

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



LA hCG AUMENTA LAS CONDUCTAS SEXUALES Y MEJORA LA TASA DE  
PREÑES EN OVEJAS NULIPARAS DURANTE EL EFECTO MACHO CON  
CARNEROS DORPER.

Tesis

Que presenta JOSE LUIS HERRERA GONZALEZ

como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Torreón, Coahuila

Julio 2020

RESPUESTA OVARICA Y ESTRAL EN OVEJAS DE LA RAZA DORPER MEDIANTE  
"EFECTO MACHO", UTILIZANDO CARNEROS TRATADOS CON GnRH O hCG

Tesis

Elaborada por JOSÉ LUIS HERRERA GONZÁLEZ como requisito parcial para obtener  
el grado de Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria con la supervisión y  
aprobación del Comité de Asesoría



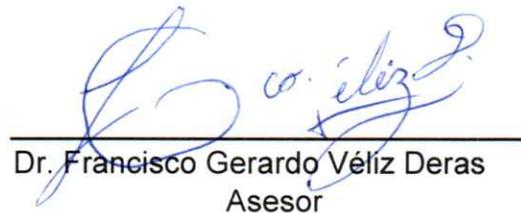
---

Dr. Carlos Leyva Orasma  
Asesor Principal



---

Dr. Juan Luis Morales Cruz  
Asesor



---

Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras  
Asesor



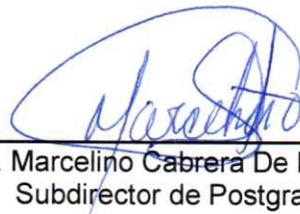
---

Dr. Oscar Angel Garcia  
Asesor



---

Dra. Leticia Romana Gaytán Alemán  
Jefe de Departamento de Postgrado



---

Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente  
Subdirector de Postgrado

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios padre:** por permitirme llegar a este punto de mi formación profesional.

**A mis padres:** Jesus Herrera Reyna y Dalila Venecia Gonzalez Rosales por su amor, consejos, cuidado, guía y ejemplo.

**A mis hermanos:** Martha Alicia, Hector Jesus y Maria Fernanda por compartir este momento tan importante de mi vida.

**A los Doctores:** Francisco Gerardo Véliz Deras, Oscar Angel Garcia, Jose Manuel Guillen Munoz y Juan Luis Morales Cruz por compartir su conocimiento y experiencia.

**A mis profesores:** por todas las aportaciones que ayudaron en mi formación.

**A mis compañeros:** Ariadna Vanessa Alvarado Espino, Jesus Guillermo Armijo Najera, Evaristo Carrillo Moreno, Luis Antonio Luna Garcia, Rafael Rodriguez Venegas por su amistad.

**A todos los amigos:** del posgrado en Ciencias en Producción Agropecuaria UAAAN, UL que tuve la oportunidad de conocer en esta etapa académica.

**A la C. Aurelia Najera Cruz:** por su apoyo en todos los trámites administrativos.

**Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT):** por la beca otorgada para la realización de los estudios de maestría.

## Índice General

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 Fisiología reproductiva en carneros.....	3
<b>2.1.1 Reposo sexual</b> .....	3
<b>2.1.2 Eje hipotálamo-hipofisis-testículo</b> .....	3
<b>2.1.3 Espermatogenesis</b> .....	6
<b>2.1.4 Comportamiento sexual</b> .....	8
<b>2.1.5 Hormona Liberadora de gonadotropinas (GnRH)</b> .....	9
<b>2.1.6 Gonadotropina coriónica humana (hCG)</b> .....	10
2.2 Fisiología reproductiva en ovejas.....	10
<b>2.2.1 Estacionalidad reproductiva</b> .....	10
<b>2.2.2 Efecto macho</b> .....	12
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	13
<b>4. RESULTADOS</b> .....	17
<b>5.- DISCUSIÓN</b> .....	21
<b>6. CONCLUSIÓN</b> .....	22
<b>7. LITERATURA CITADA</b> .....	23

## Lista de figuras

Figura 1. Eje Hipotalamo Hipofisis Gonada .....	5
Figura 2. Diagrama de la espermatogénesis .....	7
Figura 3. Diseño experimental .....	14
Figura 4. Conductas sexuales apetitivas en carneros Dorper.....	17
Figura 5. Conductas sexuales consumatorias en carneros Dorper.....	18
Figura 6. Conductas sexuales de rechazo en carneros Dorper. ....	18
Figura 7. Porcentaje acumulado de celos de las hembras sometidas a machos tratados con hCG, GnRH y GC.....	20

## RESUMEN

### **LA hCG AUMENTA LAS CONDUCTAS SEXUALES Y MEJORA LA TASA DE PREÑES EN OVEJAS NULIPARAS DURANTE EL EFECTO MACHO CON CARNEROS DORPER.**

Por:

Herrera J.L.

Para evaluar el efecto de la aplicación de Gonadotropina coriónica humana (hCG) en machos Dorper, sobre la tasa de preñez en ovejas nulíparas sometidas al efecto macho, se utilizaron 8 machos Dorper con fertilidad probada (utilizados en monta natural), divididos en dos grupos (n=4 c/u). A los machos del grupo GhC se le aplicó 300 UI de hCG (im), mientras que a los del grupo GC se les administró 1 ml de solución salina fisiológica. Los tratamientos se aplicaron cada tercer día durante 3 semanas. Así mismo, se utilizaron 22 hembras Dorper nulíparas anéstricas, con una edad de 9 meses a 1 año de edad, divididas en 2 grupos (n=11 c/u), homogéneos en cuanto a peso vivo y condición corporal. Las hembras del grupo hCG se expusieron al contacto con los carneros tratados con hCG y las del otro grupo (Control), fueron expuestas al contacto con carneros del grupo GC. Con el fin de reducir los ciclos cortos, antes de ser expuestas a los carneros, todas hembras recibieron 20 mg de progesterona vía intravulvar los días 6, 4 y 2. Se evaluaron: la respuesta estral, los primeros 5 días del periodo de estudio dos veces al día (08:00 y 17:00 h; el porcentaje de ovulaciones, determinado mediante ultrasonografía transrectal (ALOKA SD 500) 10 días después del empadre; y la tasa de preñez a los 45 días posteriores a la introducción del macho por ultrasonido transrectal (HS-2000, Honda Electrónica CO, LTD.), utilizando un transductor de 7,5 MHz. Los datos fueron analizados por ANOVA y la diferencia entre medias por ch-cuadrada. Los procedimientos estadísticos se realizaron con el programa (SYSTAT 11). No existió diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre las ovejas sometidas a los machos de los grupos GhC y GC para la respuesta estral y el porcentaje de ovulaciones (90% (10/11) vs 82% (9/11), respectivamente;  $P>0.05$ ). Por el contrario, el porcentaje de preñez fue mayor ( $P<0.05$ ) en las

hembras expuestas a los machos hCG (90% [10/11]), que en las expuestas a los machos GC (63% [7/11]). Estos hallazgos permiten concluir que el uso de machos Dorper tratados con hCG son más eficientes para mejorar la tasa de preñez en hembras nulíparas.

**Palabras clave:** *hCG, Carneros, Hembras anovulatorias.*

## ABSTRACT

### **HCG INCREASES SEXUAL BEHAVIORS AND IMPROVES THE PRICE RATE IN NULLIPARIAN SHEEP DURING THE MALE EFFECT WITH DORPER BUTTERS.**

By:  
Herrera J.L.

The aim of this study was to evaluate the possible effect of the administration of human chorionic gonadotropin (hCG) in Dorper rams upon the pregnancy rate of nulliparous ewes subjected to the male effect. Dorper rams (n=8, with proven fertility) were divided during the natural anestrus season into two experimental groups (n=4 each): The GhC-group (received 300 IU i.m. hCG), while the GC-group (received 1 mL of saline solution). Treatments were administered every three days during 3 wk. Thereafter, anestrus-nulliparous Dorper ewes (n=22, 9 mo to 1 yr old) were divided into two groups (n=11 each), homogeneous regarding body weight and body condition score. While the GhC-ewes were exposed to the hCG-Rams, the GC-ewes were exposed to the GC-Rams. In order to reduce short cycles, all the ewes from both groups received 20 mg of P4-intravulvar, on days 6, 4 and 2, prior the exposure to the treated rams (i.e. the male effect). The evaluated variables were: estrus response (ESTRUS) during the first 5 d form male exposure (08:00 and 17:00 h); ovulation percentage (OVUL) evaluated by transrectal ultrasonography (ALOKA SD 500) 10 d post-mating; and pregnancy rate (PREG) evaluated 45 d post-mating through transrectal ultrasound (HS-2000, Honda Electrónica CO, LTD.), using a 7,5 MHz. transducer. Data was analyzed by ANOVA and chi-square (SYSTAT 11 program). No differences for ESTRUS and OVUL occurred between the GhC and GC experimental groups (90% (10/11) vs 82% (9/11), respectively;  $P>0.05$ ). Nonetheless, PREG was higher ( $P<0.05$ ) in those ewes exposed to the GhC-males (90% [10/11] vs. 63% [7/11]). We conclude that Dorper males treated with hCG are more efficient at increasing the pregnancy rate of nulliparous females during the anestrus season; the last could be

important from a reproductive, productive and economic point of view to the sheep industry.

**Key words:** *hCG, rams, anovulatory sheep.*

## 1. INTRODUCCIÓN

La actividad reproductiva de los pequeños rumiantes se ve afectada por varios factores, como el fotoperiodo, la raza, la presencia del macho y la nutrición (Arroyo, 2011). La actividad reproductiva en los pequeños rumiantes (ovejas y cabras) se inicia cuando las horas luz comienzan a disminuir (Álvarez Ramírez & Quintero, 2001), lo cual ocurre durante la época de otoño-invierno. Lo anterior, es una forma de adaptación de los animales, que permite a estos la utilización de una serie de mecanismos complejos que informan al animal sobre el estado actual del ambiente, para que éstos nazcan cuando las condiciones climáticas y ambientales son las más favorables para asegurar su desarrollo y supervivencia (Arroyo, 2011; Chemineau *et al.*, 2010). En las ovejas y cabras, otro factor importante que rige los ciclos reproductivos y su expresión lo representa la presencia de compañeros con actividad sexual manifiesta, ya que la actividad reproductiva se acelera si existen machos sexualmente activos, lo que se conoce como “efecto macho” (Delgadillo *et al.*, 2009) ó hembras en estro en el rebaño, conocido como “efecto hembra” (Hawken & Martin, 2012). Según Álvarez *et al.* (2001), observándose en ovejas y cabras en anestro estacional, que la introducción de un macho sexualmente activo provoca el reinicio de la actividad reproductiva. Las variaciones fotoperiódicas dependientes de la actividad sexual están acompañadas por cambios detectables en el comportamiento sexual, el tamaño testicular (Hassanin *et al.*, 2013) y la secreción de hormonas (Roselli *et al.*, 2004). El efecto sobre las hormonas reproductivas se manifiesta principalmente al alterar la secreción de GnRH, la que a su vez promueve la liberación de las hormonas hipofisarias FSH y LH, y más tarde, la secreción de testosterona por los testículos (Polat *et al.*, 2011). Los cambios estacionales en el tamaño y la función testicular se regulan a través de las acciones de LH y FSH. La LH es esencial para el desarrollo y mantenimiento del comportamiento sexual y la libido. Sin embargo, uno de los factores más importantes que influyen en la bioestimulación es el comportamiento sexual de los machos es (Álvarez y Zarco, 2001).

La inducción y sincronización de la actividad sexual de cabras y ovejas durante el anestro estacional con la introducción de un macho requiere que los machos muestren un 80% del comportamiento sexual (Véliz et al., 2006). En efecto, los machos tratados con testosterona tienen la habilidad de inducir hasta el 93% de actividad estral en hembras anovulatorias, mientras que los machos no tratados no son capaces de inducirla (Luna-Orozco et al., 2012). Otro factor que puede afectar la respuesta de las hembras es el porcentaje de machos y hembras (Carrillo et al., 2007). Otra opción para inducir la actividad sexual de los machos durante la época de reposo sexual consiste en el tratar a los machos cabríos con T exógena vía intramuscular durante tres semanas (Luna-Orozco et al., 2012), siendo más barata en comparación con los tratamientos fotoperiódicos. Además, existen pocos estudios sobre el comportamiento sexual de los machos cabríos para ver si éste varía durante las 24 h del día, y/o si es afectado por las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad (Mellado et al., 2000). Tampoco se conoce si la administración de T mejora la calidad seminal, el número de células de Sertolí, y los niveles séricos de T.

El eje hipotálamo- hipófisis – gonada controla los patrones de regulación testicular en los machos. Esto a través de las pulsaciones del GnRH que estimulan a nivel hipofisiario la liberación de las gonadotropinas como lo son la hormona leutenizante (LH) y folículo estimulante (FSH). Las cuales actúan sobre las células testiculares (Leydin y Sertoli) para regular la función testicular (Sengupta et al., 2019). En este sentido, la hCG y GnRH han adquirido gran importancia ya que tienen gran importancia por su efecto tanto en hembras como en machos en la regulación reproductiva en ambos sexos en seres humanos (Berger et al., 2007). Sin embargo, la hCG se ha ido introduciendo dentro del manejo reproductivo en diferentes especies, por ejemplo, acuícolas (Guzmán et al., 2011) y ovinos (Shore et al., 2003). Mientras la GnRH, ha sido usada como precursor de la pubertad y como estimulador en la producción de LH y un efecto sobre la conducta (Hough et al., 2019). El objetivo de este estudio fue evaluar el uso de la Gonadotropina coriónica humana (hCG) sobre la conducta sexual de carneros Dorper y sobre la tasa de preñez en ovejas nulíparas sometidas al efecto macho.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Fisiología reproductiva en carneros**

#### **2.1.1 Reposo sexual**

Las razas de carneros en su gran mayoría son estacionales y muestran mayor libido durante los días cortos, esto coincide con el reinicio de la actividad ovárica en la hembra (Perkins & Roselli, 2007). Dicho fenómeno se conoce como estacionalidad reproductiva el cual se regula por el fotoperiodo y los cambios en la longitud del día, puede ser modificado por otros factores como la temperatura, la nutrición, el contacto con animales del otro sexo (Rosa & Bryant, 2003).

La sensibilidad del carnero al fotoperíodo no es tan marcada como en la oveja. A diferencia de las ovejas que sólo producen óvulos durante cierta época del año, los carneros producen espermatozoides de manera continua. Sin embargo, la eficiencia reproductiva varía a lo largo del año, coincidiendo la época cíclica de las ovejas con el mejor desempeño reproductivo de los carneros (Simonetti et al., 2014)

La influencia del fotoperiodo sobre la secreción de GnRH se refleja en los cambios circanales en la liberación de LH. En los reproductores de días cortos la estimulación máxima de los testículos se da en invierno cuando la concentración plasmática de LH aumenta de 5 a 14 veces, esto debido a un aumento en la frecuencia del pulso de LH (Gerlach & Aurich, 2000).

#### **2.1.2 Eje hipotálamo-hipofisis-testículo**

El eje hipotálamo-hipofisario está constituido por neuronas neurosecretoras localizadas en el hipotálamo, la glándula hipófisis o pituitaria y las glándulas y órganos blancos que se encuentran bajo su control. Debido a su

estructura y función, este eje representa la conexión entre el sistema nervioso y el sistema endocrino (Brito Capallejas, 2009).

El hipotálamo segrega pulsos sincronizados de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) como iniciador central de la cascada hormonal reproductiva desde la difusa red organizada de terminaciones nerviosas neuronales. La GnRH estimula el la biosíntesis y la secreción de las hormonas gonadotropicas, LH, y FSH por la hipofisis anterior que a su vez regulan la producción de gametos y hormonas gonadales como una clave reguladora de las funciones reproductivas (Chedrese, 2009)

La testosterona secretada por los testículos en respuesta a la LH tiene el efecto recíproco de inhibir la secreción hipofisaria de LH. Es probable que la mayor parte de esta inhibición sea consecuencia de un efecto directo de la testosterona sobre el hipotálamo, con inhibición de la secreción de GnRH. Este efecto, a su vez, reduce la liberación de LH y FSH por la adenohipófisis y la liberación de LH disminuye la secreción de testosterona por los testículos. Por tanto, cuando la secreción de testosterona es excesiva, este efecto automático de retroalimentación negativa, que opera a través del hipotálamo y la adenohipófisis, hace que disminuya su producción hasta valores basales (Guyton & Hall, 2016)

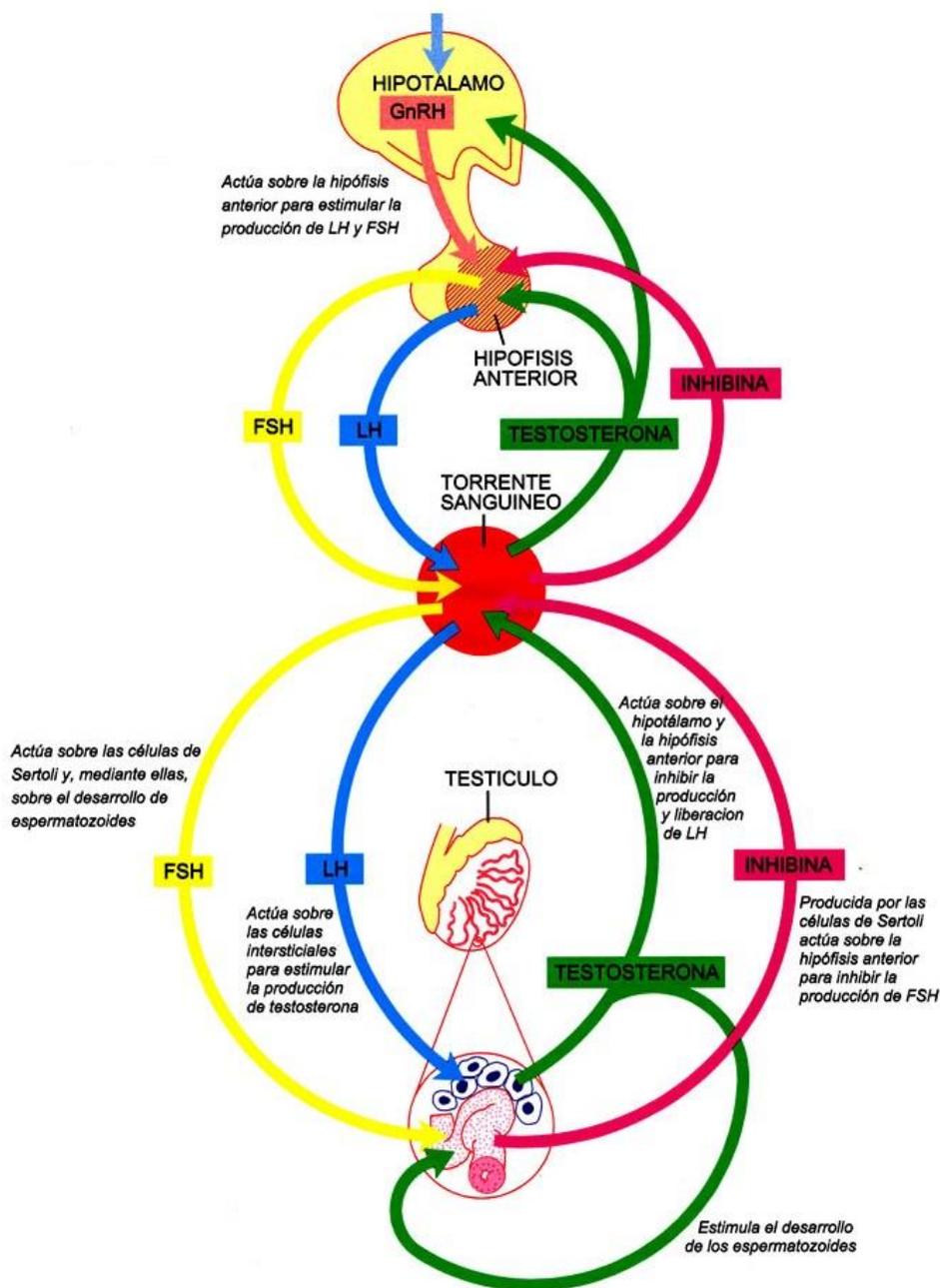


Figura 1. Eje Hipotálamo Hipófisis Gonada

Las dos gonadotropinas, FSH y LH tienen una acción directa sobre los testículos, aunque sus células diana son muy diferentes. La FSH actúa sobre las células de Sertoli para que liberen la proteína ligadora de andrógenos y la inhibina, que, a su vez, controla la liberación de la propia FSH. Por otra parte, la LH tiene como papel fisiológico estimular la síntesis de testosterona, que directamente regula el desarrollo de los espermatozoides y proporciona los caracteres sexuales característicos del macho. Modificado de Milla A. y Redondo P. 2002.

### 2.1.3 Espermatogenesis

La espermatogénesis en el carnero demanda unos 63 días, resultante de sumar 49 días para formar espermatozoides y 14 días para la maduración espermática en epidídimo.

El eyaculado del carnero presenta las siguientes características:

- Es una fracción simple, es decir única.
- Su color es blanco-lechoso a cremoso pálido.
- Tiene un pH que ronda 6,7 a 6,9.
- Su volumen es bajo: en promedio valores entre 0,8 y 1,5 ml.
- Tiene una alta concentración de células espermáticas: en promedio entre 2.000 millones y 6.000 millones de espermatozoides/ml de eyaculado.
- Tiene un alto porcentaje de espermatozoides móviles: 95%.

La espermatogénesis es el proceso fisiológico encargado de producir gametos masculinos con la mitad de los cromosomas (haploide) a partir de células germinales diploides y ocurre en el túbulo seminífero (*Tubuli seminiferi*). Consiste en la suma de todas las transformaciones celulares que ocurren a las células germinales en desarrollo, para llegar a producir espermatozoides (Matamoros y Salinas, 2017). En las células de Sertoli se encuentran los receptores para la hormona estimulante del folículo (FSH) y la testosterona, que son los principales reguladores hormonales del espermatogénesis (Nikolaos et al., 2008).

El espermatozoide aporta el 50% de la información genética del individuo, por lo cual, los eventos físicos y fisiológicos involucrados en el proceso de espermatogénesis son importantes; así como, las variaciones a través del tiempo, del diámetro y desarrollo testicular y producción seminal, que tienen

estrecha relación con la eficiencia reproductiva y están asociados a otros factores, tales como el fotoperiodo (época reproductiva contra época de anestro estacional), la nutrición (balance energético) y la raza (Arellano et al., 2016).

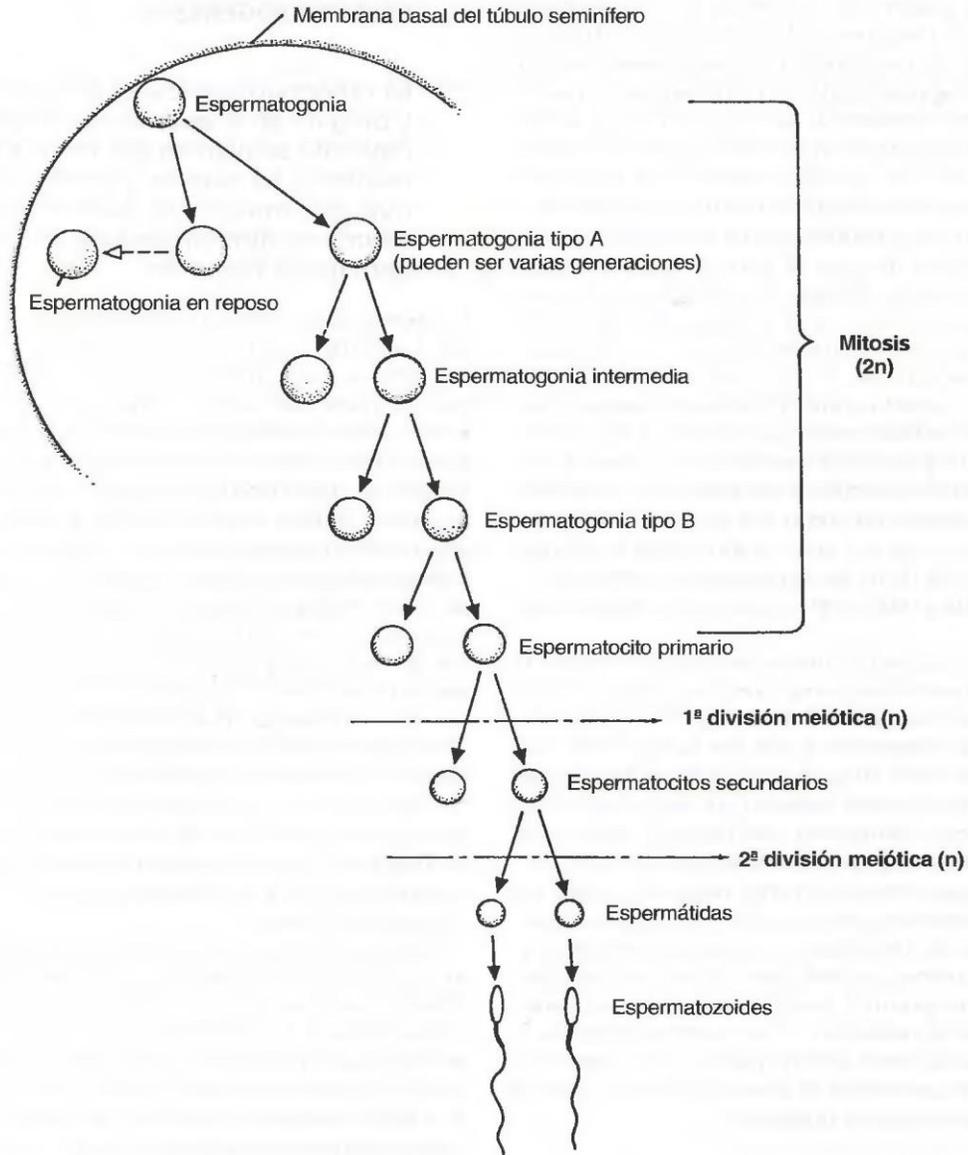


Figura 2. Diagrama de la espermatogénesis

(De McDonald LE, Pineda MH; Veterinary Endocrinology and Reproduction. Filadelfia: Lea & Febiger, 1989)

### 2.1.4 Comportamiento sexual

Los carneros son en general reproductores estacionales que muestran una libido muy alta durante los días cortos (Sarlós et al., 2013). Requieren un umbral en la concentración de testosterona para adquirir y manifestar la conducta sexual. Los estrógenos, provenientes de la testosterona circulante, son de gran importancia para mantenimiento de esta conducta (Perkins & Roselli, 2007).

En carneros la actividad reproductiva se afecta por una serie de factores, en los que se pueden incluir al fotoperiodo, la nutrición, la raza, la población, el rebaño, y las señales sociosexuales (Constantin et al., 2010).

Las pautas de comportamiento sexual desarrolladas frente a ovejas en celo ellas abarcan todas o algunas de las siguientes: olfateo, especialmente de la zona perivulvar; “reflejo de Flehmen”, consistente en aspirar el aire circundante con levantamiento del labio superior; roces, topadas y manoteos; saltos exploratorios previos al salto efectivo; finalmente, el salto eyaculatorio, de muy breve duración, caracterizado por el “golpe de riñón”. El cortejo es más evidente en condiciones extensivas y en machos con experiencia sexual previa (Simonetti et al., 2014).

El comportamiento sexual se compone de una fase apetitiva y otra de consumación. La fase apetitiva incluye la búsqueda de la pareja. En esta fase el macho intentará montarla y la hembra lo permitirá, actividad también llamada proceptiva en las hembras. La fase de consumación permite que el apareamiento tenga lugar y comprende los cambios de postura, tales como la inmovilidad activa en la hembra, expresión de “receptividad” femenina, mientras que el macho la monta y copula con ella (Espinosa, 2017).

En condiciones extensivas, algunos investigadores han encontrado un patrón diurno en el comportamiento sexual, observando que la mayoría de las cópulas suceden en picos, temprano por la mañana y tarde por la tarde, con poca actividad nocturna y casi nula entre las 23:00 y las 03:00 horas (Orihuela, 2014).

el comportamiento de cópula es el resultado de varias unidades conductuales que abarcan la identificación de la hembra, el cortejo y la eyaculación. Este comportamiento puede verse afectado por condiciones ambientales como la dominancia o la presencia de hembras en celo entre otros. Factores que es necesario conocer por su aplicabilidad en la reproducción controlada de los ovinos, y de esa manera tener la opción de diseñar técnicas de manejo que permitan utilizar al máximo las ventajas reproductivas que puede ofrecer un semental (Orihuela, 2014).

### **2.1.5 Hormona Liberadora de gonadotropinas (GnRH)**

La GnRH es un decapeptido sintetizado en el núcleo arcuato, supraquiasmático y en el área preóptica del hipotálamo. Esta hormona actúa esencialmente en las células de la glándula hipofisis llamadas gonadotrofos, donde existen receptores específicos para esta hormona, los cuales son responsables de la síntesis y la liberación de las gonadotropinas (Ruckebush *et al.*, 1994).

Por otro lado, estudios recientes han demostrado que, en relación con los cambios dinámicos en la secreción de GnRH desde el hipotálamo, las interacciones paracrinas dentro de la adenohipófisis también juegan un papel importante en la regulación de la fertilidad durante el ciclo reproductivo (Tortonese, 2016).

La adenohipofisis secreta seis hormonas peptídicas con funciones bien definidas. Estas incluyen hormonas que controlan la función endocrina de la corteza adrenal, la tiroides, gonadas, así como también la prolactina y la hormona del crecimiento (Melmed *et al.*, 2015).

### **2.1.6 Gonadotropina coriónica humana (hCG)**

La hormona gonadotropina coriónica humana, coriogonadotropina o gonadotropina coriónica humana (hCG) es una proteína sintetizada principalmente por los tejidos embrionarios; está constituida por 2 cadenas de aminoácidos denominadas alfa ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ ), unidas no covalentemente por un puente sulfidrilo, que si se separan pierden su actividad biológica; es decir, que ninguna tiene actividad por sí misma, pero la recuperan cuando se recombinan. La subunidad  $\alpha$  es común a otras hormonas como la hormona luteinizante (LH), la estimulante del folículo (FSH), la tirotrófina hipofisaria (TSH); mientras que la  $\beta$  es diferente a cada otra hormona y es quien le confiere la especificidad. Su peso molecular había sido calculado entre 36 000 a 40 000 (Jaffe, 1978)

La eCG es una hormona glucoproteíca, sintetizada y secretada por las células del trofoblasto entre los 40 y 130 días de gestación en la yegua

Posee funciones tanto de LH como de FSH y su vida media es de 60 h en la oveja a seis días en la yegua por lo cual, ha sido utilizada en los tratamientos de estimulación folicular en diversas especies, entre ellas la cabra (Roy et al., 1999).

## **2.2 Fisiología reproductiva en ovejas**

### **2.2.1 Estacionalidad reproductiva**

La estacionalidad es un mecanismo de adaptación desarrollado por algunos mamíferos silvestres como estrategia para minimizar el impacto negativo del ambiente (temperatura, humedad y disponibilidad de alimento) en la supervivencia de las crías (Arroyo, 2011). La estacionalidad reproductiva existe en todas las latitudes, incluso en los trópicos y permite a los mamíferos reproducirse en un momento determinado del año (Bronson, 2009). los ovinos de

origen mediterráneo o ecuatorial, expresan estacionalidad reproductiva reducida y en ocasiones inexistente (Valencia *et al.*, 2006; Arroyo *et al.*, 2007).

La mayoría de las razas ovinas en las zonas templadas manifiestan un período de actividad sexual caracterizado por la presencia de ciclos estrales consecutivos, y otro con ausencia de los mismos. Estos dos períodos están regulados básicamente por la variación del fotoperíodo a lo largo del año, aunque existe evidencia de otro tipo de control interno o biorritmo anual o circanual. La manifestación de los estros se da a medida que se acortan los días, para suspenderse cuando estos se alargan, por lo cual las estaciones de mayor actividad reproductiva corresponden al otoño e invierno (de Lucas *et al.*, 1997).

El origen de la raza determina el comportamiento reproductivo estacional; por lo tanto, las razas originarias de las latitudes altas ( $> 35^{\circ}$ ) presentan una marcada estacionalidad reproductiva (Arroyo, 2011).

La regulación fotoperiódica de la estacionalidad en los ovinos domésticos, establece que la información de los días largos de primavera sincronizaría el ritmo endógeno de la reproducción dando inicio a la estación reproductiva en otoño (Malpaux *et al.* 1996); mientras que los días cortos de invierno serían la señal reguladora de la duración normal del periodo reproductivo (Malpaux and Karsch 1990).

En machos, se ha observado que el volumen, el peso testicular, la actividad espermatogénica y la secreción de testosterona, disminuyen durante los períodos de inactividad sexual y alcanzan los máximos valores coincidiendo con la estación reproductiva de las hembras. En especies salvajes la estacionalidad reproductiva se refleja en cambios anuales del tamaño testicular y de la secreción de testosterona, que a su vez están íntimamente relacionados con los cambios circanuales del crecimiento y desmogue de la cuerna, y con las

variaciones estacionales de los parámetros de calidad espermática (Santiago-Moreno et al. 2006)

### **2.2.2 Efecto macho**

El efecto macho es una biotecnología reproductiva desarrollada para inducir y sincronizar los estros e ovejas estacionales durante la época de anestro. Sin embargo, en temporada de reproducción la presencia del macho en el grupo de ovejas bajo empadre puede modificar la fisiología y el comportamiento estral de la hembra durante este periodo (Delgadillo *et al.*, 2009) En cabras y ovejas, la exposición a los machos induce la secreción de LH en los primeros 15 minutos, pero la estimulación para la ovulación requiere un mayor tiempo de contacto entre los sexos (Vielma *et al.*, 2009). Si bien, el efecto macho ha sido ampliamente estudiado en ovejas bajo anestro estacional, su aplicación en ovejas cíclicas ha sido poco atendido, y más aún en ovinos de pelo de zonas tropicales. (Arroyo, 2016)

La respuesta de las ovejas a la introducción de los carneros (efecto macho), es un incremento en la frecuencia de secreción de los pulsos LH, este incremento se mantiene por al menos 12 horas, sin embargo los pulsos disminuyen después de 2 horas. Dicha respuesta depende de la condición corporal de la oveja, del carnero, de la libido y la proporción macho-hembras. La actividad reproductiva de los machos parece ser el factor limitante que determina la respuesta de las hembras al efecto macho (Flores et al., 2000)

La introducción de carneros a corrales de ovejas en estro puede incrementar los niveles de LH en estos y consecuentemente, la secreción de testosterona lo que afecta positivamente la producción de feromonas y la calidad del “efecto macho” (knight et al., 1998)

El efecto macho puede por ejemplo utilizarse para manejar el restablecimiento de la actividad reproductiva durante los periodos de anestro (estacional y posparto) e inducir la ovulación en hembras prepúberes (Arellano, 2013).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### *General*

Todos el manejo y mantenimiento de los animales usados en este estudio fueron acorde a la guía de uso ético, y de animales para investigación (FASS, 2010), nacional (NAM, 2002) e institucional, con numero de referencia UAAAN/UL/1330-8241-2868.

#### *Localización, condiciones medioambientales y manejo de los animales*

El presente estudio se realizó del día 19 de octubre del 2019 al día 19 de enero del 2020 en Matamoros, Coahuila, México en las coordenadas 103°13'49" longitud oeste y 25° 31'41" latitud norte, a una altura de 1,115 msnm. El área se caracteriza por un clima muy seco, con una temperatura que oscila entre los 14 – 22 °C, con un promedio anual de 23.1 °C y una precipitación pluvial de 100 - 400 mm anuales. El promedio máximo de temperatura es de 41 °C en mayo y Junio y mas bajas (-3 °C) durante Diciembre y Enero. El rango de humedad relativa va de un rango de 26% a 61% y las variaciones de luz son de 13 h 41 min durante el solsticio de primavera (junio) a 10 h 19 min durante el solsticio de invierno (diciembre). Todos los animales fueron alimentados dos veces al día (1000 y 1800 h) con sobrante de ganado lechero (17% PC y 1.5 EM), además de tener libre acceso a sales minerales y agua *ad libitum*. La vacunación y la desparasitación fueron raizados tres semanas antes del estudio de acuerdo con el manejo rutinario del hato.

#### *Diseño experimental*

Un primer estudio tuvo como objetivo evaluar el uso de la Gonadotropina coriónica humana (hCG) y GnRH sobre la conducta sexual de carneros Dorper. Se seleccionaron 12 machos de la raza Dorper, de 2 -4 años, con fertilidad probada (utilizados en monta natural), que fueron divididos en tres grupos (n=4 c/u) homogéneos en cuanto a peso y condición corporal (Jefferies, 1961; Kenyon et al., 2014; basados en una escala de 0 = emaciado a 5 = muy gordo). A un primer grupo de machos, (GnRH) se le aplicaron 100 µg de de acetato de

Gonadorelina vía intramuscular (im), al segundo grupo, (hCG) se le aplicaron 300 UI de hCG via im (Chorulon, Intervet International BV), A los machos del grupo GhC se le aplicó 300 UI de hCG (im), mientras que a los del grupo GC se les administró 1 ml de solución salina fisiológica. Los tratamientos se aplicaron cada tercer día durante 3 semanas. Figura 1.

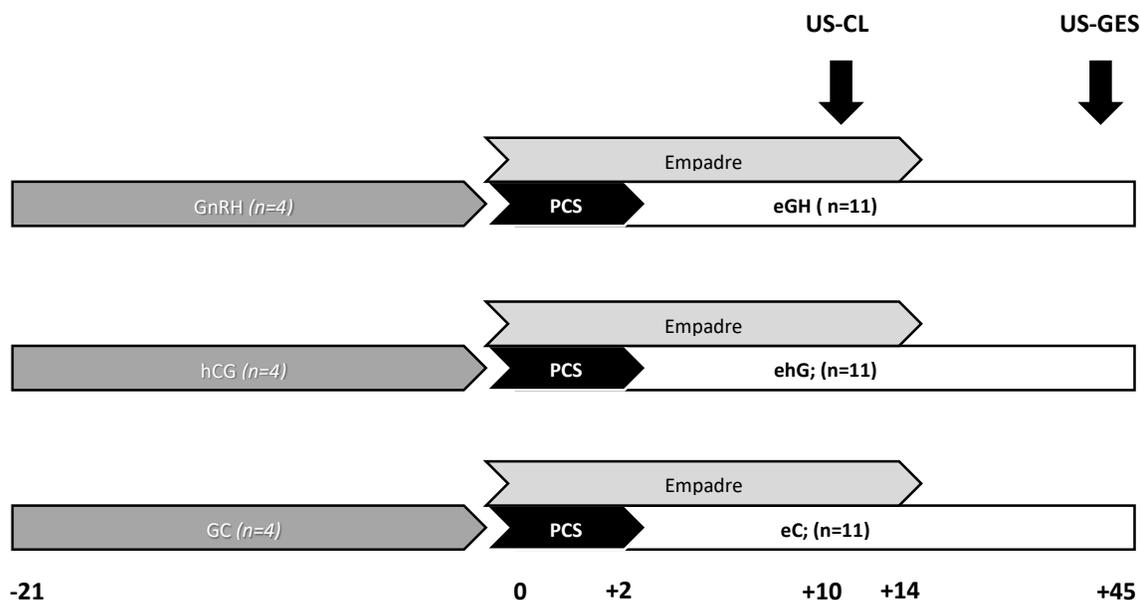


Figura 3. Diseño experimental

GnRH = Machos Dorper tratados con 100 µg de de acetato de Gonadorelina (im), hCG = Machos Dorper tratados con 300 UI de hCG (im) y GC = Machos Dorper tratados con 1 ml de solución salina (im), bajo las variaciones de fotoperiodo natural a 26 °N. eGH = hembras sometidas a machos tratados con GnRH, ehG = hembras sometidas a machos tratados con hCG y eC = hembras sometidas a machos tratados con solución salina. La detección de estos fue realizada dos veces al día durante 15 min (0800 y 1800h; barra gris claro). La conducta sexual (PCS) de los machos fue realizada durante dos días consecutivos (entre las 0900 y 1100 h: barra negra). US-CL = determino la presencia y numero de cuerpos luteos 10 días después de la introducción de los machos; US-GES = evaluación de la gestación 45 días después de la introducción de os machos.

Un segundo estudio tuvo como objetivo determinar la respuesta reproductiva en ovejas nulíparas sometidas al efecto macho. Se utilizaron 33 hembras Dorper

nulíparas anéstricas, con una edad de 9 meses a 1 año de edad, divididas en 2 grupos (n=11 c/u), homogéneos en cuanto a peso vivo ( $36\pm 8$  Kg) y condición corporal ( $2.2. \pm 3$ ). Las hembras del grupo ehG se expusieron al contacto con los carneros tratados con hCG, las hembras del grupo eGH con los carneros tratados con GnRH y las del otro grupo (eC), fueron expuestas al contacto con carneros del grupo GC. Con el fin de reducir los ciclos cortos, antes de ser expuestas a los carneros, todas hembras recibieron 20 mg de progesterona vía intravulvar los días 6, 4 y 2.

#### *Comportamiento sexual: experimento 1*

El día posterior al término de los tratamientos, se realizó una prueba de comportamiento sexual, en la cual, los machos fueron expuestos a una hembra estrogenizada durante dos horas. Todas las observaciones fueron monitoreadas entre las 0900 y las 1100 h por técnicos calificados fuera de los corrales de empadre (6 X 5 m) a una distancia aproximada de 2 m. Las conductas sexuales evaluadas fueron: 1) comportamiento sexual apetitivo (CSA) considerando el número de conductas de Flemen, Olfateo genital, Aproximaciones, Pataleo, Vocalización y Desenvaine del pene. 2) comportamiento sexual consumatorio (CSC) considerando los Intento de monta, Monta y Monta con eyaculación. 3) Conductas de rechazo (CR), incluyeron otras actividades como aislamiento, distracciones y conductas de agresión.

#### *Conducta estral y tasa de gestaciones: experimento2*

La respuesta estral, fue determinado los primeros 5 días del periodo de estudio dos veces al día (08:00 y 17:00 h). las hembras en estro fueron definidas como las ovejas que aceptaban ser montadas por el macho (Santos-Jiménez et al., 2020). y la tasa de preñez a los 45 días posteriores a la introducción del macho por ultrasonido transrectal (HS-2000, Honda Electrónica CO, LTD.), utilizando un transductor de 7,5 MHz. Donde se determinó como hembra gestante las que presentaban estructuras o sacos anecoicos con la presencia de plasentomas los cuales con signos característicos de gestaciones.

*Numero de cuerpos luteos y ovulación: experimento 2*

El porcentaje y numero de cuarpos luteos fue determinado mediante ultrasonografía transrectal (ALOKA SD 500) 10 días después del empadre. Donde se determinó la presencia de estructuras grisáceas en el ovario de acuerdo con lo descrito por Viñoles et al., 2009.

*Análisis estadísticos*

Los datos de conductas sexuales fueron analizados usando un procedimiento de modelo lineal general por repetición de medias usando el programa SYSTAT 12.0. Se uso una Chi-cuadrada para determinar el efecto de los tratamientos sobre la ocurrencia de estros, tasa ovulatoria, tasa de gestaciones. La tasa ovulatoria fue analizada usando un diseño completamente al azar. Donde la significancia fue mediante diferencia significativa de medias (LSD). Diferencias de  $P < 0.05$  fue considerada significativa.

## 4. RESULTADOS

### Experimento 1

Los datos relacionados a la conducta sexual apetitiva (CSA) se muestran en la figura 2. En el CSA, el grupo hCG mostró un mayor porcentaje de conductas con respecto al GC y GnRH (42.9% [495] vs 28.5% [330] y 28.4% [329];  $P > 0.05$ , respectivamente). Sin embargo, ya específicamente en las conductas tanto de olfateos corporales y aproximaciones los grupos hCG y GC mostraron un número mayor de conductas con respecto al GnRH ( $P < 0.05$ ). En cuanto a flehmen el hCG fue mayor que el GC y GnRH ( $P < 0.05$ ).

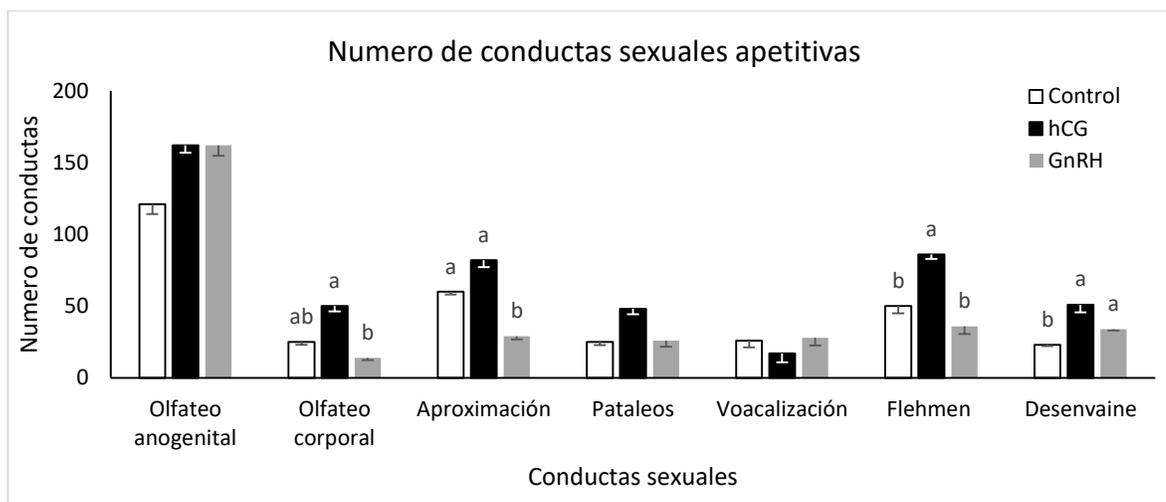


Figura 4. Conductas sexuales apetitivas en carneros Dorper.

a,b, diferentes indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).

Mientras que, con relación al número total de CSC, no se observó diferencia estadística entre los tres grupos (hCG [28], GC [18] y GnRH [28];  $P < 0.05$ ). En cuanto a las montas con desenvaine tanto el hCG como el fueron mayores que el GC ( $P < 0.05$ ; figura 3).

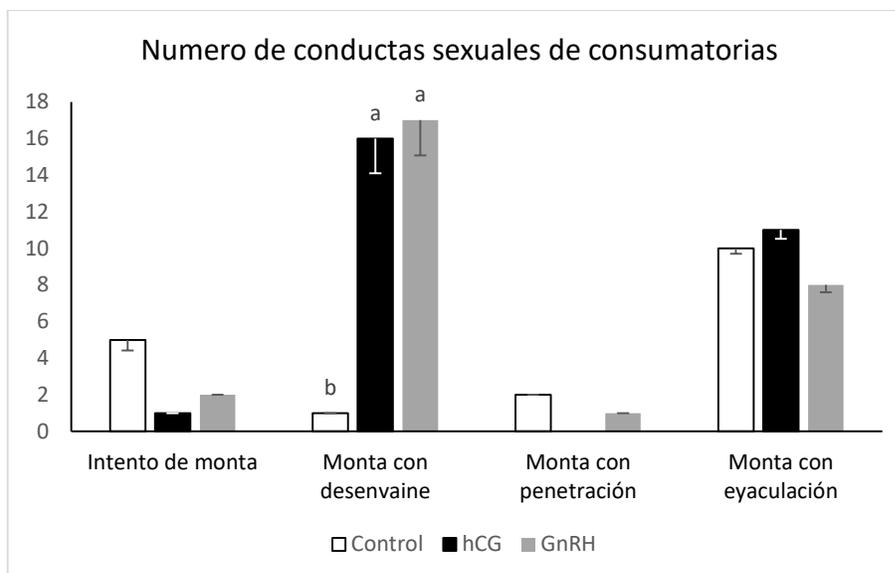


Figura 5. Conductas sexuales consumatorias en carneros Dorper.

a,b, direnetes indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).

Finalmente, referente a las conductas sexuales de rechazo de manera general se puede observar que el GnRH fue mayor mostrando un 95% de las conductas sexuales con respecto al GC y hCG ( $P < 0.05$ ; figura 4).

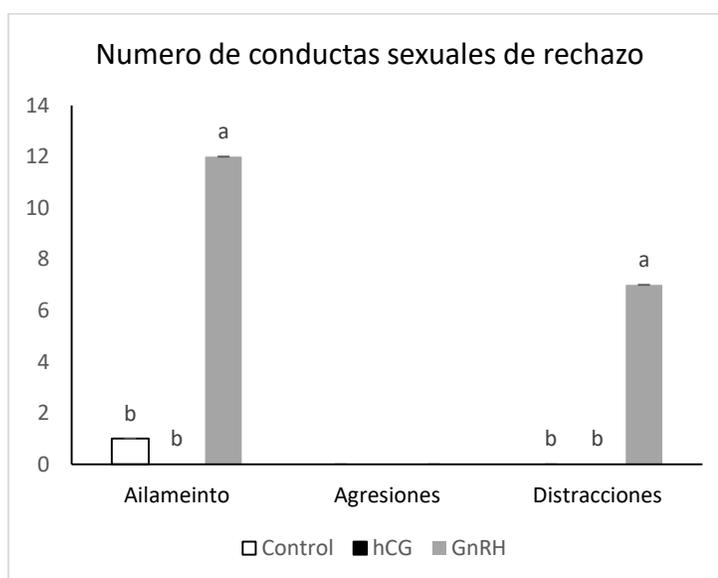


Figura 6. Conductas sexuales de rechazo en carneros Dorper.

a,b, direnetes indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).

### Experimento 2

Los datos de respuesta reproductiva en ovejas nulíparas expuestas a los machos tratados se muestran en la tabla 1. En general, no existió diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre las ovejas sometidas a los machos de los grupos ehG, eC y eGH para la respuesta estral y el porcentaje de ovulaciones (90% (10/11), 82% (9/11) y 82% (9/11) respectivamente;  $P>0.05$ ). Por el contrario, el porcentaje de preñez fue mayor ( $P<0.05$ ) en las hembras expuestas a los machos hCG (90% [10/11]), que en las expuestas a los machos GC (63% [7/11]; tabla 1). En cuanto al porcentaje acumulado de hembras sometidas al efecto macho con los machos de los tres grupos de machos no existió diferencia entre las hembras sometidas a estos machos ( $P>0.05$ ; figura 4).

Tabla 1. Respuesta reproductiva de ovejas sometidas a efecto macho con los machos tratados con hCG, GnRH y GC.

	eC	ehG	eGH
<b>Estro (%)</b>	81.8% (9/11)	90% (10/11)	90% (10/11)
<b>Ovulación (%)</b>	81.8% (9/11)	90% (10/11)	90% (10/11)
<b>Cuerpos lúteos(n)</b>	1.7±0.2	1.4±0.2	1.7±0.2
<b>Preñez (%)</b>	45.5% (5/11) <sup>b</sup>	90% (10/11) <sup>a</sup>	63% (7/11) <sup>ab</sup>

a,b, en la misma fila difieren estadísticamente ( $P<0.05$ )

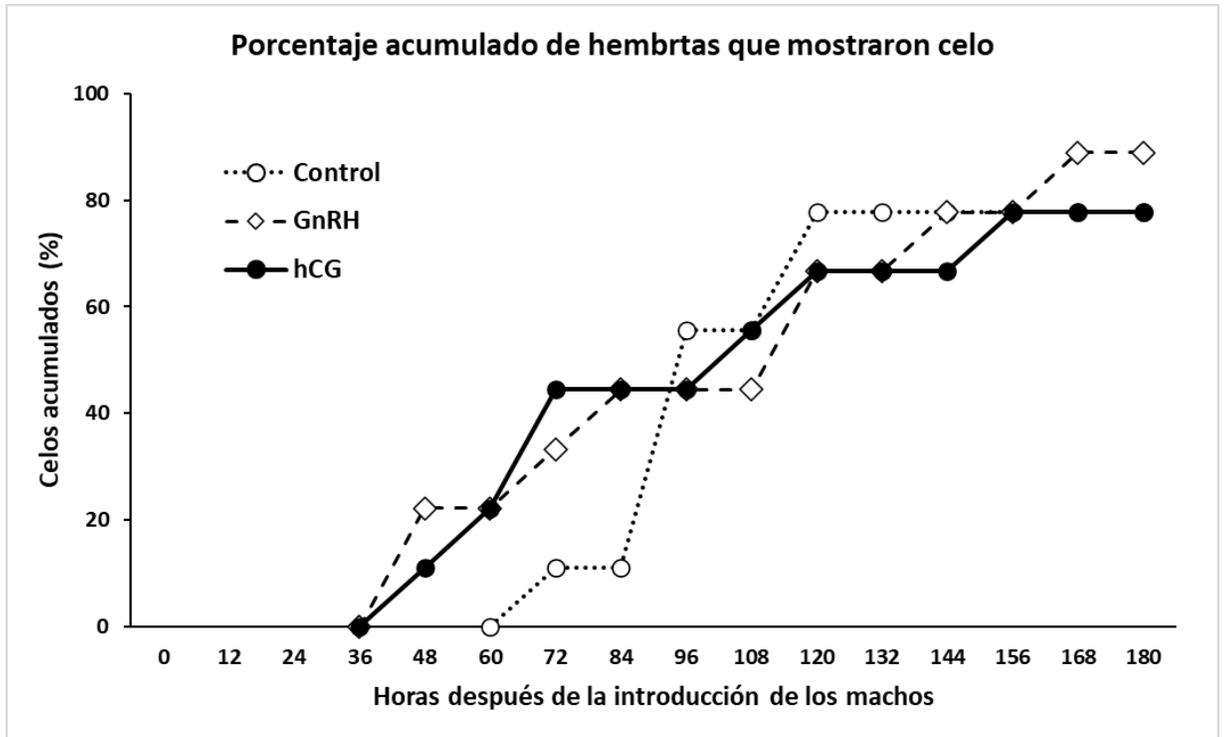


Figura 7. Porcentaje acumulado de celos de las hembras sometidas a machos tratados con hCG, GnRH y GC.

## 5.- DISCUSIÓN

El presente estudio mostro un mayor número de conductas sexuales de olfateos corporales, aproximaciones, flhemen y montas con deservaine en los machos tratados con GnRH y hCG. En estos últimos machos puede deberse a que la hCG pudiera estimular la hormona luteinizante (LH) la cual se a observado incrementa los niveles de testosterona tanto en toros como borregos (Shore et al., 2003), lo que está relacionado directamente sobre la conducta de estos carneros. Se ha descrito, que las LH estimula las células de Leydin (Sengupta y Dutta, 2019) encargadas de producir testosterona y esta hormona a estado relacionada con el aumento de las conductas sexuales y libido en esta especie (Calderon-Leyva et al., 2017). Sin embargo, la respuesta tan elevada de los carneros del GC lo podemos relacionar a que para las pruebas de conductas sexuales se utilizo una hembra estrogenizada y esto fue suficiente para estimular una conducta sexual.

Por otra parte, las hembras durante el efecto macho, en los tres grupos mostraron arriba del 80% de respuesta estral y ovulaciones lo cual podemos relacionarlo a la conducta mostrada por los machos de los grupos hCG, GnRH y GC que fueron suficientes para estimularlas y en conjunto con un factor feromonal que mejoro esta bioestimulación (Baum et al., 2013). Otro hallazgo importante fue que la tasa de preñes fue del 90% en las hembras sometidas a los carneros tratados con hCG (ehG) y un 63% en las hembras (eGH) con machos con GnRH. Lo que nos indica que aun cuando lo machos sean capaces de estimular sexualmente, la calidad seminal juega un factor fundamental en lo referente a preñeces. En este sentido, en humanos se ha demostrado que la hCG tiene importantes funciones como modulador en la fertilidad, lo cual probablemente puede estar relacionado con la tasa de preñes en nuestro estudio (Berger et al., 2007). Este mecanismo no es exclusivo en mamíferos ya que Guzman et al. (2011), mencionan que la hCG incrementa los niveles de testosterona plasmática en *Solea senegalensis*, lo cual se lo han relacionado a que actúa a nivel gonadal estimulando la espermatogénesis en varias especies de peces. Por otra parte, porque los machos tratados con GnRH tuvieron una menor tasa de preñeces comparados

con los tratados con hCG. Esto lo estamos atribuyendo que un pulso de GnRH va relacionado a la secreción de gonadotropinas FSH y LH (Bliss et al., 2010). Con la GnRH exógena hay un pico mayor a diferencia del producido por vía endógena. Sin embargo, la duración del pico de LH es menor en el GnRH administrando por vía exógena, que la producida por vía endógena (Wiltbank y Haughian, 2003). Al aplicar el análogo (acetato de Gonadorelina) no fue suficiente para estimular una respuesta probablemente a que se aplico cada 48h lo cual la vida media es de 4h según lo reportado por Souza et al. (2009) en bovinos. Lo que nos podría indicar que no se alcancen a mantener niveles adecuados que pudieran mejorar la calidad del semen. Por ejemplo, Bacetti et al. (1997) mencionan que la administración de hCG combinada con FSH mejora el semen en humanos.

## **6. CONCLUSIÓN**

Estos resultados permiten inferir que la administración de hCG en carneros Dorper es una alternativa eficaz para mejorar las conductas sexuales, y mejorar la tasa de preñez en ovejas nulíparas por lo que puede considerarse una herramienta útil para este tipo de sistemas productivos.

## 7. LITERATURA CITADA

- Alvarez, L. Á., & Quintero, L. A. (2001). Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Veterinaria México*, 32(2), 117-129.
- Alvarez, L., Ramos, A. L., & Zarco, L. (2009). The ovulatory and LH responses to the male effect in dominant and subordinate goats. *Small ruminant research*, 83(1-3), 29-33.
- Arroyo, J. (2011). Estacionalidad reproductiva de la oveja en México. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(3), 829-845.
- Arroyo, J. (2011). Estacionalidad reproductiva de la oveja en México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(3), 829–845.
- Baccetti, B., E. Strehler, S. Capitani, G. Colloodel, M. De Santo, E. Moretti, P. Piomboni, R. Wiedeman, K. Sterzik, (1997) The effect of follicle stimulating hormone therapy on human sperm structure (Notulae seminologicae II), *Hum. Reprod.* 12 1955–1968.
- Baum, M. J., & Bakker, J. (2013). Roles of sex and gonadal steroids in mammalian pheromonal communication. *Frontiers in neuroendocrinology*, 34(4), 268-284.
- Berger, P., Gruschwitz, M., Spoetl, G., Dirnhofer, S., Madersbacher, S., Gerth, R., ... & Sampson, N. (2007). Human chorionic gonadotropin (hCG) in the male reproductive tract. *Molecular and cellular endocrinology*, 260, 190-196.
- Bliss, S. P., Navratil, A. M., Xie, J., & Roberson, M. S. (2010). GnRH signaling, the gonadotrope and endocrine control of fertility. *Frontiers in neuroendocrinology*, 31(3), 322-340.
- Brito Capallejas, R. (2009). *Fisiología de la reproducción animal* (Segunda ed). Editorial Félix Varela,.
- Calderón-Leyva, G., Meza-Herrera, C. A., Rodríguez-Martínez, R., Ángel-García, O., Rivas-Muñoz, R., Delgado-Bermejo, J. V., & Véliz-Deras, F. G. (2018). Influence of sexual behavior of Dorper rams treated with glutamate and/or

- testosterone on reproductive performance of anovulatory ewes. *Theriogenology*, 106, 79-86.
- Chemineau, P., Bodin, L., Migaud, M., Thiéry, J. C., & Malpoux, B. (2010). Neuroendocrine and genetic control of seasonal reproduction in sheep and goats. *Reproduction in Domestic Animals*, 45(SUPPL. 3), 42–49. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2010.01661.x>
- Constantin, P., Ioan, G., Răzvan, R. R., & Gherasim, N. (2010). On the influence of certain natural factors on the sperm quality and sexual behaviour of rams. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 65(5), 717–720. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1080843>
- 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(2), 304-314.
- FASS, 2010. Guide for the care and use of agricultural animals in agricultural research and teaching. 3<sup>rd</sup> Edition, Federation Animal Science Society, Champaign, IL, USA, 177 p.
- Gerardo, F., Alfredo, J., & Alberto, J. (2007). El decremento en la proporción macho-hembras no disminuye la capacidad para inducir la actividad estral de cabras anovulatorias. *Técnica Pecuaria en México*, 45(3), 319–328. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v45i3.1767>
- Gerlach, T., & Aurich, J. E. (2000). Regulation of seasonal reproductive activity in the stallion, ram and hamster. *Animal Reproduction Science*, 58(3–4), 197–213. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(99\)00093-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(99)00093-7)
- Guyton & Hall. (2016). Funciones reproductoras y hormonales masculinas. En *Tratado de fisiología médica* (pp. 1021–1030).
- Guzmán, J. M., Ramos, J., Mylonas, C. C., & Mañanós, E. L. (2011). Comparative effects of human chorionic gonadotropin (hCG) and gonadotropin-releasing hormone agonist (GnRHa) treatments on the stimulation of male Senegalese sole (*Solea senegalensis*) reproduction. *Aquaculture*, 316(1-4), 121-128.

- Hawken, P. A. R., & Martin, G. B. (2012). Sociosexual stimuli and gonadotropin-releasing hormone/luteinizing hormone secretion in sheep and goats. En *Domestic Animal Endocrinology* (Vol. 43, Número 2, pp. 85–94). <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2012.03.005>
- Hough, D., Robinson, J. E., Bellingham, M., Fleming, L. M., McLaughlin, M., Jama, K., ... & Evans, N. P. (2019). Peripubertal GnRH and testosterone co-treatment leads to increased familiarity preferences in male sheep. *Psychoneuroendocrinology*, 108, 70-77.
- Jefferies, B.C., 1961. Body condition scoring and its use in management. *Tasm. J. Agric.*, 32: 19-21.
- Kenyon, P. R., Maloney, S. K., & Blache, D. (2014). Review of sheep body condition score in relation to production characteristics. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 57(1), 38-64.
- Lezama, T. A., Espinosa, F. C., Martínez, A. P., Ortiz, J. S., & Sánchez, J. G.-. (2016). Factores Ambientales Que Afectan La Calidad Seminal Del Carnero. *Agroproductividad*, 10(2), 53–59. [www.colpos.mx](http://www.colpos.mx).
- Luna-Orozco, J. R., Guillen-Muñoz, J. M., de Santiago-Miramontes, M. L. A., García, J. E., Rodríguez-Martínez, R., Meza-Herrera, C. A., Mellado, M., & Véliz, F. G. (2012). Influence of sexually inactive bucks subjected to long photoperiod or testosterone on the induction of estrus in anovulatory goats. *Tropical Animal Health and Production*, 44(1), 71–75. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9889-y>
- Matamoros, R. (2017). *Fundamentos de fisiología y endocrinología reproductiva en animales domésticos*.
- NAM, 2002. *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals*. National Academy of Medicine, Mexico and the Association for Assessment and Accreditation of Laboratory Animal Care International, Mexico. DF, Mexico
- Perkins, A., & Roselli, C. E. (2007). The ram as a model for behavioral neuroendocrinology. *Hormones and Behavior*, 52(1), 70–77. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2007.03.016>

- Polat, H., Dellal, G., Baritci, I., & Pehlivan, E. (2011). Annual Change of the Testosterone Hormone in Male White Goats. *Agricultural Sciences in China*, 10(2), 312–316. [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(11\)60009-6](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(11)60009-6)
- Rosa, H. J. D., & Bryant, M. J. (2003). Seasonality of reproduction in sheep. *Small Ruminant Research*, 48(3), 155–171. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(03\)00038-5](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(03)00038-5)
- Roselli, C. E., Larkin, K., Schrunk, J. M., & Stormshak, F. (2004). Sexual partner preference, hypothalamic morphology and aromatase in rams. *Physiology and Behavior*, 83(2), 233–245. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2004.08.017>
- Santos-Jimenez, Z., Guillen-Gargallo, S., Encinas, T., Berlinguer, F., Veliz-Deras, F. G., Martinez-Ros, P., & Gonzalez-Bulnes, A. (2020). Use of Propylene-Glycol as a Cosolvent for GnRH in Synchronization of Estrus and Ovulation in Sheep. *Animals*, 10(5), 897.
- Sarlós, P., Egerszegi, I., Balogh, O., Molnár, A., Cseh, S., & Rátky, J. (2013). Seasonal changes of scrotal circumference, blood plasma testosterone concentration and semen characteristics in Racka rams. *Small Ruminant Research*, 111(1–3), 90–95. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.11.036>
- Sengupta, P., & Dutta, S. (2019). Hormones in male reproduction and fertility. *Asian Pacific Journal of Reproduction*, 8(5), 187-188.
- Sengupta, P., & Dutta, S. (2019). Hormones in male reproduction and fertility. *Asian Pacific Journal of Reproduction*, 8(5), 187-188.
- Shore, L., Yehuda, R., Marcus, S., Bartoov, B., & Shemesh, M. (2003). Effect of hCG injection on prostaglandin E concentrations in ram seminal plasma. *Prostaglandins & other lipid mediators*, 70(3-4), 291-301.
- Shore, L., Yehuda, R., Marcus, S., Bartoov, B., & Shemesh, M. (2003). Effect of hCG injection on prostaglandin E concentrations in ram seminal plasma. *Prostaglandins & other lipid mediators*, 70(3-4), 291-301.

- Tortonese, D. J. (2016). Intrapituitary mechanisms underlying the control of fertility: key players in seasonal breeding. *Domestic Animal Endocrinology*, 56, S191–S203. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2016.01.002>
- Trujillo, A. O. (2014). La conducta sexual del carnero. Revisión. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 5(1), 49–89.
- Véliz, F. G., Poindron, P., Malpaux, B., & Delgadillo, J. A. (2006). Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrous female goats. *Animal Reproduction Science*, 92(3–4), 300–309. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2005.06.006>
- Viñoles-Gil, C., Gonzalez-Bulnes, A., Martin, G. B., Sales Zlatar, F., & Sale, S. (2009). Sheep and goats. *Practical atlas of ruminant and camelid reproductive ultrasonography*, 181-210.
- Wiltbank, M.; Haughian, J.; 2003. "GnRH: de la fisiología a la "sincología En: Quinto simposio internacional de reproducción animal, Irac.
- Zoot, I., Laura, D., Zoot, I., Gloria, M. S., & McCormick, Z. M. (2014). Aspectos reproductivos de los carneros. 1(1), 15–20.