

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS



Las hembras anéstricas sin experiencia sexual alojadas individualmente o en grupo exhiben alto comportamiento estral en contacto con machos cabríos fotoestimulados fuera de la estación reproductiva

Por:

**JOSÉ DONALDO SANCHEZ MENDOZA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Torreón, Coahuila, México.

Febrero de 2022

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

Las hembras anéstricas sin experiencia sexual alojadas individualmente o en grupo exhiben alto comportamiento estral en contacto con machos cabrios foto-estimulados fuera de la estación reproductiva

Por:

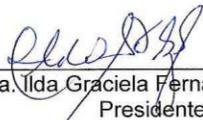
**JOSÉ DONALDO SANCHEZ MENDOZA**

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

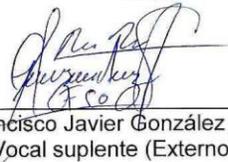
**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por:

  
Dra. Ilda Graciela Fernández García  
Presidente

  
Dr. Juan Carlos Martínez Alfaro  
Vocal

  
Dr. Gonzalo Fitz Rodríguez  
Vocal

  
MC. Francisco Javier González Romero  
Vocal suplente (Externo)

  
MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal  
  
Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México.

Febrero de 2022

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

Las hembras anéstricas sin experiencia sexual alojadas individualmente o en grupo exhiben alto comportamiento estral en contacto con machos cabríos foto-estimulados fuera de la estación reproductiva

Por:

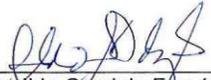
**JOSÉ DONALDO SANCHEZ MENDOZA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
Dra. Ilda Graciela Fernández García  
Asesor principal

  
Dr. Juan Carlos Martínez Alfaro  
Co Asesor

  
Dr. Gonzalo Fitz Rodríguez  
Co Asesor

  
MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal  
  
Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México.

Febrero de 2022

## AGRADECIMIENTOS

**A Dios**, por haber estado conmigo en cada momento de mi vida y por haberme puesto en una maravillosa familia, gracias por cada maravilloso día y por cada hermoso momento.

**A mi familia**, padre y madre, por enseñarme y guiarme en esta hermosa vida con sus consejos y enseñanzas, a trabajar y ganarme las cosas con esfuerzo y dedicación y apoyarme en cada etapa de mi formación profesional. Muchas gracias los amo demasiado.

**A mi Alma Mater**, grandiosa y maravillosa institución, que me enseñó demasiadas cosas y me dejó una gran sabiduría. Me siento muy orgulloso de formar parte de ella y presumirle a la gente de ello.

**A la Dra. Ilda Graciela Fernández García**, por ser una maestra ejemplar y de los mejores maestros que tiene esta institución, dedicada y comprometida en todo lo que hace, tiene una gran forma de transmitir sus conocimientos a sus alumnos. ¡Muchas gracias por todo lo que me enseñó! Desde quinto semestre en la materia de Inmunología, Servicio social, Clínica de Porcinos en el noveno semestre, Asesora de Prácticas Profesionales y también de la actual tesis. La echaré de menos maestra, Dios la bendiga.

**Al MC Francisco Javier González Romero**, por ayudarme y orientarme en la formación y estructura de mi tesis, y por ser un gran compañero, muchas gracias.

**A mi novia**, por estar conmigo en gran parte de mi carrera y ayudarme en proyectos, trabajos, estudiar para exámenes durante este transcurso, y que estuvo ahí para contarle todo lo aprendido después de cada día y fortalecer juntos los

conocimientos adquiridos de esta hermosa profesión Médico Veterinario Zootecnista, y que muy pronto también ella lo será. Gracias Jennifer Nayeli Guerrero Segura.

## DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico principalmente **a mis padres José Santos Sánchez García y Silvia Mendoza Arellano**, ya que en momentos estuve a punto de rendirme, pero ellos con sus consejos levantaban mi ánimo y me impulsaban a seguir a delante. Los amo mucho mamá y papá, y siempre estaré muy orgulloso de ustedes, por lo que son y por lo que hacen día adía y que aún me siguen sorprendiendo al enseñarme cosas sobre esta hermosa vida.

## I. RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar si las hembras anéstricas sin experiencia sexual alojadas individualmente en corrales muestran baja respuesta estral comparadas con las hembras anéstricas alojadas en grupo durante el primer contacto con los machos cabríos foto-estimulados. Diez machos fueron sometidos a un tratamiento fotoperiódico (16 h de luz y 8 h de oscuridad por día) durante 2.5 meses, a partir del 1 de noviembre hasta 15 de enero. Se utilizaron dos grupos de hembras, el primero ( $n = 10$ ) fue puesto en un corral y el segundo ( $n = 10$ ) cada hembra fue alojada individualmente en un corral. Durante el primer contacto (día 0) con los machos las hembras alojadas individualmente y las alojadas en grupo fueron expuestas a un macho por 30 min. En los machos se registraron las aproximaciones y los olfateos ano-genital. Posteriormente, cada grupo de hembras fue alojado en un corral con un macho por 15 días. Las aproximaciones y olfateos ano-genital difirieron significativamente entre los machos ( $P < 0.05$ ). El intervalo al primer comportamiento estral no difirió significativamente entre las hembras alojadas individualmente y las alojadas en grupo ( $P > 0.05$ ). Similarmente, la proporción de estros durante los 15 días de exposición al macho no difirió entre las hembras alojadas individualmente y aquellas alojadas en grupo ( $P > 0.05$ ). Se concluye que tanto las hembras alojadas individualmente como las alojadas en grupo mostraron alto comportamiento estral durante el primer contacto con el macho, independientemente del tipo de alojamiento que recibieron.

**Palabras clave:** Caprinos, Fotoperiodo, estacionalidad, Experiencia sexual, Comportamiento estral, Señales sensoriales, Efecto macho

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS .....	i
DEDICATORIA .....	iii
I. RESUMEN .....	iv
ÍNDICE GENERAL .....	v
LISTA DE FIGURAS .....	vii
II. INTRODUCCIÓN .....	1
III. HIPÓTESIS.....	3
IV. OBJETIVO.....	3
V. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
5.1 Fotoperiodo.....	4
5.2 Estacionalidad reproductiva en machos y hembras caprinos.....	6
5.3 Actividad sexual del macho cabrío fuera de la estación reproductiva .....	8
5.4 Eje hipotálamo-hipófisis-gónadas.....	9
5.5 Ciclo estral en la hembra caprina .....	10
5.6 Fases del ciclo estral.....	11
5.6.1 Proestro.....	11
5.6.2 Estro .....	11
5.6.3 Metaestro .....	12
5.6.4 Diestro .....	12
5.7 Relaciones socio-sexuales.....	13
5.8 Respuesta de las hembras caprinas al efecto macho .....	14
5.9 Experiencia sexual en hembras caprinas y ovinas .....	14
5.10 Aislamiento social en hembras .....	15
VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
6.1 Localización del área de estudio .....	17
6.2 Descripción y manejo de los grupos experimentales.....	17
6.2.1 Hembras .....	17

6.3 Tratamiento fotoperiódico aplicado a los machos cabríos .....	18
6.4 Valoración del estado anovulatorio en las hembras .....	18
6.5 Efecto macho.....	19
6.6 Variables analizadas .....	19
6.6.1 Hembras .....	19
6.6.2 Machos.....	20
6.7 Nota ética.....	20
6.8Análisis estadístico .....	20
VII. RESULTADOS.....	22
7.1 Intervalo al primer comportamiento estral .....	22
7. 2 Respuesta de las hembras a los machos foto-estimulados.....	22
7.3 Comportamiento sexual de los machos cabríos.....	22
VIII. DISCUSIÓN .....	24
IX. CONCLUSIÓN.....	27
X. BIBLIOGRAFÍA .....	28

## LISTA DE FIGURAS

		Página
<b>Figura 1</b>	Tracto foto-neuroendocrino y modificaciones en la síntesis y secreción de melatonina de días largos (verano) y de días cortos (invierno) (Tomado de Bustos y Torres-Díaz, 2012).	5
<b>Figura 2</b>	Concentraciones plasmáticas de testosterona en machos cabríos criollos en el norte subtropical de México (26°N) sujetos a cambios del fotoperiodo natural (modificada de Delgadillo <i>et al.</i> , 1999)	7
<b>Figura 3</b>	Variaciones estacionales en la actividad ovulatoria en cabras locales del norte de México (26°N) (Modificada de Duarte <i>et al.</i> , 2008)	7
<b>Figura 4</b>	La fotografía muestra a los machos cabríos recibiendo el tratamiento fotoperiódico de días largos artificiales (16 horas luz y 8 h de oscuridad/día/2.5 meses), iniciando el 1 de noviembre al 15 de enero. Posteriormente los machos recibieron el fotoperiodo natural.	8
<b>Figura 5</b>	Señales externas que intervienen en la producción de gametos en animales de reproducción estacional y su relación con la actividad gonadal (Tomado de Bustos y Torres-Díaz, 2012).	10
<b>Figura 6</b>	Representación esquemática de los diferentes eventos fisiológicos que ocurren durante el ciclo estral en cabras (Fatet <i>et al.</i> , 2011).	13
<b>Figura 7</b>	Comportamiento sexual de machos cabríos foto-estimulados (media $\pm$ eem) durante el primer contacto con hembras alojadas en grupo (■) y hembras alojadas individualmente (□). El comportamiento sexual se registró en el día 0 a las 08:00 h durante 30 min. Los machos foto-estimulados con (16 h de luz y 8 h de oscuridad por día, del 1 de noviembre al 15 de enero. Posteriormente los machos recibieron el fotoperiodo natural (11 h luz y 13 h de oscuridad).	21

## II. INTRODUCCIÓN

Los primeros caprinos llegaron a América con la llegada de los españoles hace poco más de 500 años (Mason, 1981). Los caprinos se adaptaron a las condiciones del territorio nacional y pronto mostraron beneficios de esta actividad pecuaria. La crianza del ganado caprino en México encuentra su rentabilidad en la producción de carne que se destina para venta y consumo de la población, así como, en la producción de leche destinada para la elaboración de quesos y dulces (SADER, 2017).

Se estima que el número total de caprinos a nivel mundial es de 924 millones de los cuales la mayor parte se concentran en: Asia y África con un 93%, Europa cuenta con el 1.9 % de dicha población, mientras que Oceanía solo cuenta con un 0.5 %, Latinoamérica y el Caribe cuentan con una población de 4.1 %, destacando Brasil y México con cerca de 9 millones de cabezas de ganado cada uno. La población de caprinos con la que cuenta México, representa el 1 % del total de la población mundial y el 23 % de la población de Latinoamérica (Devendra, 2007; FAOESTAT, 2011; SIAP, 2020).

En el norte de México se encuentra la Comarca Lagunera, la cual comprende algunos municipios de los estados de Coahuila y Durango. Esta región cuenta con un inventario de 392, 407 caprinos. Donde la parte que corresponde a Coahuila posee 203, 576 caprinos y la parte de Durango cuenta con 188, 831 caprinos (SIAP, 2020). La producción de caprinos se concentra principalmente en las zonas áridas y semiáridas que comprende un 60% del territorio mexicano, extendiéndose del sur al norte. Las entidades con mayor población caprina son: Puebla (15.4%), Oaxaca (12%), San Luis Potosí (10.5%), Guerrero (7.9%), y Zacatecas (6.1%). Asimismo, las entidades con mayor producción de leche son Coahuila con 37.2% del total nacional, Durango con 21%, Guanajuato con 16.8%, Nuevo León con 9.9%, Jalisco con 3.7%, y Zacatecas con 3.2% (SADER, 2015). La producción láctea es de 167, 000 toneladas y de carne son

48, 000 toneladas que representan el 1.1% y 0.89% de la producción a nivel mundial, respectivamente.

Sin embargo, la producción caprina enfrenta diversos factores que disminuyen su rentabilidad, por ejemplo, esta especie está bajo control de los cambios naturales del fotoperiodo, lo que induce cambios fisiológicos y conductuales en los animales induciendo la denominada estacionalidad reproductiva, esto significa que, tanto en machos como en hembras se presentan dos estaciones reproductivas. De ésta, una estación se denominada como estación no reproductiva donde no se presenta la actividad sexual y otra donde hay actividad sexual, y se conoce como estación reproductiva. Además de enfrentarse a dichos factores, los caprinos son sensibles a diversos factores como es la experiencia sexual y el ambiente social en el que se desarrollan estos animales durante la crianza.

Por ello, el presente estudio se llevó a cabo para conocer si la falta de comunicación social y experiencia sexual que experimentan las hembras durante su crianza disminuye la actividad estral durante el primer contacto con los machos cabríos foto-estimulados.

### **III. HIPÓTESIS**

Las hembras anéstricas sin experiencia sexual alojadas individualmente en corrales, sin comunicación social entre sí, muestran menor respuesta estral que las hembras anéstricas sin experiencia sexual alojadas en grupo durante la primera exposición al macho cabrío foto-estimulado.

### **IV. OBJETIVO**

Determinar si las hembras anéstricas sin experiencia sexual alojadas individualmente en corrales muestran baja respuesta estral comparadas con las hembras anéstricas sin experiencia sexual alojadas en grupo, durante el primer contacto con los machos cabríos foto-estimulados.

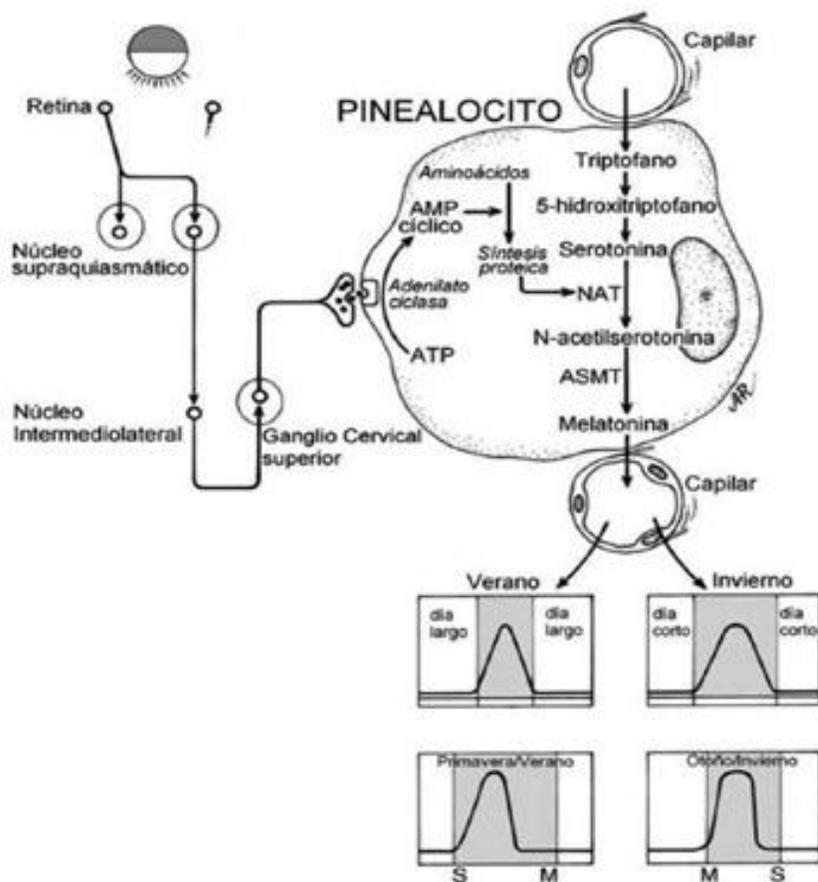
## V. REVISIÓN DE LITERATURA

### 5.1 Fotoperiodo

El fotoperiodo es el principal factor medioambiental que controla la actividad reproductiva en los caprinos y los ovinos (Chemineau, 1995). La percepción de los días largos y de los días cortos participa en la regulación la estación reproductiva y la de reposo sexual, tanto en hembras como en machos, todos estos cambios se presentan a nivel neuroendocrino (Delgadillo *et al.*, 2011). Las variaciones fotoperiódicas son empleadas por los pequeños rumiantes para sincronizar su actividad sexual y la reproducción coincida con la estación más favorable del año (Chemineau, 1987). En los caprinos los días cortos estimulan la actividad sexual mientras que los días largos inhiben dicha actividad (Malpaux *et al.*, 1989). En los ojos de los animales, las células de la retina cumplen una función importante ya que son las encargadas de captar la información fotoperiódica (luz/oscuridad), y una vez que es captada la información por las células de la retina la convierten en un impulso eléctrico que es transmitido a través del tracto retino-hipotalámico hasta el núcleo supraquiasmático (NSQ), posteriormente es enviada al núcleo para-ventricular (NPV), hasta llegar al ganglio cervical, en este último el núcleo actúa como mediador entre el NSQ y la glándula pineal, en donde ejercerá una estimulación tónica durante las horas de oscuridad, y será inhibida cuando aumente la cantidad de horas luz, ya que iniciará la liberación del ácido gama-amino butírico (GABA), que es secretado por NSQ. Al disminuir el GABA durante la oscuridad, las células intermedio lateral de los tres segmentos superiores de la médula espinal perciben esta disminución del GABA y envían una señal al ganglio cervical superior (GCS) y finalmente se libera norepinefrina (NE) que llega a la glándula pineal a los receptores adrenérgicos  $\alpha 1$  y  $\beta 1$  en la glándula pineal (Karsh *et al.*, 1984; Revel *et al.*, 2009).

La melatonina es una hormona la cual es producida por la glándula pineal, misma que inicia partir del aminoácido triptófano, el cual es metabolizado en 5-hidroxitriptófano (5HTP) por medio de la enzima triptófano hidroxilasa (TPOH) para ser convertido en serotonina (5HT) con el aminoácido aromático descarboxilasa (AAAD), posteriormente la 5HT es acetilado por la arilalquilamina N-acetiltransferasa (AA-NAT) en N-acetil serotonina (NAS) y finalmente el NAS es convertido en 5-metoxi-N-acetilriptamina (melatonina) por hidroxilindol-O-metiltransferasa (HIOMT) (Hazlerigg y Simonneaux, 2015).

Figura 1



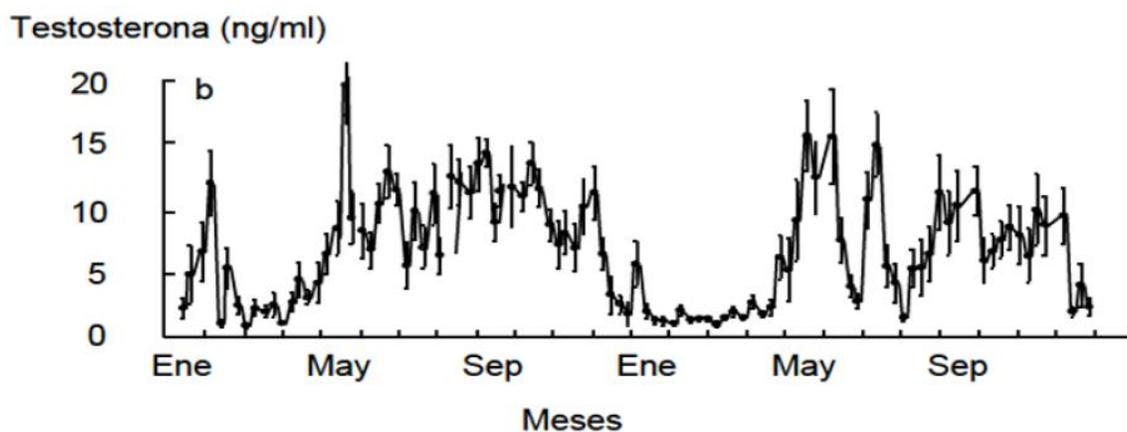
**Figura 1.** Tracto foto-neuroendocrino y modificaciones en la síntesis y secreción de melatonina de días largos (verano) y de días cortos (invierno) (tomado de Bustos y Torres-Días, 2012).

## 5.2 Estacionalidad reproductiva en machos y hembras caprinos

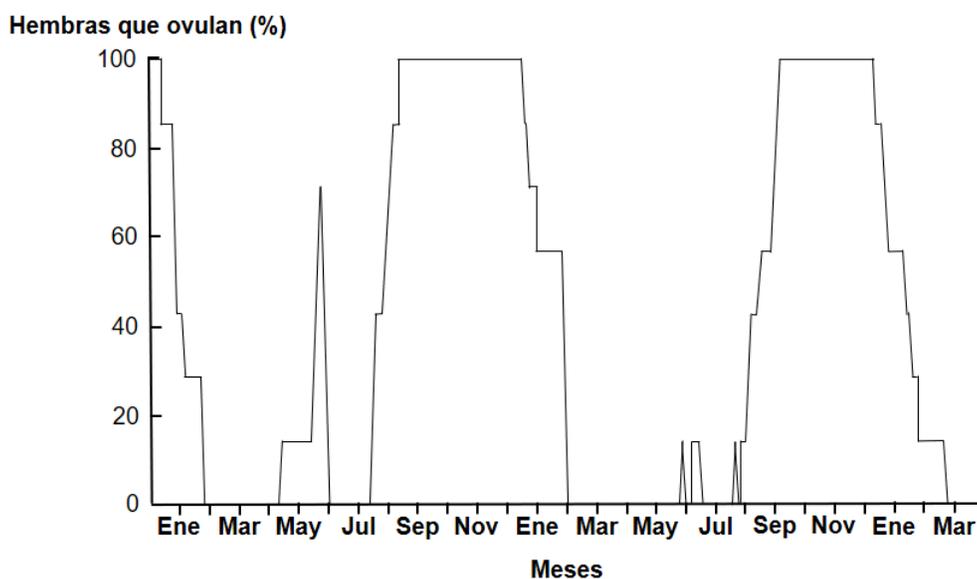
Los animales han sido domesticados desde tiempos remotos y ello ha provocado en algunos la pérdida de la estacionalidad reproductiva, aunque en el caso de los caprinos, ovinos y equinos estas especies siguen conservando dicho proceso (Setchell, 1992; Malpaux, *et al.*, 1999). Por ejemplo, en los caprinos criollos de la Comarca Lagunera el fotoperiodo controla el ciclo sexual anual. En un estudio previo se utilizaron tres grupos de hembras caprinas, donde un grupo recibió variaciones normales del fotoperiodo, y los otros dos grupos de hembras fueron sometidas a un tratamiento de fotoperiodo de tres meses de días largos (16 horas de luz/día), alternados con tres meses de días cortos (10 horas de luz/día), durante dos años consecutivos. Los resultados indicaron que las hembras que recibieron el fotoperiodo natural registraron estacionalidad en la presentación de las ovulaciones. En cambio, en las hembras que fueron sometidas a la alternancia de días largos y cortos de fotoperiodo la actividad ovárica inició en promedio  $67 \pm 2$  días después del cambio de los días largos a los días cortos, y dicha actividad terminó en promedio  $25 \pm 3$  días después del cambio de los días cortos a los días largos. Los resultados de dicho estudio muestran que las hembras caprinas de esta región son sensibles a los cambios del fotoperiodo, por lo que, dicha señal ambiental controla el inicio de la estación reproductiva en condiciones naturales (Duarte *et al.*, 2010).

En los carneros y machos cabríos el ciclo anual sexual se presenta en dos etapas, en la primera etapa es donde el macho disminuye la libido, la espermatogénesis, testosterona y el comportamiento sexual, durante los días largos dichas condiciones se conocen como reposo sexual. La segunda etapa se caracteriza por la presencia de actividad sexual donde se incrementa la libido, la testosterona, la espermatogénesis y el comportamiento sexual, Esta etapa se lleva a cabo en los días cortos, esto es, cuando disminuyen las horas luz y se conoce como estación sexual reproductiva (Hafez, 1952; Malpaux *et al.*, 1997). Figura 2

En la hembra, la primera etapa es donde no presenta ciclos estrales regulares, ovulación ni receptividad, durante los días largos dichas condiciones se conocen como anestro estacional, en la hembra, respectivamente. La segunda etapa se caracteriza por la presencia de actividad sexual y se registra la actividad estral de manera regular, así como la ovulación y receptividad. Esta etapa se lleva a cabo en los días cortos, esto es, cuando disminuyen las horas luz y se conoce como estación sexual reproductiva para ambos sexos (Hafez, 1952; Malpoux *et al.*, 1997). Figura 3



**Figura 2.** Variaciones en las concentraciones plasmáticas de testosterona en machos cabríos criollos en el norte subtropical de México (26'N) sujetos a cambios al fotoperiodo natural (Modificada de Delgadillo *et al.*, 1999).



**Figura 3.** Variaciones estacionales en la actividad ovulatoria en cabras locales del norte de México (26° N; Modificada de Duarte *et al.*, 2008).

### 5.3 Actividad sexual del macho cabrío fuera de la estación reproductiva

En los machos locales de la Comarca Lagunera en el Norte de México alojados en instalaciones abiertas la actividad sexual puede inducirse al someterlos a 2.5 meses de días largos (16 h de luz por día), esto es, combinando la luz artificial y natural (alba: 06:00 h; crepúsculo: 22:00 h) a partir del 1 de noviembre. En los machos tratados de esta manera, los niveles plasmáticos de testosterona y la libido durante el periodo de reposo sexual se incrementan en comparación con los machos no tratados (Delgadillo *et al.*, 2002). La figura 4 muestra a los machos cabríos recibiendo el tratamiento fotoperiódico.



**Figura 4.** La fotografía muestra a los machos cabríos recibiendo el tratamiento fotoperiódico de días largos artificiales (16 horas luz y 8 h de oscuridad/día/2.5

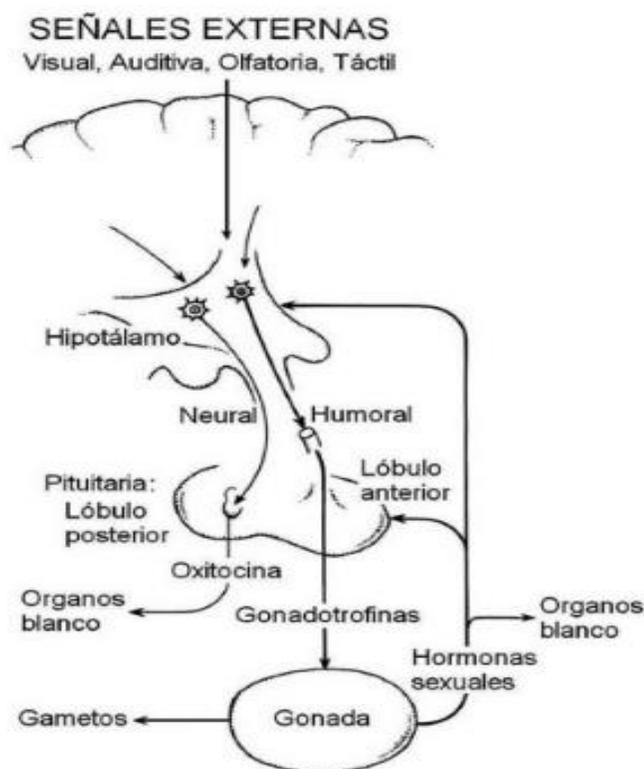
meses), iniciando el 1 de noviembre al 15 de enero. Posteriormente los machos recibieron el fotoperiodo natural (11 h luz y 13 h oscuridad).

#### **5.4 Eje hipotálamo-hipófisis-gónadas**

Las hormonas secretadas por la hipófisis están reguladas por las señales hormonales y nerviosas en el hipotálamo, la secreción de la adenohipófisis está controlada por hormonas o factores de liberación y de inhibición hipotalámicas, las cuales son sintetizadas en el mismo hipotálamo para luego ser transportadas a la adenohipófisis por minúsculos vasos sanguíneos denominados vasos porta hipotálamo-hipofisarios. Estas hormonas liberadoras e inhibitoras actúan sobre las células de la adenohipófisis que son las que controlan su secreción: hormona liberadora de las gonadotrofinas (GnRH), (Arthur, 2011).

La actividad hipotalámica de la GnRH es la encargada en dirigir la descarga de las gonadotrofinas, la LH (hormona luteinizante) y la FSH (hormona folículo estimulante) a la circulación. Esto se consigue mediante la modificación en la frecuencia de sus pulsos y no solamente incrementa o disminuye los niveles de ambas gonadotrofinas, sino que es capaz de controlar por separado a la LH y FSH. La hormona LH es secretada de manera pulsátil por la hipófisis y ésta a su vez estimulará en el macho la secreción de testosterona, y en la hembra secretará estradiol y progesterona en los ovarios de la hembra. También es secretada la FSH por la hipófisis, esta hormona parece ser secretada continuamente en la circulación de una forma no episódica ni pulsátil como lo es la LH. Estas hormonas inducen la diferenciación y multiplicación de las células germinales, así como la síntesis y secreción de testosterona por las células de Leydig en los testículos. La testosterona participa en el mantenimiento de la espermatogénesis y comportamiento sexual ejerciendo una retroalimentación negativa en la secreción de las gonadotrofinas (Chemineau y Delgadillo, 1994).

Figura 5



**Figura 5.** Señales externas que intervienen en la producción de gametos en animales de reproducción estacional y su relación con la actividad gonadal (Tomado de Bustos y Torres-Díaz, 2012).

### 5.5 Ciclo estral en la hembra caprina

El ciclo estral es el conjunto de cambios fisiológicos que acontecen durante la estación reproductiva en la hembra caprina. El ciclo estral se define como el periodo de tiempo comprendido entre la presentación del estro y hasta el comienzo del siguiente estro, o bien, es el intervalo de tiempo que ocurre entre 2 ovulaciones. El ciclo estral comprende dos fases: la folicular y la lútea. La fase folicular comprende al proestro y el estro, que es donde ocurre la maduración de los folículos, y la fase lútea que comprende al metaestro y diestro donde el cuerpo lúteo se forma. La longitud de los ciclos estrales en cabras criollas es de 17 a 22 días (González-Stagnaro y Madrid-Bury, 1993).

## **5.6 Fases del ciclo estral**

### **5.6.1 Proestro**

La actividad ovárica durante el proestro se inicia por la lisis del cuerpo lúteo (CL) del ciclo estral anterior. Los niveles de progesterona son bajos y simultáneamente se lleva a cabo el crecimiento del folículo preovulatorio. Pese a que muchos folículos se pueden desarrollar durante este periodo, solo uno será seleccionado como folículo dominante (FD) y llegará a la ovulación. El folículo dominante llega a la ovulación estimulado por la LH y FSH, además en la pared del folículo se encuentran presentes las células de la teca y de la granulosa, estas dos últimas trabajan en conjunto con la LH y FSH para producir una retroalimentación positiva en la producción de estrógenos y así lograr la ovulación (Saumande y Humblot, 2005). Figura 6

### **5.6.2 Estro**

El estro en la hembra caprina se llega a manifestar por una serie de conductas que estimularán al macho (Billings y Katz, 1997) y el estro se expresa de 24 a 36 horas. El estro se caracteriza principalmente por el comportamiento sexual y por signos externos como son la vulva edematizada con descargas de moco viscoso, movimientos laterales de la cola y montas entre las hembras (Baril *et al.*, 1993).

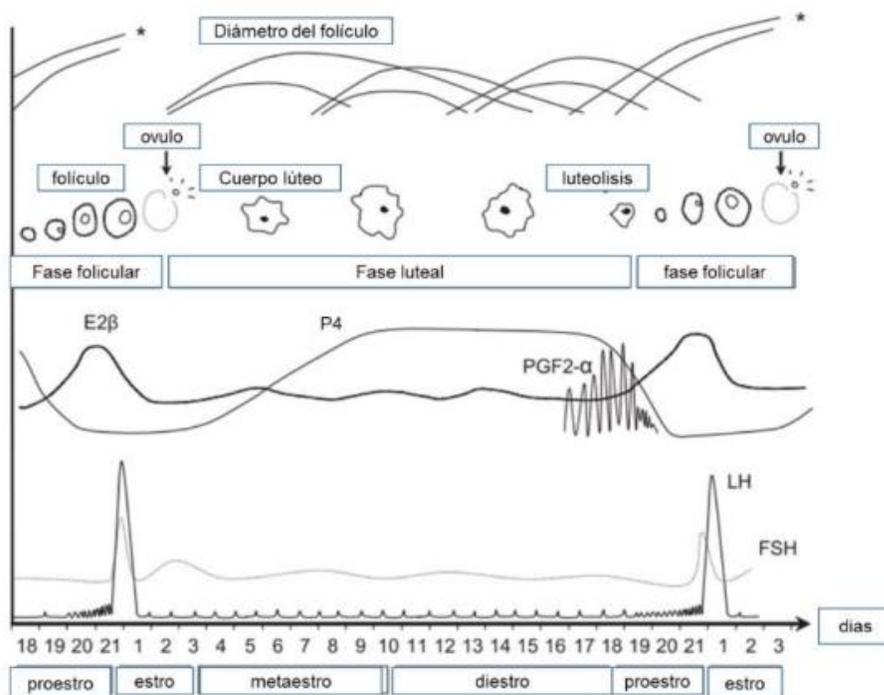
La producción continua de estrógenos por el folículo en desarrollo genera un pico en la liberación de LH y FSH por la hipófisis. El nivel elevado de estrógenos es el responsable del comportamiento y signos propios del estro o celo, aumentando las contracciones del tracto reproductor femenino para facilitar el encuentro entre el óvulo y el espermatozoide. Así mismo, se estimula la cantidad y fluidos (moco) que se producen en los oviductos, útero, cérvix y vagina (Guaqueta, 2009).

### 5.6.3 Metaestro

El periodo de tres a cuatro días siguientes al celo se conoce como metaestro y está condicionado por una serie de eventos endocrinos que controlan la dinámica del ovario. Debido al pico de la LH, el folículo logra ovular mediante una ruptura de éste, quedando las células de la teca y de la granulosa que junto a la LH van estimular la formación del cuerpo amarillo o cuerpo lúteo, el cual va a ser el encargado de producir progesterona, si hubo una sincronía en el estro y el momento de la monta puede lograrse la fecundación de manera exitosa. Si hay una preñez el cuerpo lúteo se va encontrar persistente, ya que el embrión envía estímulos para evitar la regresión de este en conjunto con otras hormonas. En esta fase la hembra muestra un cambio en su conducta y ya no se encuentra receptiva ni accede a los estímulos del macho (Guaqueta, 2009).

### 5.6.4 Diestro

La progesterona en sangre se incrementa de forma paralela al crecimiento del cuerpo lúteo, hasta alcanzar los máximos niveles alrededor del día 10 y mantenerse elevada hasta el día 16 o 18 del ciclo. Si la cabra como ya se mencionó antes no queda gestante, el cuerpo lúteo sufrirá regresión o destrucción por la acción de las prostaglandinas ( $PGF_{2\alpha}$ ) que se producen en el útero para dar inicio a un nuevo ciclo. Algunos días después empezará una nueva oleada de crecimiento folicular, estimulada por la acción de la FSH que dará lugar a un nuevo folículo dominante no ovulatorio que finalmente sufrirá atresia y permitirá el desarrollo de otra onda folicular (Guaqueta, 2009). La detección del celo es uno de los componentes más importantes en el manejo eficiente del hato reproductivo en las especies animales productivas (Saumande y Humblot, 2005).



**Figura 6.** Representación esquemática de los diferentes eventos fisiológicos que ocurren durante el ciclo del estro en cabras (Fatet *et al.*, 2011).

## 5.7 Relaciones socio-sexuales

En los caprinos y ovinos, las relaciones socio-sexuales modifican la actividad sexual en dichas especies (Gelez *et al.*, 2004; Delgadillo *et al.*, 2009). La técnica utilizada para inducir dicha actividad sexual es conocida como efecto macho. El efecto macho consiste en introducir un macho a un grupo de hembras caprinas u ovinas en anestro estacional con la finalidad de inducir la actividad sexual en éstas (Shelton, 1960; Delgadillo *et al.*, 2009). Durante el efecto macho participan las señales sensoriales como las visuales, las auditivas, las olfativas, las táctiles, además de las conductuales mismos que ejercen un papel relevante para inducir la actividad sexual en las hembras (Walkden-Brown *et al.*, 1997; Delgadillo *et al.*, 2009).

## 5.8 Respuesta de las hembras caprinas al efecto macho

La respuesta de las hembras caprinas al efecto macho depende de factores tanto internos como externos que operan en los dos sexos, como la variación en la respuesta de las hembras ante la presencia de los machos, la raza, y la calidad del estímulo otorgado por los machos, entre otros. Durante el encuentro socio-sexual entre hembras anéstricas y machos foto-estimulados participan señales sensoriales, en el caso de los machos, éstos despliegan alto nivel de comportamiento sexual (señales visuales y táctiles), intenso olor (señal olfativa) y vocalizaciones frecuentes (señal auditiva) los cuales contribuyen a inducir el comportamiento sexual y el pico pre-ovulatorio en dichas hembras caprinas (Rivas-Muñoz *et al.*, 2007; Martínez Alfaro *et al.*, 2014).

## 5.9 Experiencia sexual en hembras caprinas y ovinas

Las hembras adquieren experiencia social y sexual a través del contacto físico total o restringido con el sexo opuesto, esto es, la experiencia heterosexual. Así, una hembra con experiencia sexual es aquella que ha tenido contacto socio-sexual de manera total con el género opuesto y experiencia social cuando ha tenido contacto restringido con el sexo opuesto, es decir sin copulación. En las hembras ovinas, la experiencia sexual modifica la respuesta estral, esto es, las ovejas con experiencia sexual son más receptivas, aceptan más montas con intromisión, que las ovejas sin experiencia sexual durante su primera exposición al macho (Gelez *et al.*, 2004; Chanvallon *et al.*, 2009). Asimismo, las ovejas sin experiencia sexual muestran menos conductas dirigidas al macho en comparación con las experimentadas sexualmente (Gelez *et al.*, 2004; Hawken *et al.*, 2008). Además, un bajo porcentaje (62%) de ovejas sin experiencia sexual manifiestan conducta estral comparadas con las experimentadas sexualmente (100%, Gelez *et al.*, 2004). Los estudios antes mencionados

sugieren que la falta de experiencia sexual modifica la respuesta sexual en las hembras ovinas cuando son expuestas por primera vez a los carneros.

En cambio, las hembras caprinas anéstricas con experiencia alojadas en grupo expuestas a los machos foto-estimulados muestran alto porcentaje de comportamiento estral (100 %; Fernández *et al.*, 2011).

### **5.10 Aislamiento social en hembras**

En las especies gregarias el aislamiento representa un gran desafío en su bienestar (Morton y Griffiths, 1985; Siebert *et al.*, 2011). Durante el aislamiento los animales experimentan estrés. Las especies animales gregarias y sociales como son los caprinos y ovinos son los más susceptibles a sufrir estrés (Price y Thos, 1990). Por ejemplo, cuando estas especies sociales son separados de su grupo experimentan estrés social (Miranda-de Lama y Matiello, 2010), aunque también otras especies como es el caso de los porcinos y bovinos también experimentan el mismo nivel de estrés (Creel y Albright, 1998; Kanitz *et al.*, 2009).

De hecho, en ciertos eventos estresantes que sufren los animales suceden algunos cambios conductuales y fisiológicos en el organismo (Blanchard *et al.*, 2001). Cuando los animales sufren estrés social se afectan las interacciones sociales como la comunicación entre los animales de ese mismo grupo. En los animales la comunicación tiene un papel clave en la expresión de las conductas sociales. La comunicación social participa en el reconocimiento de los individuos dentro del grupo, así como, les ayuda a localizar a los individuos de su misma especie en otros grupos de animales (Miranda-de la Lama y Mattiello, 2010). Por ejemplo, en las hembras que experimentan estrés social disminuye la actividad ovulatoria, así como otros parámetros reproductivos (Blanchard *et al.*, 2001).

La presente tesis se llevó a cabo para investigar si las hembras caprinas anéstricas sin experiencia sexual alojadas en corrales individuales durante su

crecimiento muestran actividad sexual durante su primer contacto con el macho cabrío foto-estimulado.

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1 Localización del área de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en el ejido Ricardo Flores Magón, municipio de Torreón, Coahuila, México. Dicho ejido se encuentra ubicado en la Comarca Lagunera, la cual se encuentra en la latitud, 26°33' N, longitud, 104°47' W, y altitud de 1100 msnm, el clima predominante es semiárido, la temperatura máxima en primavera puede llegar a los 44.8 °C mientras que la temperatura mínima durante el invierno es de -1 °C (CONAGUA, 2019).

### 6.2 Descripción y manejo de los grupos experimentales

#### 6.2.1 Hembras

Se utilizaron cabritas criollas ( $n = 20$ ) que nacieron del 10 al 25 de diciembre de 2018 y fueron destetadas a los 40 días. A partir del destete las hembras fueron aisladas totalmente de machos cabríos y se dividieron aleatoriamente en dos grupos de 10 hembras cada uno. El primer grupo fue alojado en un corral (5 x 8 m), estas hembras tuvieron comunicación social entre ellas mediante señales visuales, auditivas, táctiles y olfativas. El segundo grupo de hembras fueron alojadas en corrales individuales (2 x 1.5 m), la pared que separaba un corral de otro fue de madera sólida, estas hembras no tuvieron contacto visual y táctil, pero si tenían contacto auditivo y olfativo entre una hembra y la otra que se encontraba en el corral adyacente. Las dos paredes restantes fueron de madera enrejada. Los dos grupos de hembras se encontraban separados por 250 m para evitar contacto entre grupos de hembras. Las hembras fueron alojadas en su corral respectivo del 1 de febrero de 2019 al 22 de marzo de 2020. La alimentación de las hembras se basó en heno de alfalfa (21% proteína cruda,

1.95 Mcal/kg de energía metabolizable (EM)) y 200 g de concentrado comercial (18% de proteína cruda, 2.05 Mcal/kg EM)/animal/día.

### **6.3 Tratamiento fotoperiódico aplicado a los machos cabríos**

Se utilizaron diez machos cabríos de aproximadamente 2 años de edad. Los machos fueron sometidos a un tratamiento fotoperiódico el cual inició el 1 de noviembre de 2019 y finalizó el 16 de enero de 2020 (días largos) seguido de la duración normal del día (días cortos) hasta el 23 de marzo 2020. Los corrales donde se alojaron los machos cabríos fueron equipados con lámparas fluorescentes de 75 watts cada una. Se comprobó que la intensidad luminosa en el corral fue de al menos 300 lux a nivel de los ojos de los machos. Las lámparas fueron programadas para encenderse automáticamente de las 06:00 a las 09:00 h. Posteriormente, se volvían a encender de las 17:00 h a las 22:00 h, con ello se proporcionó 16 h luz y 8 h oscuridad. Así, los machos recibieron 2.5 meses de días largos artificiales. A partir del 16 de enero los machos solo recibieron las variaciones de la luz natural (11 h luz y 13 h oscuridad) El tratamiento fotoperiódico induce un incremento en la secreción de testosterona y el volumen testicular, además estimula el comportamiento sexual de los machos durante el reposo sexual (marzo-abril; Delgadillo *et al.*, 2002; Fernández *et al.*, 2020). En la Figura 4 se muestra a los machos cabríos recibiendo el tratamiento fotoperiódico.

### **6.4 Valoración del estado anovulatorio en las hembras**

A los 15 meses de edad, en los días 2 y 11 de marzo se tomaron muestras sanguíneas para determinar los niveles plasmáticos de progesterona con la finalidad de determinar si se encontraban anovulatorias. Los resultados indicaron que todas las hembras estaban anovulatorias. Antes de exponer a las

hembras con los machos se registró el peso y la condición corporal en las hembras alojadas individualmente, promediando ( $34.0 \pm 2$  kg  $2.9 \pm 0.09$ , respectivamente) y en las hembras alojadas en grupo ( $31.1 \pm 0.1$  kg, y  $3.3 \pm 0.18$ , respectivamente).

## **6.5 Efecto macho**

El contacto entre machos foto-estimulados y hembras se llevó a cabo cuando las hembras tenían 15 meses de edad. El día 23 de marzo a las 07:30 h, los 10 machos se dividieron aleatoriamente en dos grupos de cinco machos cada uno. A las 08:00 h cada hembra de cada grupo experimental fue puesta en contacto con un macho durante 30 min para registrar el comportamiento sexual de los machos. Posteriormente, las hembras alojadas individualmente y las hembras alojadas en grupo fueron puestas en un corral. Las hembras alojadas individualmente fueron puestas en un corral y las hembras alojadas en grupo regresaron a su corral original. Se utilizó la proporción de 1 macho: 10 hembras. Los machos permanecieron con las cabras durante 15 días y se intercambiaban a las 08:00 h y 18:00 h en cada grupo de hembras. Se utilizaron 2 machos/grupo de hembras.

## **6.6 Variables analizadas**

### **6.6.1 Hembras**

Se determinó el intervalo al primer estro y el porcentaje de hembras que presentaron ciclo estral durante los 15 días de exposición al macho. El intervalo al primer estro es el tiempo transcurrido desde el primer contacto con el macho cabrío y la presentación del primer comportamiento estral. Se define una

hembra en estro como la hembra que permanece inmóvil y acepta la monta con intromisión del macho (Fatet *et al.*, 2011).

### **6.6.2 Machos**

El comportamiento sexual en los machos se observó de 08:00 a 08:30 h, en el día 0 durante el primer contacto con las hembras alojadas individualmente y las hembras alojadas en grupo. Las conductas sexuales registradas en los machos fueron los olfateos ano-genital y las aproximaciones laterales (Fernández *et al.*, 2020).

### **6.7 Nota ética**

En el presente estudio el manejo de los animales experimentales fue de acuerdo al protocolo la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999 de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, que indica las especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio (SAGARPA, 2001).

### **6.8 Análisis estadístico**

El intervalo desde la introducción del macho al primer estro se analizó mediante un modelo completamente aleatorio que incluyó el efecto del grupo de hembra y el efecto aleatorio del animal dentro del grupo. Se evaluaron varias distribuciones para seleccionar el mejor modelo, para lo cual se utilizaron los criterios de información de Akaike corregidos para muestras finitas (AICC). En todos los casos se utilizó la prueba secuencial de Sidak para corregir las comparaciones múltiples de medias. Para evaluar el comportamiento estral en los dos grupos de hembras, se utilizó la prueba exacta de Fisher. Los análisis

estadísticos se realizaron con el paquete SPSS versión 22.0 (IBM Corp. Released 2013). Los datos se presentan como la media marginal estimada  $\pm$  error estándar de la media. Las diferencias se consideraron significativas al  $P < 0.05$ .

## VII. RESULTADOS

### 7.1 Intervalo al primer comportamiento estral

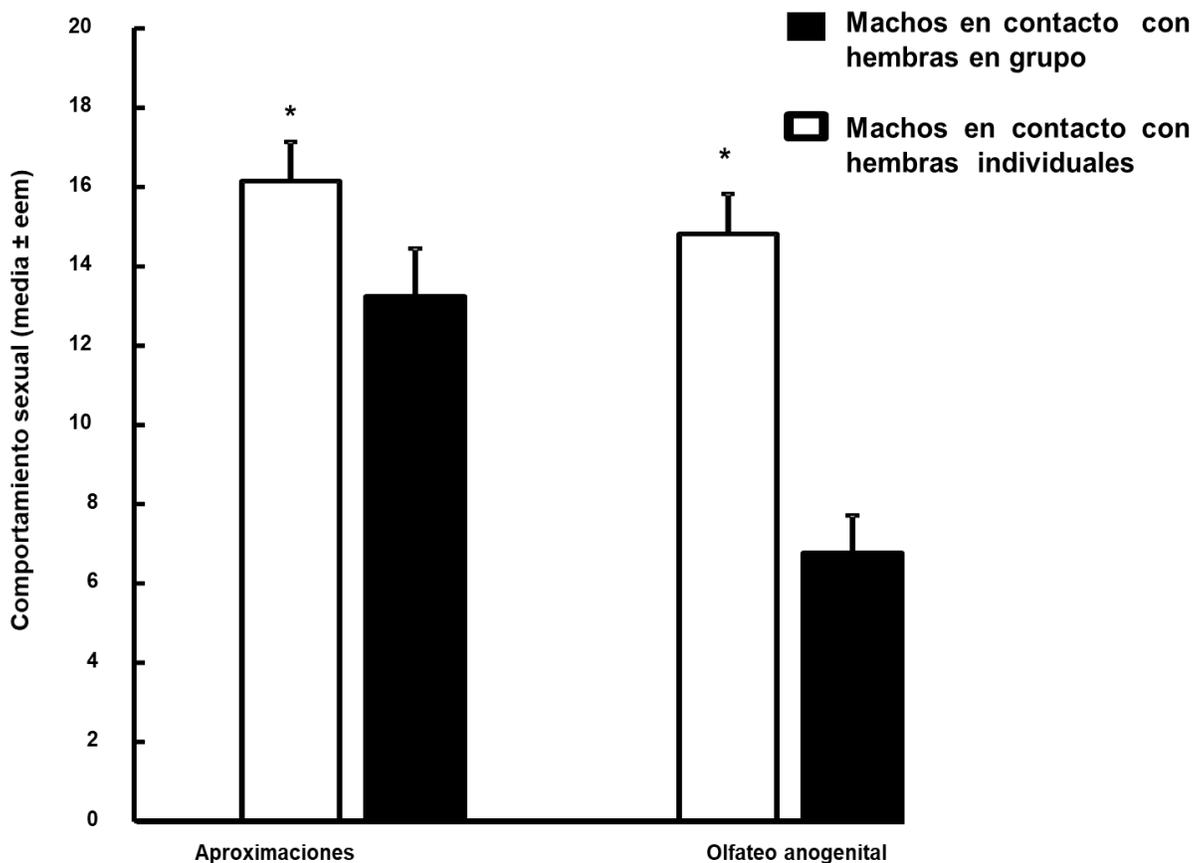
El intervalo entre la introducción del macho y el primer comportamiento estral no difirió significativamente entre las hembras alojadas individualmente en corral ( $117.2 \pm 73.4$  h) y las hembras las alojadas en grupo ( $82.50 \pm 68.9$  h;  $P > 0.05$ ).

### 7. 2 Respuesta de las hembras a los machos foto-estimulados

La proporción de estros en los 15 días de contacto con el macho fue similar entre las hembras alojadas individualmente (90%) y las hembras las alojadas en grupo (80%;  $P > 0.05$ ).

### 7.3 Comportamiento sexual de los machos cabríos

Los machos registraron más aproximaciones laterales y olfateos anogenital a las hembras alojadas individualmente que a las hembras alojadas en grupo ( $P < 0.05$ ). Figura 7



Primer contacto de machos con hembras, día 0 a las 08:00 h

**Figura 7.** Comportamiento sexual de machos cabríos foto-estimulados (media  $\pm$  eem) durante el primer contacto con hembras alojadas en grupo (■) y hembras alojadas individualmente (□). El comportamiento sexual se registró en el día 0 a las 08:00 h durante 30 min. Los machos fueron sometidos a un tratamiento de días largos artificiales (16 h de luz y 8 h de oscuridad por día, del 1 de noviembre al 15 de enero). Posteriormente los machos recibieron el fotoperiodo natural (11 h luz y 13 h oscuridad).

## VIII. DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue determinar si las hembras anéstricas sin experiencia sexual alojadas individualmente en corrales muestran baja respuesta estral comparadas con las hembras anéstricas alojadas en grupo, durante el primer contacto con los machos cabríos foto-estimulados. Los resultados del presente estudio muestran que el tipo de alojamiento: individual o en grupo en el que se encontraban las hembras no modificó la expresión del comportamiento estral en las hembras alojadas individualmente en corrales como en aquellas alojadas en grupo durante el primer contacto con los machos cabrío foto-estimulados. Los resultados muestran un alto porcentaje de estros durante los 15 días de contacto con el macho cabrío foto-estimulado en los dos grupos de hembras experimentales. De hecho, el intervalo desde la introducción del macho y el primer comportamiento estral no difirió entre los grupos de hembras. El intervalo registrado en las hembras del presente estudio es similar al reportado previamente en hembras múltiparas y nulíparas alojadas en grupo expuestas a machos foto-estimulados (Luna-Orozco *et al.*, 2008). Una posible explicación de los resultados obtenidos en la presente tesis, es que muy probablemente los animales si les afecte el estrés social crónico ocasionado por el aislamiento prolongado al que fueron sometidas las hembras del grupo individual como los muestran estudios previos (Miranda-de la Lama y Mattiello, 2010; Hawkey *et al.*, 2012; Narayan y Parisella, 2017) pero una vez que tuvieron contacto socio-sexual con los machos cabríos foto-estimulados, se activó el eje hipotálamo hipófisis gónadas pero no el eje-hipotálamo-pituitaria-adrenales, de ahí la presentación de la actividad sexual en las hembras anéstricas alojadas individualmente o grupo.

Los presentes resultados indican que las hembras que fueron alojadas individualmente en corral por largo tiempo no les afectó el despliegue de sus habilidades motoras, como se reportó en un estudio previo (Fernández *et al.*, 2020). En cambio, los resultados del presente estudio difieren de aquellos que

indican que las hembras ovinas sin experiencia sexual muestran baja receptividad (estro) durante el primer contacto con el carnero (Murtagh *et al.*, 1984; Rosciszewska, 1985; Gelez *et al.*, 2004; Hawken *et al.*, 2008). Similarmente los resultados del presente estudio difieren con aquellos que indican que el aislamiento social durante la crianza de los animales afecta negativamente la actividad sexual en la edad adulta (Blanchard *et al.*, 2001).

Los actuales resultados muestran concordancia con estudios previos donde utilizaron hembras sin experiencia sexual alojadas en grupo de edad (15 meses de edad) donde también se observó alta respuesta estral cuando fueron expuestas a machos foto-estimulados (Fernández *et al.*, 2021). Asimismo, los resultados del presente estudio son similares a los reportados en hembras anéstricas de más de 2 años de edad alojadas en grupo y expuestas a machos foto-estimulados (Bedos *et al.*, 2010; Fernández *et al.*, 2020).

Un factor determinante en inducción de la actividad sexual en las hembras experimentales del presente estudio, se debe a que los machos utilizados mostraron alto comportamiento sexual durante los 15 días de contacto con el macho cabrío foto-estimulado, aunque solo se registraron los olfateos ano-genital y las aproximaciones durante el primer contacto con las hembras, los machos dirigieron más las conductas sexuales a las hembras alojadas individualmente como un intento de estimularlas más, o quizá sea una variación en la respuesta sexual de los machos cabríos foto-estimulados como se observó en un estudio previo (Bedos *et al.*, 2016).

Está ampliamente demostrado que el tratamiento fotoperiódico aplicado a los machos previamente induce e incrementa el comportamiento sexual, la secreción de testosterona, el olor y las vocalizaciones (Delgadillo *et al.*, 2002; Bedos *et al.*, 2014; Fernández *et al.*, 2020). Dichos machos muestran todas las conductas sexuales involucradas durante cortejo para lograr exitosamente la copulación, dichas conductas sexuales son: aproximaciones laterales, olfateos ano-genital, intentos de monta, monta con intromisión, flehmen y automarraje, así como, se incrementa la testosterona y el olor (Delgadillo *et al.*, 2002; Ponce

*et al.*, 2014; Fernández *et al.*, 2020). Aunque en el presente estudio no registramos en los machos todas las variables antes mencionadas, obviamente los machos experimentales expresaron todos los componentes involucrados en el cortejo y apareamiento. Entonces, dichas conductas sexuales contribuyeron a inducir la respuesta sexual en las hembras anéstricas. Como se observó en el alto porcentaje de hembras que exhibieron comportamiento estral.

## **IX. CONCLUSIÓN**

Se concluye que tanto las hembras anéstricas sin experiencia sexual alojadas individualmente en corrales como las hembras anéstricas sin experiencia sexual alojadas en grupo mostraron alta respuesta estral en contacto con los machos cabríos foto-estimulado mediante el efecto macho.

## X. BIBLIOGRAFÍA

- Arthur, C., Guyton, M.D., Jhon, E., Hall, D. 2011. Endocrinología y Reproducción. Department of Physiology and Biophysics. Décimo Primera Edición. Pág. 918-929.
- Baril, G., Chemineau, P., Cognié, Y., Guérin, Y., Leboeuf, B., Orgeur, P., Vallet, J.C. 1993. Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. Production et santé animales. 15: 83-87.
- 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. Hormones and Behavior. 58:473-477.
- Bedos, M., Duarte, G., Flores, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Hernández, H., Vielma, J., Fernández, I.G., Chemineau, P., Keller, M., Delgadillo, J.A. 2014. Two or 24 h of daily contact with sexually active males results in different profiles of LH secretion that both lead to ovulation in anestrus goats. Domestic Animal Endocrinology. 48: 93-99.
- Bedos, M., Muñoz, A.L., Orihuela, A., Delgadillo, J.A. 2016. The sexual behavior of male goats exposed to long days is as intense as during their breeding season. Applied Animal Behaviour Science. 184: 35-40.
- Billings, H.J., Katz, L. 1997. Progesterone facilitation and inhibition of estradiol-induced sexual behavior in the female goats. Hormones and Behavior. 31: 47-53.
- Blanchard, J., Horan, W., Brown, S. 2001. Diagnostic differences in social anhedonia: a longitudinal study of schizophrenia and major depressive disorder. Journal of Abnormal Psychology. 110: 363-371.

- Bustos, O, E., Torres-Díaz, L. 2012. Seasonal reproduction in the male. *International Journal Morphology*. 4: 1266-1279.
- Chanvallon, A., Fabre-Nys, C. 2009. In sexually naive anestrous ewes, male odour is unable to induce a complete activation of olfactory systems. *Behavioural Brain Research*. 205; 272-279.
- Chemineau, P. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats. *Livestock Production Science* , 17: 135-147.
- Chemineau, P., Delgadillo, J.A. 1994. Neuroendocrinología de la reproducción en el caprino. *Revista Científica- Universidad Del Zulia Facultad de Ciencias Veterinarias Division de Investigacion*. 1: 85-101.
- Chemineau, P., Malpoux, B., Thiery, J.C., Viguie, C., Morello, H., Zarazaga, L., Pelletier, J. 1995. The control of seasonality a challenge to small ruminant breeding reproduction and animal breeding advances and strategy. *International Symposium of Societa Italiana per il Progresso della Zootecnica*.
- CONAGUA. 2019. Comisión Nacional del Agua. <https://smn.conagua.gob.mx/es/>. Fecha de acceso 27 septiembre 2021.
- Creel, S.R., Albright J.L. 1988. The effects of neonatal social isolation on the behavior and endocrine function of holstein calves. *Applied Animal Behaviour Science*. 21: 293-306.
- Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpoux, B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical. *Theriogenology*. 52: 727-737.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpoux, B. 2002. Induction of sexual

activity of lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificial long days. *Journal of Animal Science*. 80: 2780-2786.

Delgadillo, J.A., Gelez, H., Ungerfeld, R., Hawken, P.A., Martin, G.B. 2009. The 'male effect' in sheep and goats: Revisiting the dogmas. *Behavioural Brain Research*. 200: 304-314.

Delgadillo, J.A., Ungerfeld, R., Flores, J.A., Hernandez, 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. *Reproduction Domestic Animal*. 46; 687-91.

Devendra, C. 2007. Perspectiva sobre los sistemas de produccion animal en asia. *Ciencias del Ganado*. 106: 1-18.

Duarte, G., Flores, J.A., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Domestic Animal Endocrinology*. 35: 362-370.

Duarte, G., Nava-Hernandez, M.P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2010. Ovulatory activity of female goats adapted to the subtropics is responsive to photoperiod. *Animal Reproduction Science*. 120; 65-70.

FAOSTAT. 2011. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://fenix.fao.org/faostat/internal/en/#home>. Fecha de Acceso 21 de Septiembre 2021.

Fatet, A., Pellicer-Rubio, M.T., Loboef, B. 2011. Reproductive cycle of goats. *Animal Reproduction Science*. 214: 211-219.

Fernández, I.G., Luna-Orozco J.R., Vielma, J., Duarte G., Hernández, H., Flores J.A., Gelez, H., Delgadillo, J.A. 2011. Lack of sexual experience does not reduce the responses of LH, estrus or fertility in aneestrous goats

exposed to sexually active males. *Hormones and Behavior*. 60; 484-488.

Fernández, I.G., Loya-Carrera, J., Sifuentes-Lamont, P., Duarte, G., Flores, J.A., Grimaldo, E., Hernández, H., Ulloa-Arvizu, R., Andrade-esparza, J. 2020. Social insolation does not inhibit sexual behaviour and testosterone secretion in sexually inexperienced photo-stimulated bucks in contact with seasonally anestrous goats. *Italian Journal of Animal Science*. 19: 989-996.

Fernández, I.G., Flores, J.A., Duarte, G., Hernández, H., Fitz-Rodríguez, G., Vielma, J. 2021. Previous sexual experience does not improve estrous Behaviour and ovulatory activity in seasonally anestrous goats in contact with photostimulated bucks. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. 9: 1-7.

Gelez, H., Fabre-Nys, C. 2004. The “male effect” in sheep and goats: a review of the respective roles. *Hormones and Behavior*. 46: 257-271.

González-Stagnaro, C., Madrid-Bury, N. 1993. Ciclo estral y momentos de ovulación en cabras criollas. *Facultad de Veterinaria Luz, Volumen III, N°1*.

Guaqueta, H. 2009. Ciclo estral: Fisiología básica y estrategias para mejorar la detección de celos. *Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*. 56; 163-183.

Hafez, E. 1952. Studies on the breeding season and reproduction of the ewe. *Journal Agricultural Science*. 42: 189-231.

Hawken, P.A., Evans, A.C., Beard, A.P. 2008. Prior exposure of maiden ewes to rams enhances their behavioural interactions with rams but is not a pre-requisite to their endocrine response to the ram effect. *Animal Reproduction Science*. 108: 13-21.

- Hawley, L. C., Cole, S.W., Capitanio, J.P., Norman, G.J., Cacioppo, J.T. 2012. Effects of social isolation on glucocorticoid regulation in social mammals. *Hormones and Behavior*. 62: 314-323.
- Hazlerigg, D., Simonneaux, V. 2015. Seasonal regulation of reproduction in mammals. 4 ed. *Knobil and Neill's Physiology of Reproduction*. 25: 1575-1604.
- IBM Released Corp. 2013. *IBM SPSS Statistics for Windows*. Version 20.0. Armonk, NY: IBM Crop.
- Kanitz, E., Puppe, B., Tuchscherer, M., Herber, M., Viergutz, T., Tuchscherer, A. 2009. A single exposure to social isolation in domestic piglets activates behavioural arousal, neuroendocrine stress hormones, and stress-related gene expression in the brain. *Physiology and Behavior*. 98: 176-185.
- Karsch, F.J., Bittman, E.L., Foster, D.L., Goodman, R.L., Legan, S.J., Robinson, J.E. 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent Progress in Hormone Research*. 40: 185-232.
- Luna-Orozco, J.R., Fernández, I.G., Gelez, H., Delgadillo, J.A. 2008. Parity of female goats does not influence their estrous and ovulatory responses to the male effect. *Animal Reproduction Science*. 106: 352-360.
- Malpaux, B., Robinson, J.E., Wayne, N.L., Karsch, F.J. 1989. Regulation of the onset of the breeding season of the ewe: Importance of long days and of an endogenous reproductive rhythm. *Journal of Endocrinology*. 122: 269-278.
- Malpaux, B., Viguié, C., Skinner, D.C., Thiéry, J.C., Chemineau, P. 1997. Control of the circannual rhythm of reproduction by melatonin in the ewe. *Brain Research Bulletin*. 28: 431-438.

- Malpoux, B., Thiéry, J.C., Chemineau, P. 1999. Melatonin and the seasonal control of reproduction. *Reproduction Nutrition Development*. 39: 355-366.
- Martínez-Alfaro, J.C., Hernández, H., Flores, J.A., Duarte, G., Fitz-Rodríguez, G., Fernández, I.G., Bedos, M., Chemineau, P., Keller, M., Delgadillo, J.A., Vielma, J. 2014. Importance of intense male sexual behavior for inducing the preovulatory LH surge and ovulation in seasonally anovulatory female goats. *Theriogenology*. 82; 1028-1035.
- Mason L. 1981. Razas indígenas de ovinos y caprinos en América Latina. Recursos genéticos animales en América Latina: Ganado Criollo y especies de altura. FAO, 209 pp. Roma, Italia.
- Miranda-de la Lama, G.C., y Mattiello, S. 2010. The importance of social behaviour for goat welfare in livestock farming. *Small Ruminant Research*. 90: 1- 10.
- Morton, D.B., Griffiths, P.H. 1985. Guidelines on the recognition of pain, distress and discomfort in experimental animals and an hypothesis for assessment. *The Veterinary Record*. 116; 431-436.
- Murtagh, J.J., Gray, S.J., Lindsay, D.R., Oldham, C.M. 1984. The influence of the 'ram effect' in 10–11 month-old merino ewes on their subsequent performance when introduced to rams again at 15 months of age. *Animal Production in Australia*. 15: 490-493.
- Narayan, E., Parisella, S. 2017. Influences of the stress endocrine system on the reproductive endocrine axis in sheep (*Ovis, Aries*). *Italian Journal of Animal Science*.16: 640-651.
- Ponce, J.L., Velázquez, H., Duarte, G., Bedos, M., Hernández, H., Keller M., Chemineau, P., Delgadillo, J.A. 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. *Domestic Animal Endocrinology*. 48:119-125.

Price y Thos.1990. Rearing bulls with females fails to enhance sexual performance. *Applied Animal Behavior Science*. 26; 339-347.

Revel, F.G., Masson-Pévet, M., Pévet, P., Mikkelsen, J.D., Simonneaux, V. 2009. Melatonin controls seasonal breeding by a network of hypothalamic targets. *Neuroendocrinology*. 90: 1-14.

Rivas-Muñoz, R., Fitz-Rodríguez, G., Poindron, P., Malpaux, B., Delgadillo J.A. 2007. Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous or discontinuous exposure to males. *Journal Animal Science*. 85: 1257-1263.

Rosciszewskaze. 1985. The influence of earlier mating experience of ewes on their subsequent mating behaviour and reproductive performance. *Animal reproduction science*. 9: 223-229.

SADER. 2015. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. La Caprinocultura en Mexico. <https://www.gob.mx/agricultura>. Fecha de Acceso 13 de Septiembre.

SADER. 2017. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. La caprinocultura en Mexico. <https://www.gob.mx/agricultura>. Fecha de acceso 8 septiembre 2021.

SAGARPA. 2001. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. *Diario Oficial de la Federación*. Agosto 22

Saumande, J., Humblot, P. 2005. The variability in the interval between estrus and ovulation in cattle and its determinants. *Animal Reproduction Science*. 85: 171-182.

- Setchell, B.P. 1992. Domestication and reproduction. *Animal Reproduction Science*. 28: 195-202.
- Shelton, M. 1960. Influence of the presence of a male goat on the initiation of estrous cycling and ovulation of angora does. *Journal Animal Science*. 19; 368-375.
- SIAP. 2020. Poblacion caprina ganadera 2011-2020. Servicio de Informacion Agroalimentaria y Pesquera.
- [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/655389/Inventario\\_2020\\_caprino.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/655389/Inventario_2020_caprino.pdf). Fecha de acceso 21 septiembre 2021.
- Siebert, K., Langbein, J., Schon, P.C., Tuchscherer A., Puppe, B. 2011. Degree of social isolation effects behavioral and vocal response patterns in dwarf goats (*capra hircus*). *Applied Animal Behavior Science*. 131; 53-62.
- 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 Ruminant Research*. 26; 239-252.