective and practical management practice for goat producers under extensive conditions because it requires a minimal amount of labour and cost. However, this protocol would not be suitable in countries where prolonged steroid administration to cattle is not legally permitted. Additionally, it is worth mentioning that the protocol described in this study needs refinement because it is somewhat time consuming and requires heavy handling of bucks during the daily exposure (1 h) of these animals to goats in oestrus for 15 d.

All groups of goats responded to the introduction of stimulated bucks, but none of the goats exposed to non-stimulated bucks showed sexual activity. Thus, the use of stimulated bucks during the non-breeding season was found to be a practical and efficient method for oestrous induction and synchronisation in French Alpine goats. The satisfactory ovulation response (manifested by an adequate pregnancy rate) in progesterone pre-treated anoestrus goats exposed to stimulated bucks was apparently due to the “shallow” anoestrous phase of goats at this latitude. Previous studies with mixed-breed dairy goats in this area indicate that seasonally anoestrus goats display full oestrus activity from April to May if they are exposed to sexually active bucks (Véliz et al., 2006a, b, 2009).

These data provide evidence of important variation in the goat's responses in relation to the moment in the anoestrus period when teasing is applied. The reproductive performance of goats stimulated with sexually active bucks was better in June (earlier oestrus, closer synchrony and higher pregnancy rate) than in March. Similarly, Wuliji et al. (2003) noted greater values for does in oestrus and conception rates for breeding in the fall compared to the spring (goats induced into oestrus with melatonin). This response could be due to the fact that, at this latitude, the reproductive cycle of a great deal of goats is naturally re-established in June (Mellado et al., 1996, 2011).

## **Conclusion**

The results presented here have attractive practical implications because they demonstrate that a short exposure period (three weeks) of sexually inactive bucks to oestrus goats had a potent effect on sexual behaviour, which elicited oestrus and an ovulatory response as demonstrated by the pregnancy rates in anoestrus goats. However, a greater reproductive performance is expected for anoestrus goats exposed to stimulated bucks in June compared to March. Additionally, this protocol would not be feasible in countries where prolonged estradiol administration to induce oestrus in goats is not legally permitted.

## **References**

- Amoah, E.A., Gelaye, S., Guthrie, P., Rexroad Jr., C.E., 1996. Breeding season and aspects of reproduction of female goats. *J. Anim. Sci.* 74, 723-728.
- Chemineau P, Baril G, Leboeuf B, Maurel MC, Roy F, Pellicer-Rubio M, Malpaux B, Cognie Y., 1999. Implications of recent advances in reproductive physiology for reproductive management of goats. *J. Reprod. Fertil. Suppl.*54, 129-142.
- De Santiago-Miramontes, M.A., Luna-Orozco, J.R., Meza-Herrera, C.A., Rivas-Muñoz, R., Carrillo, E., Véliz-Deras, F.G., Mellado, M., 2011. The effect of flushing and stimulus of estrogenized does on reproductive performance of anovulatory-range goats. *Trop. Anim. Health. Prod.* Available on line.
- De Santiago-Miramontes, M.A., Malpaux, B., Delgadillo, J.A., 2009. Body condition is associated with a shorter breeding season and reduced ovulation rate in subtropical goats. *Anim. Reprod. Sci.* 114, 175-182.
- du Preez, E.R., Donkin, E.F., Boyazoglu, P.A., Rautenbach, G.H., Barry, D.M., Schoeman, H.S., 2001. Out-of-season breeding of milk goats. The effect of light treatment, melatonin and breed. *J. S. African Vet. Assoc.* 72, 228-231.
- Delgadillo, J.A., Canedo, G., 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., Carrillo, E., Moran, J., Duarte, G., Chemineau, P., Malpoux, B., 2001. Induction of sexual activity of male Creole goats in subtropical northern Mexico using long days and melatonin. *J. Anim. Sci.* 79, 2245-2252.
- Delgadillo, J.A., Vélez, L.I., 2010. Stimulation of reproductive activity in anovulatory French Alpine goats exposed to bucks treated only with artificially long days. *Animal*, 4(12), 2012-2016.
- Estrada-Cortés, E., Vera-Avila, H.R., Urrutia-Morales, J., Villagómez-Amezcu, E., Jiménez-Severiano, H., Mejía-Guadarrama, C.A., Rivera-Lozano, M.T., Gámez-Vázquez, H.G., 2009. Nutritional status influences reproductive seasonality in Creole goats: 1. Ovarian activity during seasonal reproductive transitions. *Anim. Reprod. Sci.* 116, 282-290.
- Evans, A.C.O., Duffy, P., Haynes, N., Boland, M.P., 2000. Waves of follicle development during the estrous cycle in sheep. *Theriogenology* 53, 699-715.
- Gonzalez, R., Levy, F., Orgeur, P., Poindron, P., Signoret, J.P., 1991a. Female effect in sheep. II. Role of volatile substances from the sexually receptive female; implication of the sense of smell. *Reprod. Nutr. Dev.* 31, 103-109.
- Gonzalez, R., Orgeur, P., Poindron, P., Signoret, J.P., 1991b. Female effect in sheep. I. The effects of sexual receptivity of females and the sexual experience of rams. *Reprod. Nutr. Dev.* 31, 97-102.
- Leboeuf, B., Restall, B., Salamon, S., 2000. Production and storage of goat semen for artificial insemination. *Anim. Reprod. Sci.* 62, 113-141.
- Mellado, M., Cantú, L., Suárez, J.E., 1996. Effect of body condition, length of the breeding period, buck:doe ratio and month of breeding on kidding rates in goats under extensive conditions. *Small Rumin. Res.* 23, 29-35.



- Mellado, J., Mellado, M., Veliz, F., de Santiago, A. Luna, J., Meza-Herrera, C., 2011. Buck-induced estrus in grazing goats during increasing photoperiods and under cold stress in northern Mexico. Accepted for publication in Turkish J. Vet. Anim. Sci.
- Pellicer-Rubio, M.T., Khaldi, G., Chemineau, P., Lassoued, N., Monniaux, D., 2006. Male-induced short oestrous and ovarian cycles in sheep and goats: a working hypothesis. *Reprod. Nutr. Dev.* 46(4), 417-429.
- Perkins, A., Fitzgerald, J.A., 1992. Luteinizing hormone, testosterone, and behavioral response of male-orientated rams to estrous ewes and rams. *J. Anim. Sci.* 70, 1787-1794.
- Restall, B.J., Restall, H., Walkden-Brown, S.W., 1995. The induction of ovulation in anovulatory goats by estrous females. *Anim. Reprod. Sci.* 40, 299-303.
- 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 French Alpine goats. *Trop. Anim. Health Prod.* 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. *J. Anim. Sci.* 85, 1257-1263.
- Rosa, H.J.D., Juniper, D.T., Bryant, M.J., 2000. The effect of exposure to estrous ewes on rams' sexual behaviour, plasma testosterone concentration and ability to stimulate ovulation in seasonally anestrus ewes. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 67, 293–305.
- Véliz, F.G., Meza-Herrera, C.A., De Santiago-Miramontes, M.A., Arellano-Rodríguez, 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. *Livest. Sci.* 125, 261–265.

- Véliz, F.G., Poindron, P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A., 2006b. Positive correlation between the body weight of anestrus goats and their response to the male effect with sexually active bucks. *Reprod. Nutr. Dev.* 46, 657-661.
- Véliz, F.G., Poindron, P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A., 2006a. Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrus female goats. *Anim. Reprod. Sci.* 92, 300-309.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Henniawati. 1993. The male effect in the Australian cashmere goat. 3. Enhancement with buck nutrition and use of estrous females. *Anim. Reprod. Sci.* 32, 69–84.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Norton, B.W., Scaramuzzi, R.J., 1994. The "female effect" in Australian cashmere goats: effect of season and quality of diet on the LH and testosterone response of bucks to estrous does. *J. Reprod. Fertil.* 100, 521-531.
- Wuliji, T., Litherland, A., Goetsch, A.L., Sahlu, T., Puchala, R., Dawson, L.J., Gipson, T., 2003. Evaluation of melatonin and bromocryptine administration in Spanish goats: I. Effects on the out of season breeding performance in spring, kidding rate and fleece weight of does. *Small Rumin. Res.* 49, 31-40.
- Zarazaga, L.A., Guzmán, J.L, Domínguez, C., Pérez, M.C., Prieto, R., 2005. Effect of plane of nutrition on seasonality of reproduction in Spanish Payoya goats. *Anim. Reprod. Sci.* 87, 253-267.

## Legends of figures

Fig. 1. The percentage of cumulative oestrus and anoestrous French Alpine goats exposed to stimulated bucks (bucks who were kept in contact with goats in oestrus before joining; black circles) or control bucks (white circles) in March and June in northern Mexico (26° N).

Fig. 2. Sexual behaviour components of bucks stimulated by goats in oestrous (grey bars) or control bucks (white bars) in March and June after exposure to anovulatory French Alpine does.

Table 1. Reproductive performance of anoestrus French Alpine goats primed with progesterone during the breeding season and exposed to stimulated (exposed to oestrus goats before the breeding period) or non-stimulated French Alpine bucks in March and June in northern Mexico (26° N).

Variables	March		June	
	Stimulated bucks	Control bucks	Stimulated bucks	Control bucks
Oestrous (%)	79 (11/14) <sup>a</sup>	0 (0/15) <sup>b</sup>	100 (15/15) <sup>a</sup>	0 (0/15) <sup>b</sup>
Pregnancy rate (%) <sup>‡</sup>	50 (7/14) <sup>a</sup>	0 (0/15) <sup>b</sup>	80 (12/15) <sup>a</sup>	0 (0/15) <sup>b</sup>
Time to onset of oestrus (h)	141 ± 13 <sup>a</sup>	-	68 ± 2 <sup>b</sup>	-

<sup>ab</sup>Means with different superscripts in rows within months differ (P<0.05).

<sup>‡</sup>Pregnancy rate at 50 days after copulation.

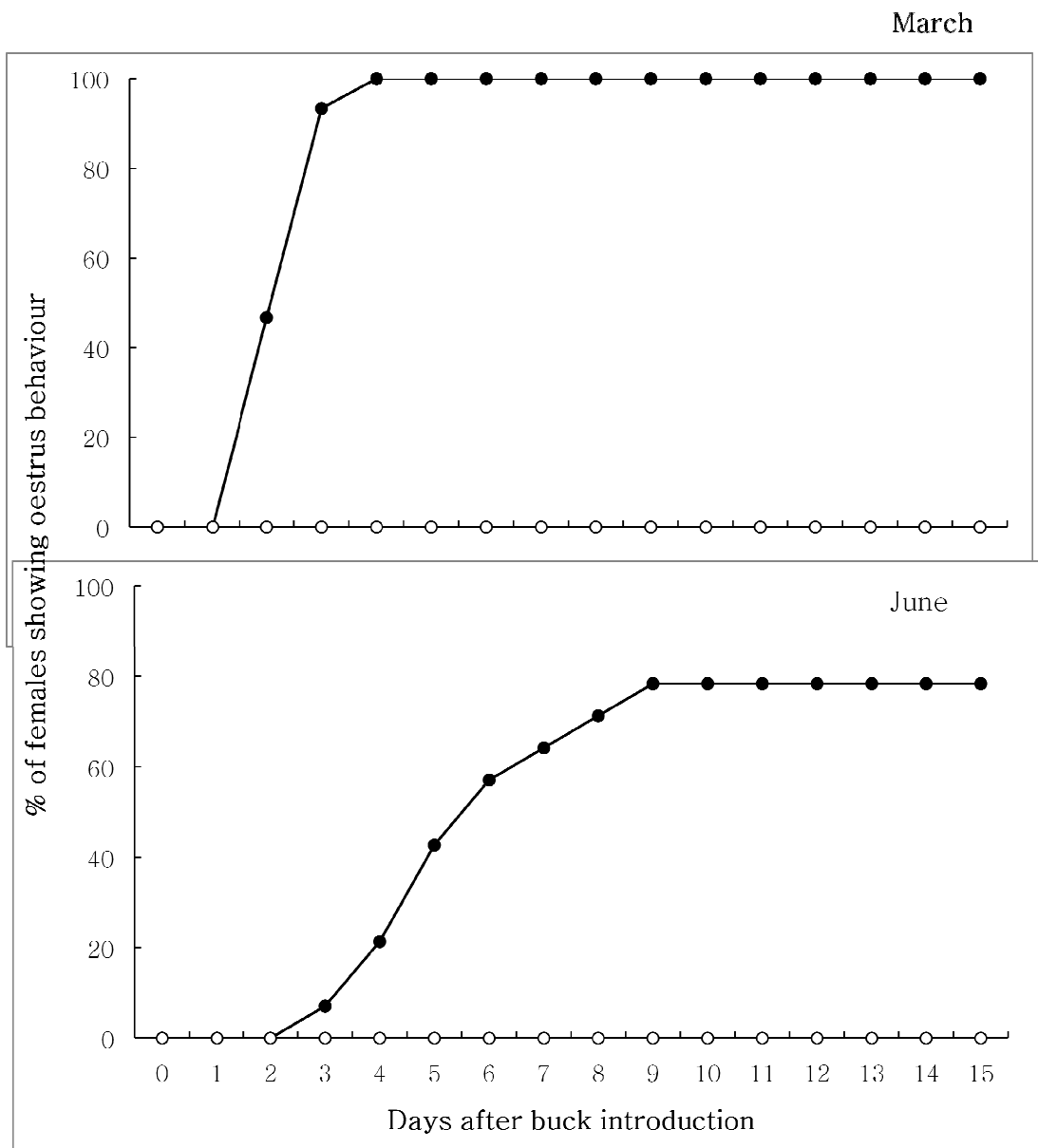
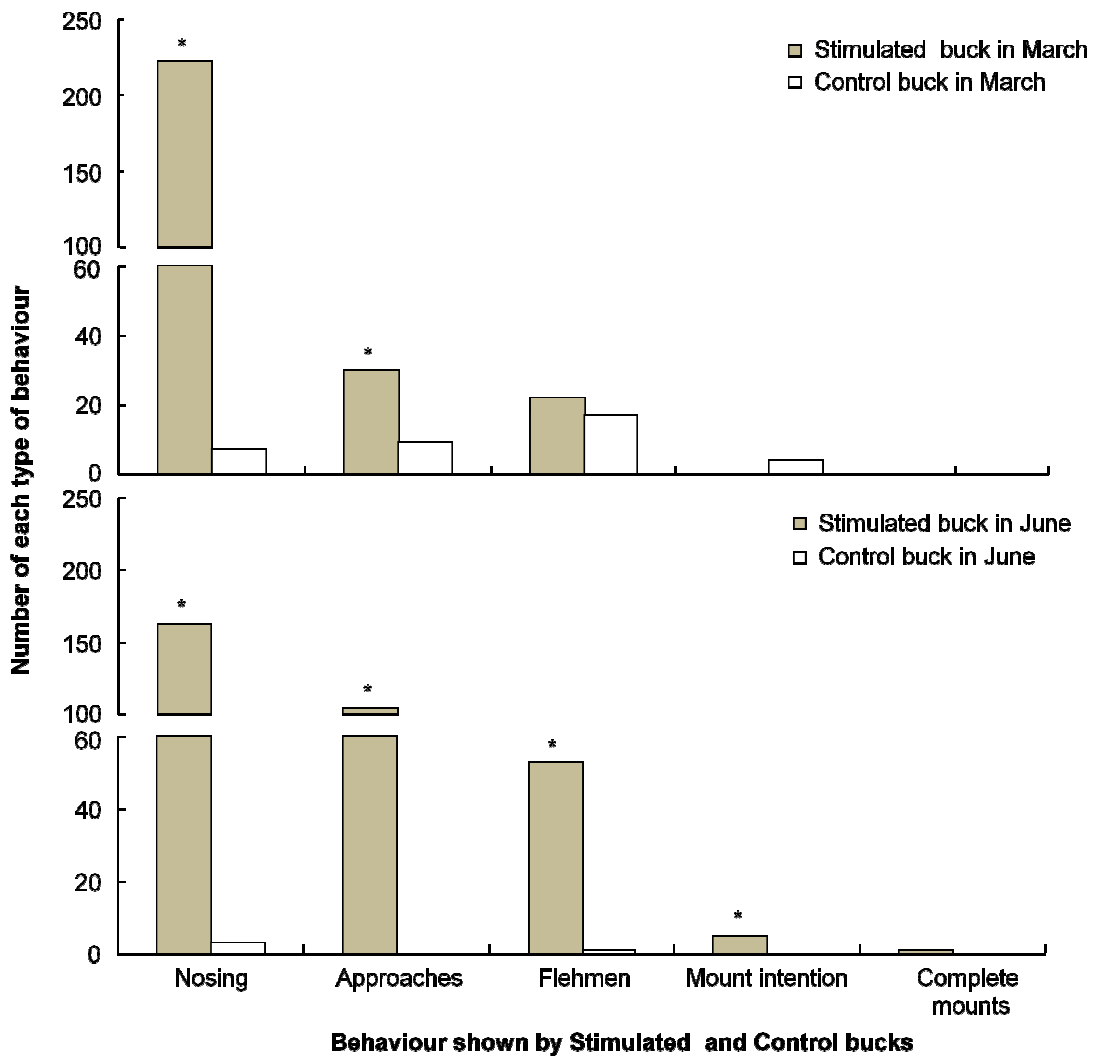


Fig. 1



**Fig. 2**