

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**Efecto de una baja condición corporal en la respuesta reproductiva de las  
cabras anovulatorias estimuladas mediante el efecto macho.**

**POR**

**ADOLFO ÁNGEL PÉREZ CARMONA**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA**

**OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA**

**OCTUBRE, 2015**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Efecto de una baja condición corporal en la respuesta reproductiva de las  
cabras anovulatorias estimuladas mediante el efecto macho.

POR:

ADOLFO ÁNGEL PEREZ CARMONA


TESIS

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

REVISADA POR EL COMITÉ DE ASESORES:

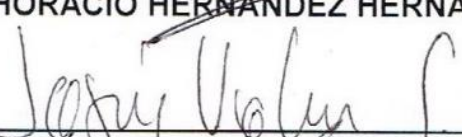
ASESOR PRINCIPAL:

  
DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

ASESOR:

  
DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

ASESOR:

  
DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES

ASESOR:

  
DR. GONZALO FITZ RODRÍGUEZ

  
MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA.

OCTUBRE, 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Efecto de una baja condición corporal en la respuesta reproductiva de las cabras anovulatorias estimuladas mediante el efecto macho.

POR

ADOLFO ÁNGEL PÉREZ CARMONA


TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

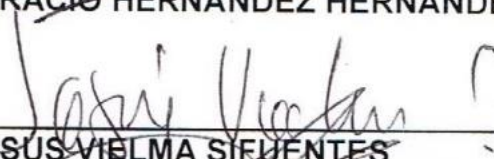
PRESIDENTE:

  
DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA


VOCAL:

  
DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

VOCAL:

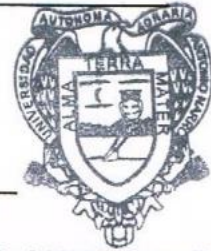
  
DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES

VOCAL SUPLENTE:

  
DR. GONZALO FITZ RODRÍGUEZ

  
MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

OCTUBRE, 2015

# Dedicatoria

## **A DIOS y la Virgen de Guadalupe:**

Por ser tan generoso conmigo, porque aun cuando te olvide, ofendí y reproche, estuviste en esos momentos tan difíciles de mi vida en los cuales las fuerzas se me terminaron, tu seguías ahí señor guiando siempre mis pasos por el camino del bien. Gracias por darme la oportunidad de concluir una metas más en mi vida.

## **A mis padres:**

Gabino Pérez Castillo & Elvia Carmona Morales

Por darme ese don tan hermoso que se llama vida, además del amor confianza, cariño y el tiempo que me han brindado para que creciera como persona, porque gracias a ustedes he comprendido el valor de la vida. Por eso y por más mil gracias, los quiero.

## **A mis Hermanos:**

Leo David Pérez Carmona & Chelsea Karime Pérez Carmona

Les doy las gracias con el cariño y el amor de hermanos por todo el apoyo que me brindaron durante mi carrera y que creyeron en mí.

## **Mis Abuelos:**

Reyes Carmona Rivera, Obdulia Morales Flores

Antonia Castillo Yáñez, Severino Pérez Morales(†)

Gracias por darme sus consejos y cariño incondicional.

## **Agradecimientos**

**Dr. José Alfredo Flores Cabrera:** Por darme la oportunidad para realizar la tesis por su gran apoyo y asesoramiento, sobre todo los consejos y la confianza brindada en mí, muchas gracias.

**Gracias a los integrantes del CIRCA: Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez, Dr. Horacio Hernández Hernández, Dr. Gerardo Duarte Moreno, Dr. Jesús Vielma Sifuentes, Dr. Gonzalo Fitz e Ilda G. Fernández García** por permitirme realizar la tesis en tan prestigiado centro de investigación.

**A M.C. Edith Nandayapa Duarte,** alumna del Doctorado en Ciencias Agrarias de la UAAAN-Laguna, por su ayuda en la obtención de los datos del estudio.

**Al productor Enrique Urquizo Sánchez,** del Ejido Morelos II, por facilitar las hembras para el estudio.

**A todas aquellas personas y profesores** que durante la carrera me apoyaron en mi formación profesional.

**A mis amigos:**

Por compartir momentos increíbles junto a ustedes además de recibir siempre su apoyo en todos los aspectos.

## INDICE

Dedicatoria .....	i
Agradecimientos.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN .....	vi
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVO .....	3
HIPOTÉISIS.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
1. Estacionalidad reproductiva de ovinos y caprinos.....	4
2. Inducción de la actividad sexual fuera de la época natural de reproducción .....	7
3. Inducción de la actividad sexual de las cabras anéstricas mediante el efecto macho .....	8
3.1. Respuesta endocrina y sexual de las hembras estimuladas mediante el efecto macho .....	8
3.2. Importancia de la condición reproductiva de los machos.....	9
3.3. Eliminación de los ciclos cortos mediante la aplicación de progesterona .....	10
4. Influencia del nivel de alimentación y de la condición corporal en la actividad reproductiva de las hembras.....	11
4.1. Efecto de la subalimentación el peso y la condición corporal de las hembras en la respuesta al efecto macho .....	12
MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
1. Localización del experimento.....	14
2. Animales Experimentales.....	14
2.1 Machos .....	14
2.2 Hembras .....	15
2.2.1 Aplicación de progesterona .....	15
3. Efecto macho .....	15
4. Variables a determinadas.....	16
4.1 Actividad estral .....	16
4.2. Fertilidad a los 45 días.....	16
4.3 Fertilidad al parto .....	16

4.4 Prolificidad .....	17
5. Análisis de datos .....	17
RESULTADOS .....	18
1. Actividad estral .....	18
1.1 Porcentaje de hembras en estro .....	18
1.2 Latencia al estro .....	19
1.3 Diagnóstico de hembras gestantes .....	20
1.4 Fertilidad al parto .....	21
1.5. Prolificidad .....	22
DISCUSIÓN .....	23
CONCLUSIÓN .....	26
LITERATURA CITADA.....	27

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Página

- Figura 1.** Porcentaje de hembras con una condición corporal de 1.5 y hembras con una condición corporal de 2.0 que manifestaron actividad estral durante los primeros 5 días post-introducción de los machos. Ambos grupos de hembras fueron tratadas con una dosis única de 25 mg de progesterona 48 horas antes de la introducción de los machos..... 18
- Figura 2.** Promedio ( $\pm$  SEM) al estro en horas de las cabras con una condición corporal de 1.5 y de las cabras con una condición corporal promedio de 2.0, las cuales fueron tratadas previamente con progesterona y expuestas a machos sexualmente activos..... 19
- Figura 3.** Porcentaje de hembras que fueron diagnosticadas gestantes a los 45 días después de ser expuestas a machos foto-estimulados para inducir la actividad ovárica. Un grupo tenía una condición corporal promedio de 1.5 y el otro grupo una condición corporal de 2.0 en hembras con condición corporal de 2.0. Todas las hembras fueron tratadas con una dosis única de 25 mg de progesterona 48 horas antes de la introducción de los machos..... 20
- Figura 4.** Porcentaje de hembras que fueron expuestas a macho foto-estimulado y que parieron en el grupo de hembras con una condición corporal de 1.5 y el grupo de hembras con una condición corporal promedio de 2.0. La fertilidad al parto se determinó con el número de hembras paridas entre las hembras expuestas al macho foto-estimulado..... 21
- Figura 5.** Promedio de ( $\pm$ SEM) cabritos nacidos en los dos grupos de cabras expuestas a machos foto-estimulados. Un grupo de hembras tenía una condición corporal promedio de 1.5, mientras que el otro grupo tenía una condición corporal promedio de 2.0. .... 22



## RESUMEN

En la presente tesis se investigó si la baja condición corporal de las hembras caprinas afecta su respuesta estral y la fertilidad cuando son estimuladas mediante el efecto macho. Se utilizaron un total de 52 hembras caprinas adultas anovulatorias. Un grupo (n=30) de hembras tenía una condición corporal promedio de  $1.5 \pm 0$  y el segundo grupo de hembras (n=22) tenía una condición corporal promedio de  $2.0 \pm 0.03$ . Se utilizaron además, 4 machos cabríos criollos de tres años de edad los cuales fueron tratados previamente con 2.5 meses de días largos artificiales (16 hr/luz/día) a partir del 1 de noviembre. Cuarenta y ocho horas antes de la introducción de los machos, a cada uno de los dos grupos de hembra se le aplicó por vía IM 25 mg de progesterona. Lo anterior con la finalidad de eliminar los ciclos cortos. En el mes de abril (época de reposo sexual natural), los machos fueron puestos en contacto con las hembras. Cada grupo de hembras fue puesto en contacto con 2 machos. Diariamente (AM y PM) los machos eran intercambiados entre los grupos y éstos permanecieron con las hembras 24 horas diarias durante 5 días consecutivos. En ambos grupos se determinó la actividad estral dos veces por día (AM y PM) durante 5 días. El criterio que se usó para determinar si una hembra estaba en estro fue la inmovilidad y/o aceptación de la monta por parte del macho. El porcentaje de hembras que resultaron gestantes a los 45 días después de la introducción de los machos se determinó mediante una ecografía abdominal utilizando un equipo de ultrasonido equipado con una sonda abdominal de 3.5 MHz. La fertilidad y la prolificidad fueron determinados al parto. El porcentaje de hembras que manifestaron actividad estral en los primeros 5 días después de la introducción de los machos no fue diferente entre el grupo hembras con

condición corporal de 1.5 y el grupo de animales con condición corporal de 2.0 ( $P>0.05$ ). De igual manera, el tiempo que transcurrió entre la introducción de los machos y el inicio del estro no fue diferente entre los dos grupos de hembras ( $P>0.05$ ). El porcentaje de hembras que fueron diagnosticadas gestantes a los 45 días post-introducción, la fertilidad al parto ni la prolificidad fueron diferentes entre los dos grupos de hembras ( $P>0.50$ ). Con base a los resultados del presente estudio se puede concluir que una baja condición corporal de los grupos de hembras caprinas no influye en la manifestación de la respuesta estral, ni en la fertilidad cuando son estimuladas mediante el efecto macho en combinación con la aplicación de progesterona.

**Palabras clave:** cabras, condición corporal, efecto macho, actividad estral, fertilidad, prolificidad.

## INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera es una de las principales regiones productoras de leche de cabra y cabrito del país. Una limitante de la caprinocultura es la estacionalidad de la producción como consecuencia de la estacionalidad reproductiva que manifiestan los machos y hembras caprinos en estas regiones (Delgadillo et al., 1999; Duarte et al., 2008). La mayoría de las cabras (>80 %) tienen sus partos en los meses de diciembre a enero y ello ocasiona que sus productos (leche y cabrito) se concentren en esa época del año (Sáenz-Escárcega et al., 1991). La estacionalidad en la producción caprina reduce considerablemente su competitividad, su rentabilidad y su productividad, disminuyendo el bienestar de las familias dedicadas a la caprinocultura. Los efectos de esta problemática en la producción caprina pueden disminuir considerablemente si los partos de las hembras ocurren fuera de la estación natural. Para ello, se han desarrollado diversos métodos de inducción y sincronización de la actividad sexual fuera de la estación natural. Algunos de ellos incluyen el uso de hormonas exógenas para inducir o sincronizar la actividad reproductiva. Otros métodos se basan en la manipulación del número de horas luz que los animales perciben diariamente. Por ejemplo, se puede inducir la actividad sexual de los machos durante el periodo de reposo sexual al exponerlos en el otoño e invierno (días cortos naturales) a 16 horas luz por día (días largos artificiales durante dos meses y medio (Delgadillo et al., 2002). Numerosos estudios han demostrado que los machos inducidos a una intensa actividad sexual mediante su exposición a días largos artificiales logran estimular la actividad endocrina y sexual de las cabras anovulatorias durante el periodo de

reposo sexual (marzo y abril; Flores et al., 2000; Delgadillo et al., 2002; Vielma et al., 2009; Fernández et al., 2011; Bedos et al., 2010; Ponce et al., 2015). Existen diversos factores que pueden afectar la respuesta estral de las hembras estimuladas mediante el efecto macho. Uno de ellos es la condición nutricional de las hembras (Walkden-Brown et al., 1999; Ungerfeld et al., 2004). En cabras, se ha demostrado que las hembras que tienen una baja condición corporal no responden al efecto macho en la misma proporción que las hembras con alta condición corporal (Mellado et al., 1994). Es probable que la baja respuesta al efecto macho encontrada en las hembras estudiadas por Mellado et al., 1994, no se registre si se utilizan machos sexualmente activos. En efecto, cuando se utilizan machos sexualmente activos la mayoría de las hembras (90%) manifiestan actividad estral y ovulatoria a los pocos días de iniciado el contacto con los machos (Flores et al., 2000; Delgadillo et al., 2002; Fernández et al., 2011). Sin embargo, no existen estudios que muestren si la condición corporal es la responsable de la baja respuesta de las hembras cuando se utilizan machos que manifiesten una intensa actividad sexual. Por ello, el objetivo del presente estudio es determinar la respuesta estral y la fertilidad de las hembras de baja condición corporal estimuladas mediante el efecto macho.

## **OBJETIVO**

Determinar si una muy baja condición corporal de las hembras caprinas afecta su respuesta estral y fertilidad al ser estimuladas mediante el efecto macho.

## **HIPOTÉISIS**

Una muy baja condición corporal de las hembras caprinas disminuye la respuesta estral y la fertilidad cuando son estimuladas mediante efecto macho.

# REVISIÓN DE LITERATURA

## 1. Estacionalidad reproductiva de ovinos y caprinos

En la mayoría de los animales, la supervivencia de la progenie parece ser el objetivo que rige toda la gama de características conductuales de los individuos. Para lograr ese fin las especies han desarrollado estrategias que incluyen, ciclos anuales en el crecimiento y muda de pelaje (Ryder et al., 1964), cambios en el peso corporal (Lincoln y Ebling, 1985) y crecimiento de cuernos, entre otros. (Lincoln, 1990). De igual manera, algunas especies han desarrollado ciclos anuales de reproducción (Yeates et al., 1949). Por ejemplo, se ha reportado que muchas razas de ovinos y caprinos tanto de los hemisferios norte y sur, manifiestan ciclos anuales de reproducción con periodos de reposo sexual o anestro, seguidos de periodos de actividad sexual. Esta capacidad para restringir su actividad reproductiva a una época determinada del año permite que la preñez, el parto, la lactancia y el destete de las crías coincidan con una mayor disponibilidad de alimentos y mayores posibilidades de supervivencia para las siguientes generaciones (Bronson et al., 1989). El desarrollo de una estacionalidad en la actividad reproductiva es muy útil en las especies silvestres. Sin embargo, en especies domesticas representa un problema para los productores que dependen de su sistema de producción.

La estacionalidad en la actividad reproductiva de las especies puede variar dependiendo de la región geográfica donde se encuentren. En las latitudes templadas de los hemisferios norte y sur (>40), la mayoría de las razas caprinas

presentan una marcada estacionalidad de su actividad sexual (Mohammad et al., 1984; Chemineau et al., 1992; Amoah et al., 1996). Las cabras de la raza Alpina, por ejemplo, presentan un periodo de anestro de marzo a septiembre y un periodo de actividad sexual de octubre a febrero (Chemineau *et al.*, 1992a). Variaciones en la actividad sexual anual son observadas también en razas de hembras ovinas originarias de estas latitudes como la Ile de France y Suffolk (Karsch *et al.*, 1989; Chanvallon *et al.*, 2011).

En latitudes menos templadas o subtropicales también se ha descrito la estacionalidad de algunas razas de cabras (Restallet *al.*, 1992; Rivera *et al.*, 2003; Duarte *et al.*, 2008). Por ejemplo, en Argentina y Australia, los estros y las ovulaciones de las cabras locales inician en el otoño y terminan en el invierno (Rivera et al., 2003; Restall, 1992). En la Comarca Lagunera, en el subtrópico mexicano, las cabras locales manifiestan un periodo de actividad sexual que inicia en agosto y termina en febrero, mientras que el periodo de anestro se observa de marzo a julio (Duarte *et al.*, 2008).

En los machos ovinos y caprinos de razas originarias de latitudes templadas y subtropicales también se han descrito marcadas variaciones en su actividad sexual anual. Estos machos, al igual que las hembras, presentan un periodo de reposo sexual seguido de un periodo de intensa actividad sexual. Por ejemplo, en los machos de la razas Alpina y Saanem (originarios de zonas templadas) el periodo de reposo sexual se extiende de marzo a agosto; mientras que la estación sexual se desarrolla de septiembre a febrero (Delgadillo *et al.*,

1991; 1992). En regiones subtropicales, los machos manifiestan variaciones estacionales en la actividad sexual, de manera general menos marcadas que en las regiones templadas (Walkden-Brown *et al.*, 1997; Delgadillo *et al.*, 1999). Por ejemplo, en el subtrópico mexicano, particularmente en la Comarca Lagunera, los machos cabríos criollos presentan un periodo de actividad sexual que inicia en mayo y termina en diciembre, mientras que el periodo de reposo sexual se extiende de enero a abril (Delgadillo *et al.*, 1999).

En los machos y las hembras de razas caprinas y ovinas originarias de latitudes templadas, así como en algunas razas originarias a latitudes subtropicales, el fotoperiodo es el factor ambiental principal responsable de la estacionalidad sexual (Malpaux *et al.*, 1987). Los efectos del fotoperiodo sobre la reproducción se dan por la modificación de la secreción de melatonina por la glándula pineal. La información del fotoperiodo es percibida por la retina del ojo y transmitida por vía nerviosa a la glándula pineal (Legan y Karsch, 1983). En respuesta, la glándula pineal secreta melatonina principalmente durante la fase de oscuridad (Malpaux *et al.*, 1987; Delgadillo y Chemineau., 1992). La duración en la secreción de la melatonina traduce la duración de la fase oscura y permite al sistema endocrino de los animales determinar la duración del día (Karsch *et al.*, 1984; Lincoln y Short, 1980). A nivel hipotalámico, la melatonina modula la secreción pulsátil de GnRH y, en consecuencia, la frecuencia de secreción de LH y la actividad gonadal en general (Malpaux *et al.*, 1998).



## **2. Inducción de la actividad sexual fuera de la época natural de reproducción**

Los estudios realizados, en donde se ha encontrado que las variaciones del fotoperiodo causan la estacionalidad reproductiva, ha permitido desarrollar tratamientos en los que se manipulan las horas luz que perciben los animales. En los machos, un tratamiento fotoperiódico se basa en la sucesión de un periodo de días largos artificiales (DL) seguidos de fotoperiodo natural o de inserción subcutánea de implantes de melatonina y permite inducir su actividad sexual fuera de la estación reproductiva natural (Delgadillo et al., 2001). Por ejemplo, en los machos cabríos Alpinos tratados con 2 ó 3 meses de días largos artificiales a partir de diciembre seguidos de la inserción subcutánea de implantes de melatonina, estimulan la actividad sexual en abril y mayo (Chemineau et al., 1992b; Pellicer-Rubio et al., 2007). De igual manera, en los carneros Ile de France un tratamiento de 2 meses de días largos artificiales (16h de luz) durante enero y febrero seguidos de la aplicación de melatonina, estimula también la actividad sexual durante el periodo de reposo sexual natural (abril o mayo; Chemineau et al., 1992b). En la Comarca Lagunera, los machos cabríos locales responden eficientemente a la exposición a 2.5 meses de DL artificiales a partir de Noviembre, seguidos de la aplicación de 2 implantes subcutáneos de melatonina (Delgadillo et al., 2001) o del fotoperiodo natural (Delgadillo et al., 2002). Mediante estos tratamientos los machos estimulan su secreción de LH, testosterona, comportamiento sexual, producción espermática y un intenso olor en los meses que corresponden al periodo de reposo sexual (Flores et al., 2000; Delgadillo et al., 2001; 2002; Rivas- Muñoz et al., 2007)

### **3. Inducción de la actividad sexual de las cabras anéstricas mediante el efecto macho**

La estacionalidad reproductiva de las hembras caprinas puede modificarse mediante las relaciones socio-sexuales. Se ha demostrado que la introducción repentina de un macho en un grupo de hembras anéstricas puede estimular la presentación de estros y ovulaciones, lo que se conoce como efecto macho (Flores et al., 2000; Delgadillo et al., 2002; Bedos et al., 2014).

#### **3.1. Respuesta endocrina y sexual de las hembras estimuladas mediante el efecto macho**

En las hembras anéstricas, la exposición a un macho provoca inmediatamente un incremento en la frecuencia y amplitud de los pulsos de GnRH. En consecuencia, se registra un incremento en la secreción de hormonas hipofisarias (LH y FSH), las cuales provocan el desarrollo de los folículos ovarios, que a su vez comienzan a secretar cantidades elevadas de estradiol, apareciendo las manifestaciones conductuales del estro. Horas más tarde se presenta el pico preovulatorio de LH y la ovulación (Poindron et al., 1980; Chemineau et al., 1986; Chemineau, 1987; Ungerfeld et al., 2004; Vielma et al., 2009).

Cuando se realiza el efecto macho, la mayoría de las cabras registra una ovulación acompañada de comportamiento estral entre los días 2 y 5 después de iniciar el contacto con el macho. Sin embargo, el cuerpo lúteo que se forma después de esta primera ovulación segrega, en la mayoría de los casos, bajas

cantidades de progesterona, siendo esta hormona incapaz de impedir un nuevo incremento en la secreción de LH (Chemineau et al., 2006). Por ello, la mayoría de las cabras manifiestan un segundo estro y otra ovulación entre los días 6 y 12 después de iniciado el contacto con el macho. En esta ocasión, el cuerpo lúteo que se forma es de buena calidad y de duración normal (Flores et al., 2000; Delgadillo et al., 2002; Chemineau et al., 2006).

### **3.2. Importancia de la condición reproductiva de los machos**

Cuando se realiza el efecto macho, la respuesta endocrina y sexual de las hembras depende en gran medida de la intensidad y de la calidad de las señales exteroceptivas emitidas por el macho. Durante el periodo de reposo sexual, la calidad de las señales del macho (olor, vocalizaciones y conductas sexuales) disminuyen considerablemente y esta disminución solo es capaz de provocar una baja o nula estimulación de las hembras en algunos meses del anestro estacional al ser expuestas al macho (Restall, 1992; Flores et al., 2000). Sin embargo, en años recientes se han desarrollado técnicas de control reproductivo que permiten que las señales disminuidas del macho durante el reposo sexual mejoren notablemente. La actividad endocrina, el olor y el comportamiento sexual de los machos cabríos pueden ser estimulados a través de los tratamientos fotoperiódicos de 2.5 meses de días largos seguidos o no de días crecientes naturales (Delgadillo et al., 2001; 2002). Mediante estos tratamientos, en los machos se incrementa notablemente la secreción de testosterona, la intensidad del olor y el comportamiento sexual durante el periodo de reposo (Marzo-abril; Delgadillo et al., 2002; Ponce et al., 2014). Numerosos estudios han demostrado

que si se realiza el efecto macho utilizando estos machos foto-estimulados se induce la actividad estral y ovárica en la mayoría (>90%) de las cabras anéstricas (Flores et al., 2000; Delgadillo et al., 2002; Fernández et al., 2011; Bedos et al., 2012, 2014). De igual manera, se ha demostrado que los machos que no son tratados de esta manera, no logran estimular la actividad endocrina y sexual de las hembras durante el periodo de anestro (<10%; Flores et al., 2000; Delgadillo et al., 2002).

### **3.3. Eliminación de los ciclos cortos mediante la aplicación de progesterona**

Como se mencionó anteriormente, la introducción de un macho en un grupo de hembras permite estimular y sincronizar el estro y la ovulación en pocos días. La calidad del cuerpo lúteo en la primera ovulación es muy pobre y ocurre una luteólisis temprana, resultando en un ciclo estral de corta duración (González-Bulnes et al., 2006; Chemineau et al., 2006). Después de este ciclo corto las hembras vuelven a ovular entre el día 6 a 9 días después de la introducción del macho y esta segunda ovulación es siempre seguida de un ciclo de duración normal (Flores et al., 2000). Debido a lo anterior, una alta proporción de cabras presenten dos periodos de actividad estral y en la mayoría de los casos dos ovulaciones. Sin embargo, se ha demostrado que la aplicación de progesterona exógena antes (48 o 24 horas antes) o al momento de introducir los machos suprime la presentación de estos ciclos cortos (González-Bulnes et al., 2006; Cortinas, 2015). Al parecer, lo anterior es debido a un bloqueo en la síntesis de prostaglandinas, lo cual impide que se lleve a cabo una luteólisis

temprana (Chemineau et al., 2006). Como resultado de dicha aplicación de la progesterona se registra, en la mayoría de las hembras, un solo periodo de actividad estral y una sola ovulación en los primeros 3-5 días (Lassaued et al., 1995; Gonzáles-Bulnes et al., 2006). Al parecer la aplicación de progesterona antes o al momento de la introducción del macho no afecta la fertilidad de las hembras (Cortinas, 2015).

#### **4. Influencia del nivel de alimentación y de la condición corporal en la actividad reproductiva de las hembras**

Diversos estudios han demostrado que la alimentación y la condición corporal de las hembras juegan un papel muy importante en la actividad reproductiva. Por ejemplo, las ovejas de la raza Aragonesa con una condición corporal menor de 2.5 registran un periodo de anestro más largo (113 días) que las hembras con una condición corporal mayor a 2.75 (64 días). Los mismos autores reportan una menor tasa ovulatoria en los animales de baja condición corporal. Resultados similares fueron reportados por De Santiago-Miramontes et al. (2008) y Estrada-Cortés et al. (2009) en cabras mantenidas en condiciones subtropicales y tropicales de México, respectivamente y por Gallego-Calvo et al. (2014) en la cabras Blanca Andaluza, en España. En todos esos estudios, la estación de anestro fue más prolongada en animales subalimentados o con menor condición corporal que los animales bien alimentados con buena condición corporal.

#### **4.1. Efecto de la subalimentación el peso y la condición corporal de las hembras en la respuesta al efecto macho**

Varios estudios han reportado que el porcentaje de hembras que manifiestan estro y ovulan después de ser estimuladas por los machos es más alto en hembras que se encuentran bien alimentadas que en las hembras subalimentadas (Khaldi, 1984; Henniawati y Fletcher, 1986; Wright *et al.*, 1990; Kusina *et al.*, 2001). Por ejemplo, en las ovejas Barbarine, el 90 % de las hembras con un peso corporal de alrededor de 46 kg ovulan cuando son estimuladas mediante el efecto macho. Por el contrario, únicamente el 65 % de las hembras ovulan cuando el peso corporal de las hembras oscila alrededor de 39 kg (Atti *et al.* 2001). En ovejas Merino con un bajo peso corporal únicamente el 20% manifiesta comportamiento estral durante los primeros 14 días después de la introducción de los carneros, mientras que las hembras con un peso corporal alto el 70% de ellas presenta estro en ese mismo periodo (Wright *et al.*, 1990). En ovejas Sarda en Italia, Luridiana *et al.* (2015) reportaron que las hembras con una condición corporal de 3.5 a 4.0 respondieron más rápido al efecto macho que las hembras con condición corporal de 2.3 a 3.0. Asimismo, el tiempo que transcurrió entre la introducción de los machos a los partos fueron de 166 y 174 días, para las hembras de alta y baja condición corporal, respectivamente.

En cabras también se ha demostrado que los animales que tienen una baja condición corporal no responden al efecto macho en la misma proporción que las hembras con alta condición corporal (Mellado *et al.*, 1994; Véliz *et al.*, 2006). Por ejemplo, en el norte de México en estudios realizados durante varios

años se demostró que las cabras con peso corporal menor a 19 kg manifiestan estro en menor proporción que los animales con más de 51 kg (Véliz et al., 2006). De igual manera, las hembras con menor peso corporal tardaron más tiempo en iniciar el estro (3.3 días) que los animales de mayor peso corporal (2.0 días). De igual manera, la incidencia de ciclos cortos fue siempre mayor en los animales de baja condición corporal (Véliz et al., 2006). En otro trabajo realizado por Mellado *et al.* (1994) también en el norte de México se encontró que la latencia al estro después de la introducción de los machos es mayor (5 días) en hembras subalimentadas que tienen una baja condición corporal que en las hembras bien alimentadas con una alta condición corporal (2 días;).

El nivel de alimentación y/o la condición corporal de las hembras también afecta la tasa ovulatoria de las hembras expuestas al efecto macho (De Santiago-Miramontes *et al.*, 2008; Fitz-Rodríguez *et al.*, 2009). Por ejemplo, las ovejas D'Man que tienen un mejor nivel de alimentación antes del contacto con los machos, presentan una mayor tasa de ovulación (2.3) que las sometidas a un menor nivel alimenticio (1.8; Lassoued *et al.* (2004). En cabras, las hembras con una condición corporal de 2.1 tienen menor tasa ovulatoria (1.8 cuerpos lúteos) que los animales de condición corporal promedio de 3.2 (2.8 cuerpos lúteos; Meza-Herrera et al., 2008).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **1. Localización del experimento.**

El presente estudio se realizó del 01 de Enero al 30 de Abril del 2015, en las instalaciones del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, en Torreón, Coahuila y en el Ejido Morelos II, del Municipio de Matamoros, Coahuila. Ambas localidades forman parte de la Comarca Lagunera la cual se ubica a una latitud de 26° 23´ N, longitud 104° 47´ O y una altitud que varía de 1110 a 1400 metros sobre el nivel del mar.

### **2. Animales Experimentales**

#### **2.1 Machos**

Se utilizaron 4 machos cabríos Criollos adultos de 3 años de edad. Estos machos se mantuvieron alojados en instalaciones abiertas donde se sometieron a un tratamiento de días largos artificiales (16h luz/día) del 1 de Noviembre de 2014 al 15 de Enero de 2015. Durante el estudio los machos se alimentaron con heno del alfalfa a libre acceso y 300 g de concentrado comercial (14% de P.C). Además siempre tuvieron libre acceso a agua limpia y sales minerales.



## **2.2 Hembras**

Se utilizaron 52 hembras adultas multíparas anovulatorias las cuales se encontraban en un sistema de pastoreo sedentario. Tres días antes del efecto macho las hembras fueron estabuladas y a partir de ese momento su alimentación consistió en 2.0 kg de heno de alfalfa y 200 gr de concentrado comercial (14% de P.C) por día, por animal; el agua y los minerales se proporcionaron a libre acceso.

La ciclicidad o no (presencia o ausencia de cuerpo lúteo) sexual de las hembras se determinó mediante ultrasonografía transrectal 8 días antes de la introducción de los machos. El criterio para determinar si una hembra estaba cíclica, fue la presencia de al menos un cuerpo lúteo en los ovarios durante la ecografía (Orita et al., 2000). Ninguna hembra resultó con un cuerpo lúteo en el mes de abril cuando las hembras están en reposo sexual natural.

### **2.2.1 Aplicación de progesterona**

Cuarenta y ocho horas antes de la introducción de los machos, a cada hembra del grupo se le aplicó por vía IM 25 mg de progesterona. Lo anterior con la finalidad de eliminar los ciclos cortos y que la mayoría de las hembras manifestaran actividad estral únicamente en una sola ocasión y de manera sincronizada (González-Bulnes et al., 2006).

## **3. Efecto macho**

En el mes de abril (época de reposo sexual natural), los machos fueron puestos en contacto con las hembras. Un grupo de hembras (n=30) con una

condición corporal promedio de  $1.5 \pm 0$  fue puesto en contacto con 2 machos. El otro grupo de hembras ( $n=22$ ) con una condición corporal promedio de  $2.0 \pm 0.03$  fue puesto en contacto con otros 2 machos. Diariamente (AM y PM) los machos eran intercambiados entre los grupos y permanecieron con las hembras 24 horas al día durante 5 días consecutivos.

#### **4. Variables a determinadas**

##### **4.1 Actividad estral**

La actividad estral se determinó dos veces por día (8:00 AM y 6:00 PM), durante 5 días. El criterio que se usó para determinar si una hembra estaba en estro fue la aceptación de la monta por el macho y/o inmovilidad (Chemineau et al., 1992).

##### **4.2. Fertilidad a los 45 días**

El porcentaje de hembras que se diagnosticaron gestantes a los 45 días después de la introducción de los machos se determinó mediante una ecografía abdominal. Para ello, se utilizó un equipo de ultrasonido ALOKA equipado con una sonda abdominal de 3.5 Mhz.

##### **4.3 Fertilidad al parto**

La fertilidad al parto se determinó con el número de hembras que parieron entre el número de hembras que fueron expuestas a los machos en cada grupo.

#### **4.4 Prolificidad**

La prolificidad se determinó con el número total de cabritos nacidos entre el número de hembras que parieron. Esta variable fue determinada al parto.

### **5. Análisis de datos**

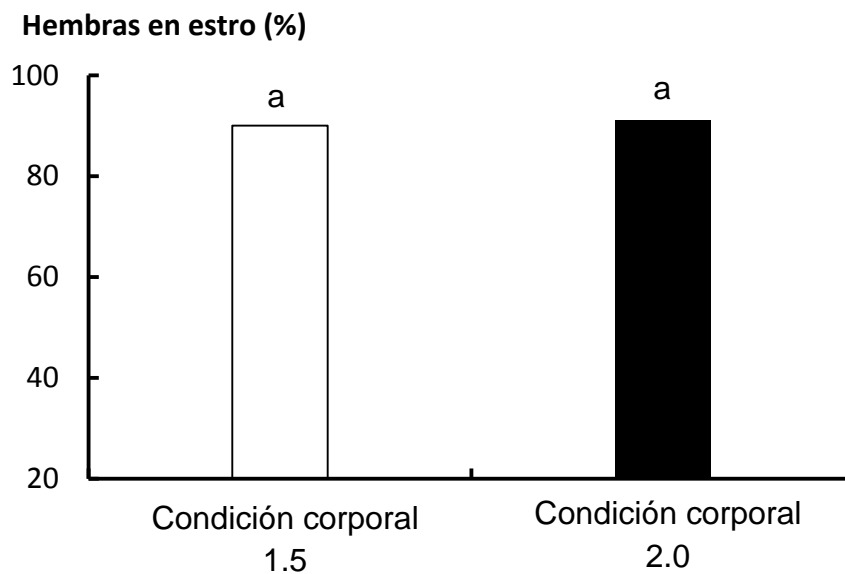
Las proporciones de las hembras que manifestaron actividad estral, aquellas que se diagnosticaron gestantes a los 45 días y la fertilidad al parto fueron comparadas entre grupos mediante la prueba de Chi-cuadrada. La latencia al estro y la prolificidad fueron comparados mediante una prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney. En ambos casos se utilizó el paquete estadístico SYSTAT 13.0.

# RESULTADOS

## 1. Actividad estral

### 1.1 Porcentaje de hembras en estro

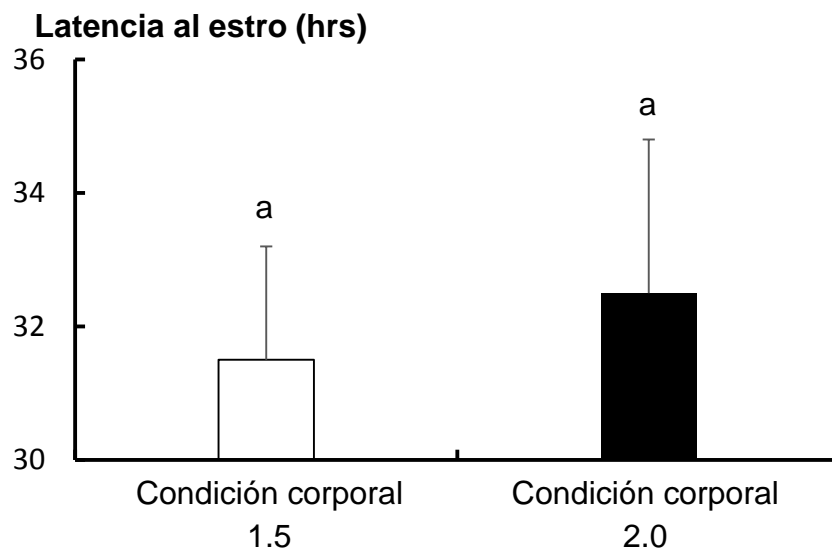
El porcentaje de hembras que manifestaron actividad estral en los primeros 5 días después de la introducción de los machos no fue diferente entre el grupo hembras con condición corporal de 1.5 y el grupo de animales con condición corporal de 2.0 ( $P>0.05$ ). En la Figura 1 se muestra el porcentaje de hembras que presentaron estro durante los primeros 5 días después de la introducción de los machos.



**Figura 1.** Porcentaje de hembras con una condición corporal de 1.5 y hembras con una condición corporal de 2.0 que manifestaron actividad estral durante los primeros 5 días post-introducción de los machos. Ambos grupos de hembras fueron tratadas con una dosis única de 25 mg de progesterona 48 horas antes de la introducción de los machos.

## 1.2 Latencia al estro

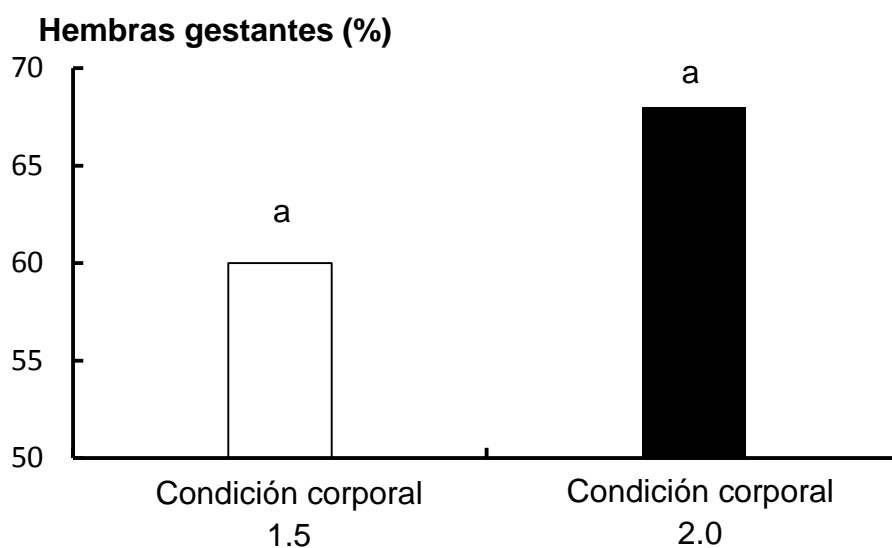
En la Figura 2 se puede observar la latencia de estro de los dos grupos de hembras después de la introducción de los machos sexualmente activos. El tiempo que transcurrió entre la introducción de los machos y el inicio del estro no fue diferente entre el grupo de hembras con una condición corporal de 1.5 y el grupo de hembras con condición corporal de 2.0 ( $P>0.05$ ).



**Figura 2.** Promedio ( $\pm$  SEM) al estro en horas de las cabras con una condición corporal de 1.5 y de las cabras con una condición corporal promedio de 2.0, las cuales fueron tratadas previamente con progesterona y expuestas a machos sexualmente activos.

### 1.3 Diagnóstico de hembras gestantes

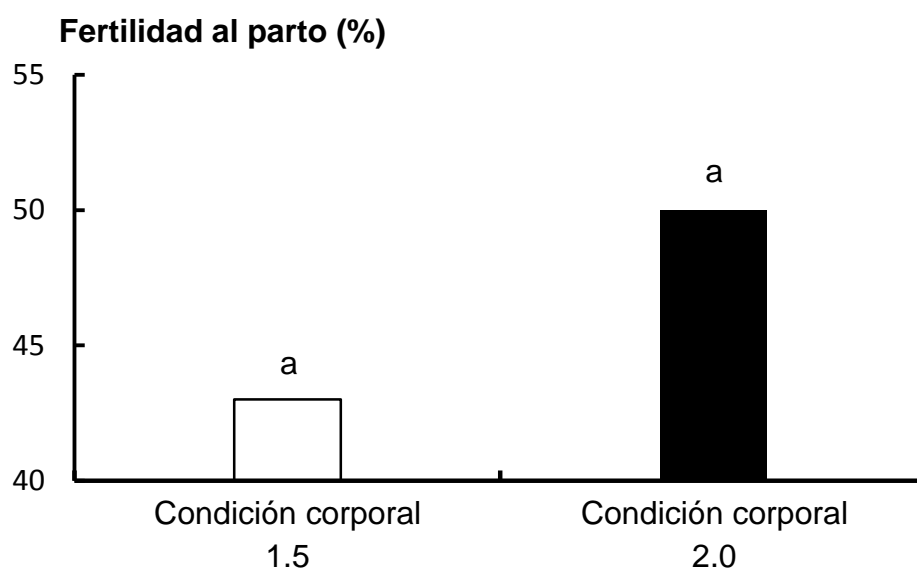
El porcentaje de hembras que fueron diagnosticadas gestantes a los 45 días post-introducción de los machos no difirió entre los dos grupos de hembras expuestas a los machos foto-estimulados ( $P>0.05$ ). En la Figura 3 se puede observar la proporción de hembras gestantes en el grupo de hembras de condición corporal de 2.0 y condición corporal de 1.5.



**Figura 3.** Porcentaje de hembras que fueron diagnosticadas gestantes a los 45 días después de ser expuestas a machos foto-estimulados para inducir su actividad sexual. Un grupo de hembras tenía una condición corporal promedio de 1.5 y el otro grupo una condición corporal de 2.0. Todas las hembras fueron tratadas con una dosis única de 25 mg de progesterona 48 horas antes de la introducción de los machos.

#### 1.4 Fertilidad al parto

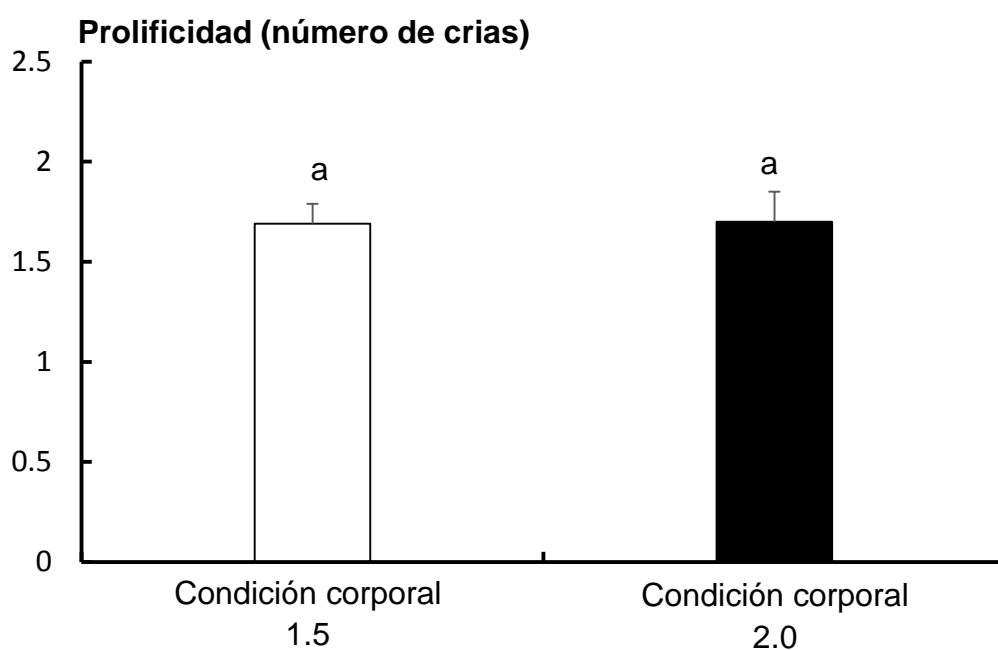
Los partos se presentaron durante el mes de septiembre y no se registró diferencia entre los dos grupos de hembras con diferente condición corporal, expuestas a los machos sexualmente activos ( $P>0.50$ ). En la Figura 4 se puede observar el porcentaje de hembras con condición corporal de 1.5 y 2.0 que tuvieron sus partos.



**Figura 4.** Porcentaje de hembras que fueron expuestas a macho foto-estimulado y que parieron en el grupo de hembras con una condición corporal de 1.5 y el grupo de hembras con una condición corporal promedio de 2.0. La fertilidad al parto se determinó con el número de hembras paridas entre las hembras expuestas al macho foto-estimulado.

## 1.5. Prolificidad

El número total de cabritos nacidos no difirió entre ambos grupos de las cabras expuestas a machos foto-estimulados ( $P>0.50$ ). En la Figura 5 se muestra el número de cabritos por cada cabra parida en los dos grupos.



**Figura 5.** Promedio ( $\pm$ SEM) de cabritos nacidos en los dos grupos de cabras expuestos a machos foto-estimulados. Un grupo de hembras tenía una condición corporal promedio de 1.5, mientras que el otro grupo tenía una condición corporal promedio de 2.0.



## DISCUSIÓN

Los resultados de presente trabajo demuestran que una baja condición corporal de las hembras caprinas no influye en la manifestación de la respuesta estral, ni en la fertilidad cuando son estimuladas mediante el efecto macho en combinación con la aplicación de progesterona. En efecto, más del 90 % de las hembras de ambos grupos manifestaron al menos una vez actividad estral en los primeros 5 días después de su exposición a los machos. Estos resultados confirman los reportados referente a que la aplicación de progesterona antes o al momento de la introducción de los machos suprime en gran medida la proporción de hembras que manifiestan ciclos cortos. En efecto, la mayoría de las hembras tratadas con progesterona manifiestan comportamiento estral y ovulación con fase lútea de duración normal (Oldham et al. 1985; Lassaued et al., 1995; Chemineau et al., 2006; González-Bulnes et al., 2006). El mecanismo fisiológico de como la aplicación de progesterona suprime la presentación de ciclos cortos y una mejor sincronización del estro en pequeños rumiantes no está completamente comprendido. Sin embargo, diversos estudios afirman que la etapa de desarrollo de los folículos en el momento de la introducción de los machos juega un papel clave en la calidad de la ovulación y en la manifestación de comportamiento estral (González-Bulnes et al. 2006). Así, una sola inyección de progesterona homogeniza la respuesta al efecto macho, ya que estimula la aparición de una nueva onda folicular. Por lo tanto, los folículos jóvenes crecen y ovulan debido a un aumento de la frecuencia de pulsos de LH inducida por el macho. Sin embargo, en ese estudio, sólo 2 de 10 no fueron detectadas en estro y ovularon en los primeros 4 días después de la exposición a los machos, lo que

deja duda en la relación del tamaño folicular en la respuesta al efecto macho. Más Recientemente, Delgadillo et al. (2011) demostraron que el estado folicular al momento de la introducción de los machos no está relacionado con el comportamiento estral y los patrones de respuesta ovulatoria en hembras expuestas a machos sexualmente activos. En efecto, ellos demostraron que la respuesta homogénea de las hembras al efecto macho puede ser debido más al estado reproductivo del macho y que estos mostraron un intenso comportamiento sexual debido al tratamiento fotoperiódico al cual fueron expuestos previamente. De hecho, varios estudios en ovejas y cabras han demostrado que los machos que muestran alta libido estimulan mayor proporción de hembras que los machos que exhiben una libido menor (Walkden-Brown et al., 1993; Perkins y Fitzgerald 1994; Flores et al., 2000).

Por otro lado, en el estudio no se registró diferencia en la proporción de hembras que presentaron estrus, ni en la latencia, ni fertilidad entre los grupos de hembras con una condición corporal de 1.5 y las hembras con condición corporal de 2.0. El hecho que no se encontrara diferencias entre los dos se debió probablemente a que ambos grupos tenían una condición corporal similar, es decir la diferencia fue de solamente 0.5 (en una escala de 1 a 4). Por ello, la respuesta fue muy similar entre ambos grupos. Sin embargo, debido a alta respuesta estral registrada en ambos grupos, se podría afirmar que este estudio en particular, la condición corporal no afectó la respuesta estral de las hembras al efecto macho. En efecto, la mayoría de las hembras de ambos grupos manifestaron estrus independientemente de la condición corporal que tenían. Estos resultados no coinciden reportes previos donde se ha demostrado el efecto

de la desnutrición y la condición corporal de las hembras en su respuesta al efecto macho (Wright et al., 1990; Mellado et al., 1994; Atti et al., 2001; Luridiana et al., 2015). En el presente estudio, no sólo la proporción de cabras que mostraron comportamiento estral fueron igualmente altos en las hembras de los dos grupos, sino también las características de la respuesta estral, como el intervalo de tiempo entre la introducción de macho y el inicio del estro. De igual manera, la fertilidad y prolificidad fueron similares en hembras de 1.5 de condición corporal y de 2.0. Esta respuesta muy alta podría estar relacionado con el intenso comportamiento sexual mostrado por los machos tratados previamente con largos días. Varios estudios anteriores han demostrado que estos machos foto-estimulados son muy eficientes para inducir la actividad endocrina y sexual de las cabras anéstricas (Flores et al., 2000; Delgadillo et al., 2002; Bedos et al., 2010; 2014; Ponce et al., 2015).

## **CONCLUSIÓN**

Con base a los resultados del presente estudio se puede concluir que una baja condición corporal de las hembras caprinas no influye negativamente en la respuesta estral, ni en la fertilidad cuando son estimuladas mediante el efecto macho en combinación con la aplicación de progesterona.

## LITERATURA CITADA

- Amoah, E.A., Gelaye, S., Guthrie, P., Rexroad, Jr. C.E. 1996. Breeding Seasonal and aspects of reproduction of female goats. *J. Anim. Sci.* 74:723-728.
- Atti, N., Theriez M., Abdennebi L., 2001. Relationship between ewe body condition at mating and reproductive performance in the fat-tailed Barbarine breed. *Anim. Res.* 50:135-144.
- Bedos, M., Duarte, G., Flores, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Hernández, H., Vielma, J., Fernandez, I.G., Chemineau, P., Keller, M., Delgadillo, J.A. 2014. Two or 24h of daily contact with sexually active males results in different profiles of LH secretion that both lead to ovulation in anestrus goats. *Dom. Anim. Endocrinol.* 48:93-99
- 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 ovulation in anestrus goats. *Horm. Behav.* 58:473-477.
- Bedos, M., Velázquez, H., Fitz-Rodríguez, G., Flores, J.A., Hernández, H., Duarte, G., Vielma, J., Fernandez, 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 of contact. *Physiol. Behav.* 106:259-263.
- Bronson, F.H., 1989. *Mammalian reproductive biology*. Ed The University of Chicago Press, Chicago and London, 317p.
- Chanvallon, A., Sagot, L., Pottier, E., Debus, N., François, D., Frassier, T., Scaramuzzi, R.J., Fabre-Nys, C., 2011. New insight into the influences of breed and time of the year on the response of ewes to the "ram effect". *Animal.* 5(10): 1594-1604.
- 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. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats. *Prod. Sci.* 17:135-147.
- Chemineau, P., Daveau A., Maurice F., Delgadillo, J.A. 1992. Seasonality of oestrus and ovulation is not deeply modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Rumin. Res.* 8:299-312.
- 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.
- Chemineau, P., Norma, T.E., Ravault, J.P., Thimonier, J. 1986. Induction and persistence of pituitary and ovarian activity in the out-of-season lactating dairy goats after a treatment combining a skeleton photoperiod, melatonin and the male effect. *J. Reprod. Fert.* 78:497-504.
- Chemineau, P., Pellicer-Rubio, M.T., Lassoued, N., Khaldi, G., Monniaux, D., 2006. Male-Induced short oestrous and ovarian cycles in sheep and goats: a working hypothesis. *Reprod, Nutr.Develop.* 46:417-429.
- Chong-Yong, C., Jung-Gon, K., Sang-Rae, C., DongSoo, S., Yong-keun, K.S., Balasubramanian, Sang-Yong, C., Gyu-Jin, R. 2006. Influence of season, extenders, slow and rapid freezing on seminal characters in Korean native bucks. *Reprod. Dom. Anim.* 41:44-60.
- Cortinas, D.M. 2015. La administración de progesterona reduce la presentación de ciclos cortos sin disminuir la fertilidad en cabras anéstricas expuestas a machos foto-estimulados. Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 38p.
- De Santiago-Miramontes, M.A., Rivas-Muñoz, R., Muños-Gutiérrez, M., Malpaux, B., Scaramuzzi, R.J., Delgadillo, J.A. 2008. The ovulation rate in anoestrous female goats managed under grazing conditions and exposed to the male effect is increased by nutritional supplementation. *Anim. Reprod. Sci.* 105: 409-416.
- 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., Carrillo, E., Moran, J., Duarte, G., Chemineau, P., Malpaux, B. 2001. Induction of sexual activity of male creole goats in subtropical northern Mexico using long days and melatonin. *J. Anim. Sci.* 79:2245-2252.

Delgadillo, 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., Flores, J.A., Veliz, F.G., Hernandez, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpaux, B., 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J. Anim. Sci.* 80: 2780-2786.

Delgadillo, J.A., Ungerfeld, R., Flores, J.A., Hernández, H., Fitz-Rodríguez, 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. Domestic Anim.* 46:687-691.

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. *Dom. Anim. Endocrinol.* 35:362-370.

Estrada-Cortes, E., Vera-Avila, H.R., Urrutia-Morales, J., Villagómez-Amezcu, E., Jiménez-Severino, 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.

Fernandez, I.G., Luna-Orozco, J.A. 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 of fertility in anestrous 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., Veliz, F.G., Perez-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.
- Gallegos-Calvo, L., Gatica, M.C., Celi, L., Guzman, J.L., Degadillo, J.A., Zarazaga, L.A. 2014. No previous isolation of female goats is required for novel males to induce a male effect especially if direct physical contact is established. *Reprod. Nutric. Develop.* 82:1310-1315.
- González-Bulnes, A., Souza, C.J.H., Scaramuzii, R.J.; Campbel, B.K., Baird, D.T., 2006. Long-term suppression of reproductive function by a single dose of gonadotropin-releasing hormone antagonists in a sheep model. *Fert. Ster.* 86:1121-1128.
- Henniawatti, Fletcher I.C. 1986. Reproduction in Indonesia sheep and goats at two levels of nutrition. *Anim. Reprod. Sci.* 12:77-84.
- Karsch, F.J., Cummins, J.T., Thomas, G.B., Clarke, I.J. 1987. Steroid feedback inhibition of pulsatile secretion of gonadotropin-releasing hormone in the ewe. *Biol. Reprod.* 36:1207-1218.
- Karsch, F.J., Goodman, R.L., Legan, S.J., 1980. Feedback basis of seasonal breeding: test of hypothesis. *J. Rep. Fert.* 58: 521-535.
- Karsch, F.J., Bittman, E.L., Foster, D.L., Goodman, R.L., Legan, S.J., Robison J.E. 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent. Prog. Horm. Res.* 40:185-232.
- Karsch, F.J., Robinson, J.E., Woodfill, C.J.I., Brown, M.B. 1989. Circannual cycles of luteinizing hormone and prolactin secretion in ewes during prolonged exposure to a fixed photoperiod: evidence for an endogenous reproductive rhythm. *Biol. Reprod.* 41: 1034-1046.



- Khaldi G. 1984. Variations saisonnières de l'activité ovarienne, de l'anoestrus post-partum des femelles ovines de race barbarine: influence du niveau alimentaire et de la du Languedoc, Montpellier (France).
- Kusina N.T., Chinuwo T., Hamudikuwanda H., Ndlovu L.R., Maznenhamo. 2001. Effect of different dietary energy level intakes on efficiency of estrus synchronization and fertility in mashona goat does. *Small. Rumin. Res.* 39:283-288.
- Lassoued N., Rekik, Mahouachi M. and Ben Hamouda M., 2004. The effect of nutrition prior to and during mating on ovulation rate, reproductive wastage, and lambing rate in three breeds. *Small. Rumin. Res.* 53:13-18
- Lassoued, N., Khaldi, G., Congnie, Y., Chemineau, P., Thimonier, J. 1995. Effect of progesterone on ovulation rate and oestrus cycle length induced by the male effect in the Barbarine ewe and Tunisian local goat. *Reprod. Nutr. Dev.* 35:415-426.
- Legan, S.J and Karsh. F.J. 1983. Importance of retinal photoreceptors to the photoperiodic control of seasonal breeding in the ewe. *Biol. Reprod.* 29: 316-325.
- Lincoln G.A. 1990. Correlation with changes in horns and pelage, but not reproduction, of seasonal cycles in the secretion of prolactin in rams of wild, feral and domesticated breeds of sheep. *J. Reprod. Fert.* 90:285-296.
- Lincoln GA, Short RV, 1980. Seasonal breeding: nature's contraceptive. *Recent Prog. Horm. Res* 36:1-52.
- Lincoln, G.A., Ebling, F.J.P., 1985. Effect of constant-release implants of melatonin on seasonal cycles in reproduction, prolactin secretion and moulting in rams. *J. Reprod. Fert.* 73: 241-253.
- Luridiana S., Mura M.C., Daga C., Diaz M.L., Bini P.P., Cosso, G., Carcagiu V., 2015. The relationship between melatonin receptor 1A gene (MTNR1A) polymorphism and reproductive performance in sarda breed sheep. *J. Anim. Sci.* 171:78-83.
- Malpoux, B., Daveau, A., Maurice-Mandon, F., Duarte, G., Chemineau, P., 1998. Evidence that melatonin acts in the premammillary hypothalamic area to control reproduction in the ewe: presence of binding sites and stimulation of

- luteinizing hormone secretion by in situ microimplants delivery. *Endocrinology* 139:1508-1515.
- Malpaux, B., Robinson, J.E., Brown, M.B., Karsch, F.J. 1987. Reproductive refractoriness of the ewe to inductive photoperiod is not by inappropriate secretion of melatonin. *Biol. Rep.* 36: 1333-1341.
- Mellado, M., Cantú, L., Suarez J.E. 1994. Effects of body condition, length of breeding period, buck: doe ratio, and month of breeding on kidding rates in goats under extensive conditions in arid zones of Mexico. *Small. Rum. Res.* 23:29-35.
- Meza-Herrera C.A. 2008. Mecanismos reguladores de la pubertad en la cabra. *Tropic and Subtropic. Agroecosyst.*, 9:29-38.
- Mohammad, W.A., Grossman, M., Vathauer, J.L. 1984. Seasonal breeding in the United States dairy goats. *J. Dairy. Sci.* 67:1813-1822.
- Oldham C.M., Pearce D.T., Gray S.J., 1985. Progesterone priming and age of ewe affect the life-span of corporalutea induced in the seasonally anovulatory Merino ewe by the "ram effect". *J. Reprod. Fertil.* 75: 29-33.
- Orita, J., Tanaka, T., Kamomae, H., Kaneda. Y. 2000. Ultrasonographic observation of follicular and luteal dynamics during the estrous cycle in Shiba goats. *J. Reprod. Dev.* 46:31-37.
- Pellicer-Rubio, M.T., Leboeuf, B., Bernelas, D., Forgerit, Y., Poughnard, J.L., Bonné, J.L., Senty, E., Chemineau, P. 2007. Highly synchronous and fertile reproductive activity induced by the male effect during deep anoestrus in lactating goats subjected to treatment with artificially long days followed by a natural photoperiod. *Anim. Reprod. Sci.* 98: 241-58.
- Perkins, A. and Fitzgerald, J.A. 1994. The behavioral component of the ram effect. The influence of ram sexual behavior on the induction of estrus in anovulatory ewe. *J. Anim. Sci.* 72:51-55.
- Poindron, P, Cognie Y, Gayerie F, Orgeur P, Oldham C.M, Ravault J.P. 1980. Changes in gonadotrophins and prolactin levels in isolated (seasonally of lactationally) anovular ewes associated with ovulation caused by the introduction of rams. *Physiol. Behav.* 25: 227-236.

- Ponce, J.L., Velázquez, H., Duarte., G. Bedos, M., Hernández, H., Keller, M. Chemineau, P, Delgadillo, JA., 2014. Reducing exposure to long days from 75 to 30 days of extra-light treatment does not decrease the capacity of male goats to stimulate ovulatory activity in seasonally anovulatory females. *Domest. Anim. Endoc.* 48:119-125.
- Ponce-Covarrubias, J.L. 2015. La reducción en la duración de los tratamientos fotoperiódicos de los machos cabríos, y del tiempo de contacto entre machos y hembras, no disminuyen la eficiencia del efecto macho. Doctor en Ciencias Agrarias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Restall, B.J. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim. Reprod. Sci.* 27:305-318.
- 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.
- Ryder, M.L. 1964. Molting and hair replacement. In:Rook, A., Champion, R.H (Eds.). *Progress in the Biological Sciences in Relation to Dermatology*. Vol: Cambridge University Press, Cambridge, pp. 325-335.
- Sáenz-Escárcega, P., Hoyos, F.G., Salinas, G.H., Espinoza, A.J., Guerrero, B.A., Contreras, G.E. 1991. Establecimiento de módulos caprinos con productores cooperantes. In *evaluación de Módulos Caprinos en la Comarca Lagunera* (ed S. Flores), pp. 24-34. Matamoros, Coahuila, México.
- SYSTAT 13, 2009. Chicago. Il.
- Ungerfeld, R., Forsberg, M., Rubianes, E. 2004. Overview of the response of anoestrus ewes to the ram effect. *Reprod. Fertil. Dev.* 16:479-490.

- Veliz, F.G., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A., 2006. Positive correlation between the live weight of anestrus goats and their response to the male effect with sexually active bucks. *Reprod. Nutr. Develop.* 6:1-6.
- Vielma, J., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2009. Male sexual behavior contribute to the maintenance of high LH pulsatility in anestrus female goats. *Horm. Behav.* 56:444-449.
- Walkden-Brown, S.W., Martin, G.B., Restall, B.J. 1999. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *J. Reprod. Fert.* 52: 243-257.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Henniawati, S.R. 1993b. The male effect in Australian cashmere goats 3. Enhancement with buck nutrition and use of oestrus females. *Anim. Reprod. Sci.* 32:69-84.
- 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. Rum. Res.* 26:239-252.
- Wright, P.J., Geytenbeek, P.E., Clarke, I.J., 1990. The influence of nutrient status of post-partum ewes on ovarian cyclicity and on the oestrus and ovulatory responses to ram introduction. *Anim. Reprod. Sci.* 23:293-303.
- Yeates, N.T.M. 1949. The breeding season of the sheep with particular reference to its modification by artificial means using light. *J. Agric. Sci. Camb.* 39:1-43.