

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



Comparación de la gonadotropina coriónica equina (eCG) y humana (hCG) sobre la tasa de preñez en cabras en anestro inseminadas a tiempo fijo

Por:

**JESSICA DE JESÚS HERNÁNDEZ MORALES**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Torreón, Coahuila, México  
Septiembre 2021

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

Comparación de la gonadotropina coriónica equina (eCG) y humana (hCG) sobre la tasa de preñez en cabras en anestro inseminadas a tiempo fijo

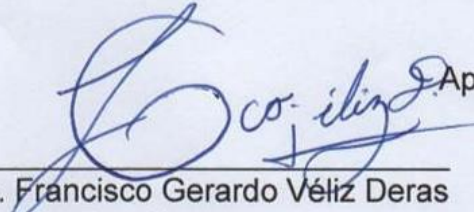
Por:

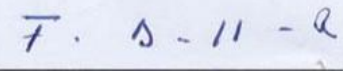
**JESSICA DE JESÚS HERNÁNDEZ MORALES**

TESIS

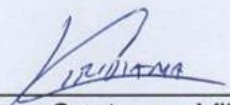
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

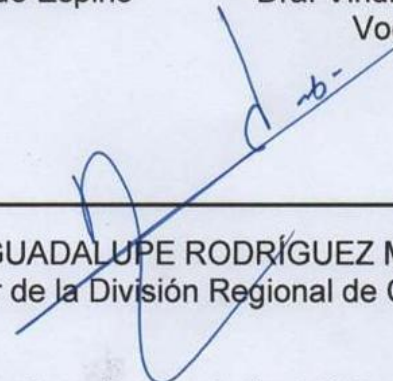
**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

  
Aprobada por:  
Dr. Francisco Gerardo Veliz Deras  
Presidente

  
Dr. Fernando Arellano Rodríguez  
Vocal

  
Dr. Alan Sebastián Alvarado Espino  
Vocal

  
Dra. Viridiana Contreras Villarreal  
Vocal Suplente

  
M.C. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México  
Septiembre 2021

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

Comparación de la gonadotropina coriónica equina (eCG) y humana (hCG) sobre la tasa de preñez en cabras en anestro inseminadas a tiempo fijo

Por:

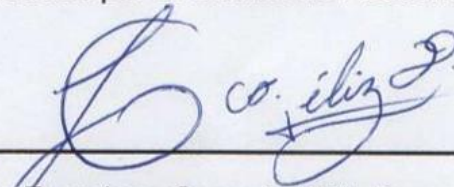
**JESSICA DE JESÚS HERNÁNDEZ MORALES**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

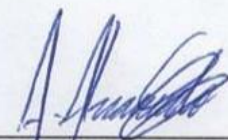

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras  
Asesor Principal

7. 11 - 6.  
Dr. Fernando Arellano Rodríguez  
Coasesor

  
Dr. Alan Sebastián Alvarado Espino  
Coasesor  
MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México  
Septiembre 2021

## **AGRADECIMIENTOS**

Antes que nada, quiero agradecer a Dios y a mis padres que me dieron la vida y lo mejor de ellos para poder lograr mis metas, mi madre Teresa de Jesús Morales Ocampo quien con su cariño y apoyo me enseñó a tener dedicación en todo lo que hago y realizar todo con paciencia y amor; a mi padre Aarón Hernández Ochoa (+) quien me enseñó la importancia de la perseverancia y el coraje para lograr lo que se desea.

A mi hermano Félix Eduardo Hernández Morales y cuñada Odette Briceida Cazáres Benito, los cuales me han apoyado económica y moralmente para poder estudiar una carrera, quienes me quieren y apoyan como a una hija.

A mi abuela Juana Ocampo García quien me ha querido y apoyado como una madre en cada paso que doy sin importar la distancia.

A mi esposo Abraham Osvaldo Castro Morales quien ha estado a mi lado estos cinco años de la carrera acompañándome y apoyándome incondicionalmente.

Agradezco a cada uno de mis asesores que me apoyaron en este proyecto, principalmente al Dr. Alan Sebastián Alvarado Espino.

Agradezco a mi tutor el Dr. Fernando Arellano Rodríguez, quien me asesoro y ayudo durante la carrera.

Y por supuesto gracias a la universidad UAAAN UL, a los maestros, amigos, compañeros y cada persona que directa o indirectamente han contribuido a mi educación y este proceso durante estos cinco años.

A cada uno de ellos les agradezco inmensamente por cada aportación que han realizado a mi vida, con los cuales he llegado a un logro más. Gracias a cada uno de ustedes por ser parte de esto y motivarme cada día a ser mejor en este y otros ámbitos.

## **DEDICATORIA**

Esto se lo dedico principalmente a mi familia debido a que su apoyo y amor me ha impulsado para seguir.

A mi hijo Jesús Osvaldo Castro Hernández (+) quien fue y será lo más importante y el impulso de cumplir esta meta en su honor.

Mi madre Teresa de Jesús Morales Ocampo por su amor y apoyo incondicional, su bondad y dedicación hacia su familia.

Mi padre Aarón Hernández Ochoa (+) por siempre tratar de mostrarnos el camino correcto con amor.

Mi esposo Abraham Osvaldo Castro Morales por siempre estar ahí para mí cuando lo necesito.

Mi hermano Félix Eduardo Hernández Morales por quererme y apoyarme en cada meta.

Mi cuñada Odette Briceida Cazáres Benito por su amor y apoyo hacia mí.

Mis sobrinos Emma Giselle y Rubén Aarón por el amor que tienen hacia mi y yo hacia ellos.

Mi abuela Juana Ocampo García por tener fe y amor incondicional para todos.

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue comparar el uso de hCG o eCG en un tratamiento de sincronización con P4 inyectable sobre la tasa de preñez en cabras lecheras inseminadas a tiempo fijo (IATF) durante el anestro. Se utilizaron 44 cabras manejadas bajo un sistema intensivo. Al inicio del experimento, todas las cabras se encontraban en anestro. Las cabras fueron divididas en dos grupos (n=22 c/u) las cuales fueron sincronizadas con inyección IM de 20 mg de progesterona más 100 UI de hCG (G-hCG) o 100 UI de eCG (G-eCG) 24 h después. Las cabras de ambos grupos fueron inseminadas con semen refrigerado (4 °C). La inseminación se realizó a las 48 h y 60 h después de la aplicación de la hCG o eCG, por vía cervical. La tasa de gestación se determinó mediante ultrasonografía transrectal (7.5 MHz, Aloka SSD 500, Tokio, Japón) 35 días después de la inseminación. La tasa de preñez fue similar entre tratamientos ( $P>0.05$ ). La tasa de preñez en las cabras tratadas con hCG fue del 77.3% (17/22) mientras que en las cabras tratadas con eCG la preñez fue del 63.6% (14/22;  $P>0.05$ ). Los resultados de este estudio indican que la tasa de preñez fue similar en las cabras anovulatorias tratadas con P4 inyectable más hCG o eCG e inseminadas a tiempo fijo con semen refrigerado. Por lo cual ambas hormonas pueden ser utilizadas para inducir la actividad estral en la época no reproductiva e inseminar a tiempo fijo con semen refrigerado.

**Palabras clave:** Actividad estral, Estacionalidad, Ovulación, Gonadotropinas, Cabras

## ABSTRACT

The aim this work was to compare the effect of hCG or eCG in a injectable Progesterone (P4)-based treatment for estrus synchronization in anestrus goats on pregnancy rate after fixed-time artificial insemination (FTAI) managed under an intensive system. At the beginning of the experiment, all the goats were in anestrus. A total of 44 goats were used and divided in two groups (n = 22 each one). Both groups were synchronized with an IM injection of 20 mg of progesterone followed by a 100 IU of hCG (G-hCG) or 100 IU of eCG (G-eCG) 24 h later P4 injection. Goats of both groups were inseminated with chilled semen (4 ° C). FTAI was carried out at 48 h and 60 h after the application of hCG or eCG, by the cervical route. Pregnancy rate was determined by transrectal ultrasonography (7.5 MHz, Aloka SSD 500, Tokyo, Japan) 35 days after FTAI. Pregnancy rate was similar between treatments (P> 0.05). The pregnancy rate in goats treated with hCG was 77.3% (17/22) while in goats treated with eCG the pregnancy was 63.6% (14/22; P> 0.05) . The results of this study indicated that the pregnancy rate was similar in anovulatory goats treated with injectable P4 plus hCG or eCG and FTAI with chilled semen. Therefore, we conclude that both hormones can be used to induce estrous activity during non-breeding season in goats and FTAI with chilled semen.

**Key words:** Estrous activity, seasonality, ovulation, gonadotropins, goats

## INDICE GENERAL

|   |            |
|---|------------|
| <b>AGRADECIMIENTOS</b>                                      | <b>i</b>   |
| <b>DEDICATORIA</b>  | <b>i</b>   |
| <b>RESUMEN</b>  | <b>iii</b> |
| <b>ABSTRACT</b>   | <b>iv</b>  |
| <b>INDICE GENERAL</b>                                       | <b>v</b>   |
| <b>INDICE DE FIGURAS</b>                                    | <b>vii</b> |
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b>                                      | <b>1</b>   |
| <b>1.1. Hipótesis</b>                                       | <b>2</b>   |
| <b>1.2. Objetivo</b>  | <b>2</b>   |
| <b>2. REVISION DE LITERATURA</b>                            | <b>2</b>   |
| <b>2.1. Importancia de la caprinocultura en México</b>      | <b>2</b>   |
| <b>2.2. Sistemas de producción</b>                          | <b>3</b>   |
| <b>Sistemas extensivos.</b>                                 | <b>3</b>   |
| <b>Sistemas semi-extensivos.</b>                            | <b>4</b>   |
| <b>Sistemas intensivos.</b>                                 | <b>4</b>   |
| <b>2.3. Fisiología de la reproducción</b>                   | <b>5</b>   |
| <b>2.4. Tratamientos de sincronización para IATF</b>        | <b>7</b>   |
| <b>2.5. Gonadotropinas coriónicas</b>                       | <b>8</b>   |
| <b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>                              | <b>10</b>  |
| <b>3.1. Localización del experimento, animales y manejo</b> | <b>10</b>  |
| <b>3.2. Tratamiento de sincronización</b>                   | <b>10</b>  |
| <b>3.3. Inseminación artificial</b>                         | <b>10</b>  |
| <b>3.4. Análisis estadístico</b>                            | <b>11</b>  |
| <b>4. RESULTADOS</b>  | <b>12</b>  |



|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| <b>5. DISCUSIÓN</b>   | <b>14</b> |
| <b>6. CONCLUSIÓN</b>  | <b>16</b> |
| <b>7. REFERENCIAS</b> | <b>17</b> |

## INDICE DE FIGURAS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Figura 1. Porcentaje de preñez obtenido en cabras anovulatorias tratadas con P4 inyectable más hCG o eCG e inseminadas a tiempo fijo con semen refrigerado .....</b>    | <b>12</b> |
| <b>Figura 2. Porcentaje de preñez en cabras anovulatorias según la raza tratadas con P4 inyectable más hCG o eCG inseminadas a tiempo fijo con semen refrigerado .....</b> | <b>13</b> |

## 1. INTRODUCCIÓN

En México la cría de cabras es una actividad muy importante de la que dependen casi 2.5 millones de personas y que se practica en casi todo el país aportando animales en pie, carne y leche, que es utilizada para beber o para la elaboración de quesos y dulces como la cajeta. Sin embargo, es necesario el desarrollo de estrategias que mejoren su desempeño productivo y reproductivo y maximicen el beneficio económico de los productores (Mellado, 2008).

Los tratamientos de sincronización tienen una serie de ventajas para mejorar la eficiencia reproductiva de los rebaños. La inducción y sincronización de la actividad estral y la ovulación durante el anestro estacional en caprinos permiten no solo empadrear a las hembras durante una época específica del año y programar la producción de leche y carne sino también, la implementación de otras tecnologías como la inseminación artificial a tiempo fijo (Menchaca y Rubianes, 2004). Tradicionalmente, los tratamientos de inducción y sincronización de la actividad estral consisten en la aplicación de dispositivos vaginales impregnados con progesterona natural o bien alguno de sus análogos como el acetato de medroxiprogesterona (MAP) o acetato de fluorogestona (FGA) durante 6 a 11 días y al retirar los dispositivos se aplica una dosis de eCG (Martemucci y D'Alessandro, 2011). Sin embargo, la aplicación de estos tratamientos tiene algunas desventajas ya que, en algunos casos, la disponibilidad de los productos o el costo de estos no son costeables para algunos productores.

En caprinos, la administración de una dosis de P4 inyectable seguida 24 h después por la aplicación de una dosis de hCG ha demostrado ser eficaz para inducir y sincronizar la actividad estral y la ovulación en cabras durante el anestro (Alvarado-Espino et al., 2016). Luego de la aplicación de la hCG, las cabras presentan celo 48-72 h y ovulan 60 a 96 h después, permitiendo el uso de la IATF (Alvarado-Espino et al., 2019b). Si bien, la eCG es la hormona más utilizada en los tratamientos de sincronización en pequeños rumiantes, su uso en un protocolo de sincronización a base de P4 inyectable para IATF en cabras en anestro no se ha evaluado aún. Por lo tanto, la finalidad de esta tesis fue comparar el uso de hCG o

eCG en un tratamiento de sincronización con P4 inyectable sobre la tasa de concepción en cabras lecheras inseminadas a tiempo fijo con semen refrigerado durante el anestro.

Dada la importancia económica y social que tienen las cabras en la región Lagunera, los resultados de esta tesis tendrán un impacto muy importante ya que permitirán a los productores programar su producción de acuerdo con sus necesidades y poder implementar tecnologías reproductivas como la IA para mejorar su producción.

### **1.1. Hipótesis**

La hipótesis de este estudio es que el uso de hCG o eCG más P4 inyectable no afecta la tasa de preñez en cabras lecheras inseminadas a tiempo fijo con semen refrigerado durante el anestro.

### **1.2. Objetivo**

El objetivo de este experimento fue comparar el uso de hCG o eCG en un tratamiento de sincronización con P4 inyectable sobre la tasa de preñez en cabras lecheras inseminadas a tiempo fijo con semen refrigerado durante el anestro.

## **2. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1. Importancia de la caprinocultura en México**

La cabra fue una de las primeras especies domesticada. Desde épocas históricas, muchos pueblos antiguos le reconocieron un destacado papel para el bienestar humano como proveedora de leche, carne, pelo y pieles. Actualmente, se reconoce la importancia del ganado caprino como una especie insustituible, no sólo en zonas áridas y secas, sino en todas aquellas áreas difíciles de aprovechar, donde el singular comportamiento alimentario del caprino y sus capacidades de adaptación permiten la transformación de los alimentos en productos útiles al hombre (Sagarnaga-Villegas et al., 2014).

México cuenta con una población caprina de alrededor de 9 millones de cabezas, ubicándose en el lugar 21 dentro de los países con mayor población caprina, compitiendo únicamente con Brasil en el continente americano (FAOSTAT,

2020). El aprovechamiento del ganado caprino en México tuvo su origen a partir de la colonia. Fue mediante inmigraciones colonizadoras españolas que llegaron las primeras cabras al país hace ya más de 400 años y donde se practica su crianza principalmente en el semidesierto, terrenos áridos y en las altas montañas que comprenden los estados de Baja California Sur, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Zacatecas, Sinaloa, Coahuila, Durango, Jalisco, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Veracruz, Puebla y Oaxaca (SAGARPA, 2017).

El rebaño caprino mexicano consta de aproximadamente 9 millones de cabezas, que producen anualmente 40 mil toneladas de carne y 155 millones de litros de leche, lo que genera una derrama económica de  $2800 \times 10^6$  de pesos (SIAP-SAGARPA, 2016). La Región Lagunera formada por municipios del estado de Durango y de Coahuila, es una de las zonas del país donde la producción caprina es sumamente importante ya que cuenta con una población de 413,000 animales que si bien solo representan el 5% del hato nacional producen el 40% (62 mil toneladas) de la leche de cabra en el país (Salinas-González et al., 2016) la cual es destinada principalmente a la elaboración de quesos y dulces como la cajeta. Por su parte la venta de Cabrito (Cría de 30 días con un promedio de peso de 10 kg pie) y el Chivo cebado (Chivo de 40 a 45 kg) son otra fuente importante de ingresos en el norte y parte del centro de la república y en el Pacífico y la región Mixteca, respectivamente (Andrade-Montemayor, 2017).

## **2.2. Sistemas de producción**

La Caprinocultura se desarrolla principalmente en áreas rurales con poco uso de tecnología y equipamiento. Generalmente se manejan en sistemas extensivos o semi-extensivos en tierra comunales sobre pastoreadas y una pequeña porción en sistemas intensivos con mayor inversión en instalaciones (Escareño-Sánchez et al., 2011).

**Sistemas extensivos.** Este sistema de producción requiere de grandes extensiones de terreno ya que las cabras se alimentan pastoreando a voluntad en forma semi-nómada o sedentaria. Presenta la ventaja de abaratar costos en alimentación e instalaciones, pero generalmente sus rendimientos productivos son

menores debido entre otras cosas a cambios en el clima y mercado (Arechiga et al., 2008; Salinas-González et al., 2016). En este tipo de sistemas se emplean principalmente cabras criollas o sus cruzas debido a que presentan una mejor adaptabilidad a las condiciones ambientales (Escareño-Sánchez et al., 2011).

Regularmente carece de programas de manejo, utilizan zonas comunales para el pastoreo de la vegetación nativa, donde los arbustos comprenden el principal componente de la dieta del animal. Las instalaciones son precarias y la mayoría de los productores cuentan con corrales para su encierro nocturno, mismos construidos de manera rudimentaria. Además, hay una alta dependencia de la mano de obra familiar para el pastoreo de las cabras (Martínez-González et al., 2017).

**Sistemas semi-extensivos.** En este sistema los animales pastorean y ramonean durante el día y por la tarde-noche se estabulan y se les proporciona algún tipo de suplemento alimenticio. Requiere la inversión en instalaciones y alimentos concentrados. Generalmente, presenta mejores rendimientos productivos que en el sistema extensivo y debido a sus características también es común el empleo de cabras criollas o locales y sus cruzadas con cabras de razas lecheras (Arechiga et al., 2008; Escareño-Sánchez et al., 2011; Salinas-González et al., 2016).

**Sistemas intensivos.** Este sistema requiere una mayor inversión de instalaciones para una producción estabulada, y de la provisión de concentrados alimenticios de gran valor proteico y energético. Presenta la desventaja de requerir mayores costos, pero facilita el manejo de los animales y se obtienen mejores índices productivos en producción de carne y leche (Arechiga et al., 2008). Se utilizan cabras lecheras especializadas (raza europea), como lo son: la Anglo-Nubia, Alpina, Saanen y Toggenburg, ya que debido a su nivel de producción se obtiene una mayor rentabilidad (Escareño-Sánchez et al., 2011). Este tipo de producción se ubica en la región de la Comarca Lagunera y el Bajío, en el altiplano mexicano; son unidades de producción con los avances tecnológicos más recientes y varias de sus granjas se encuentran a la vanguardia en genética donde se emplean algunas biotecnologías como la inseminación artificial o la transferencia de embriones.

### **2.3. Fisiología de la reproducción**

Las cabras son animales poliestrictos estacionales. El inicio de la estación reproductiva está regulado principalmente por el fotoperiodo. En regiones templadas, la estación reproductiva inicia en otoño e invierno y termina al inicio de la primavera, mientras que en regiones tropicales la estacionalidad reproductiva es nula y algunas cabras ovulan regularmente; sin embargo, la disponibilidad de alimento a menudo causa períodos prolongados de anestro y reducción de la fertilidad y prolificidad (Fatet et al., 2011).

A lo largo de la estación reproductiva, las hembras presentan varios ciclos de celo sucesivos. El intervalo de tiempo entre celo y celo o ciclo estral suele ser de 21 días, aunque algunas hembras pueden presentar ciclos cortos (de 3 a 9 días) y ciclos largos (de 26 a 34 días) (Sánchez, 1981; Chemineau et al., 1992).

Durante el ciclo estral ocurren una serie de cambios morfológicos y fisiológicos en los ovarios y en el tracto genital que conducen a la expresión del celo o estro (fase de receptividad de la hembra hacia los machos) y en la preparación de los genitales para la copula, la ovulación, la fecundación y la implantación embrionaria (Fatet et al., 2011).

El ciclo estral se divide clásicamente en dos fases: la fase folicular que abarca la fase de proestro y estro y la fase luteal que comprende el metaestro y el diestro. A lo largo de este ciclo, el ovario sufre una serie de cambios morfológicos (reclutamiento, crecimiento y maduración folicular) y fisiológicos (regulación endocrina) que culminan en la ovulación (Rahman et al., 2008; Fatet et al., 2011). La fase folicular, tiene una duración de unos 5-6 días (se corresponden con los días 18-21 de un ciclo y 1-2 del ciclo siguiente). Esta fase se divide en proestro, que corresponde al periodo de reclutamiento, selección y dominancia folicular, y que se caracteriza por unas crecientes concentraciones de estradiol, producidas por los folículos ováricos en desarrollo, y que desencadena la presentación del celo de la hembra causado por unas concentraciones máximas de 17- $\beta$  estradiol en sangre producidas por los folículos dominantes; finalizando con la ovulación provocada por el pico preovulatorio de LH (Fatet et al., 2011). El momento exacto de la ovulación,

una vez iniciado el celo, varía de 9 a 37 horas, coincidiendo generalmente con el final del periodo del celo (De Castro et al., 1999; Fatet et al., 2011).

Una vez finalizada la fase folicular, comienza la fase luteal que inicia 5 días después del estro y cuya duración es de unos 16-18 días. Esta fase se divide en metaestro, cuando las concentraciones periféricas de progesterona comienzan a aumentar y en diestro, cuando las concentraciones de progesterona se mantienen altas hasta que ocurre la luteolisis (Fatet et al., 2011; Simões et al., 2007). Después de la ovulación el folículo ovárico se transforma en el cuerpo lúteo, donde se produce la P4; esta hormona influye sobre el hipotálamo para reducir la secreción de GnRH e impedir un nuevo celo y ovulación. La progesterona desempeña un papel esencial de retroalimentación o feedback negativo en la regulación de las gonadotropinas durante el ciclo, prepara el endometrio para la implantación y mantiene la gestación (Fatet et al., 2011). En caprino es indispensable contar con la presencia de este cuerpo lúteo (CL) funcional para el mantenimiento de la gestación (Hunzicker-Dunn, 2006). Tras la ovulación, las concentraciones de progesterona se incrementan rápidamente desde el día 4 al día 13 (Medan et al., 2003).

Si no hay fecundación o el ciclo no ha sido fértil, la función luteal decrece como consecuencia de la regresión del cuerpo lúteo o luteólisis debido a la liberación de prostaglandinas (PGF $2\alpha$ ) por parte del útero, y se prepara al ovario para el inicio de un nuevo ciclo sexual (Chemineau et al., 1988; Baril et al., 1993).

En ciertos casos, sobre todo en razas ovinas y caprinas estacionales ocurren ovulaciones sin celo aparente (silenciosas), y de forma inversa, celos anovulatorios (Rosa y Bryant, 2003). Estos estados son más frecuentes durante los periodos de transición entre la época de anestro y la estación reproductiva (Land, 1973; Ortavant, 1988). Además, durante el anestro estacional se dan ciclos de crecimiento y regresión foliculares e incluso algunos folículos llegan a alcanzar un tamaño preovulatorio como los que se presentan en la fase folicular del ciclo estral (Hutchinson, 1966; Matton, 1977; Webb, 1985). A lo largo del anestro estacional, los folículos producen esteroides y muchos de los efectos de retroalimentación



positivos y negativos de los esteroides sobre la secreción de LH continúan como si estuviera en época reproductiva y son los que provocan esos estados de ovulaciones sin celo (Gordon, 1997).

#### **2.4. Tratamientos de sincronización para IATF**

En los últimos años se han comprendido mejor los factores que controlan la reproducción en los animales de producción, particularmente los mecanismos hormonales que regulan el ciclo estral y el anestro, así como el reconocimiento materno y el mantenimiento de la preñez (Haresign, 1992).

Con el fin de aumentar la fertilidad, el estro puede ser manipulado por alteración del fotoperíodo, estimulación por el macho y mediante la aplicación de métodos farmacológicos (Abecia et al., 2011). No obstante, lograr tasas de preñez aceptables requiere un cuidadoso manejo tanto de la hembra como del macho (Sharkey et al., 2001).

Existen varias formas de sincronizar el estro, la más utilizada es el uso combinado de progestágenos, gonadotropinas y prostaglandinas (Fonseca et al., 2012). Estos tratamientos garantizan un adecuado desarrollo folicular y su actividad lútea para sincronizar la ovulación (Menchaca y Rubianes, 2007).

Al inicio, los tratamientos consistían en la aplicación de 14 inyecciones subcutáneas diarias con 10 mg de progesterona, en 2 ml de aceite de maíz (Abecia et al., 2011). Actualmente, su vía de administración más común es intravaginal (esponjas vaginales) las cuales contienen medroxiprogesterona (MAP) o acetato de fluorogesterona (FGA) en dosis de 60 mg y de 15 a 45 mg, respectivamente (Motlomelo et al., 2002). La duración de estos tratamientos es de 11 a 16 días y una vez retirada la esponja, la hembra estará en celo 2 o 3 días después (Dogan et al., 2004). Los dispositivos hechos con silicón (CIDR) contienen 0.3 mg de progesterona natural y con este se obtiene una mejor higiene que con la esponja ya que no obstruye el drenaje de las secreciones vaginales (Navanukraw et al., 2014). Para lograr una mejor sincronización al final de la aplicación de progesterona y en particular en hembras en anestro, se administra eCG o hCG.

## 2.5. Gonadotropinas coriónicas

Como se mencionó anteriormente, el uso de eCG o hCG es indispensable sobre todo si se pretende sincronizar hembras en anestro. El uso de estas gonadotropinas garantiza un adecuado desarrollo folicular y la ovulación. Tanto la eCG como la hCG pertenecen al grupo de hormonas glucoproteicas al que también pertenecen la FSH, LH y TSH (Murphy y Martinuk, 1991).

La eCG o conocida anteriormente como PMSG es producida por las yeguas preñadas y en otras especies diferente a la equina, muestra una elevada actividad FSH y LH (Combarous et al., 1984). Por otra parte, tiene un alto contenido de carbohidratos, lo que determina que la eCG posea una vida media en circulación muy prolongada. La eCG tiene una vida media de hasta 72 h (Murphy y Martinuk, 1991) que se une a los receptores de FSH y LH de los folículos y a los receptores de LH del cuerpo lúteo (Stewart y Allen, 1981). En equinos, la eCG causa la luteinización de los folículos durante la gestación, con el consecuente aumento de la progesterona circulante (Murphy y Martinuk, 1991). En medicina veterinaria, la eCG se utiliza para controlar la actividad reproductiva en diferentes tipos de ganado, entre ellos el bovino, ovino, caprino y porcino (De Rensis y López-Gatius, 2014). La eCG estimula el crecimiento folicular a través de su acción de FSH y LH, aumentando el tamaño del folículo preovulatorio (Baruselli et al., 2004).

En caprinos, la eCG es la hormona más utilizada para inducir el celo y la ovulación. Las dosis empleadas van entre 200 y 600 UI y aunque no es necesaria para inducir una alta tasa de celos (Menchaca et al., 2007; Romano, 2004; Shahneh et al., 2008), si lo es para acortar el intervalo a éste y mejorar la fertilidad de los celos inducidos con progestágenos (Menchaca et al., 2007; Shahneh et al., 2008). A su vez, reduce intervalo al celo luego del retiro de la esponja, está asociado con una mayor fertilidad (Baril et al., 1993).

Una de las desventajas del uso repetido de eCG es que algunas hembras desarrollan de forma constante una alta secreción de anticuerpos anti-eCG desde el primer tratamiento (Mauriel et al., 2003). La aplicación de eCG induce, en algunas hembras, la producción de anticuerpos anti-eCG (Abs) que interferirán con la

eficiencia de los tratamientos posteriores. Estos Abs anti-eCG retrasa el pico preovulatorio de LH y el tiempo de ovulación, lo que conduce a una baja fertilidad de las hembras tratadas (Hervé et al., 2003).

Por su parte, la hCG es una hormona glicoproteica sintetizada principalmente por los tejidos trofoblástico cuya función principal en el embarazo normal es mantener la esteroideogénesis del cuerpo lúteo (Saleh et al., 2012). Está constituida por 2 cadenas de aminoácidos denominadas alfa ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ ). 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 (Velázquez, 2014). En caprinos ha sido utilizada para diversas funciones entre las que se encuentran la inducción del estro y la ovulación (Bruschi et al., 2005), incrementar la secreción de progesterona (Fonseca y Torres, 2005) y reducir la incidencia de ciclos cortos en cabras superovuladas (Saharrea et al., 1998).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización del experimento, animales y manejo**

El experimento se llevó a cabo en la Comarca Lagunera ubicada en el norte de México (26 N) durante el mes de junio, que corresponden a la temporada de anestro para la raza local y para las cabras lecheras europeas en esta latitud (Duarte et al., 2008; Carrillo et al., 2010). Se utilizaron un total de 44 cabras (20 de raza Alpina, 18 Saanen y 6 Toggenburg) manejadas bajo un sistema intensivo. Al inicio del experimento, todas las cabras se encontraban en anestro, el cual se determinó mediante dos ultrasonografías por vía transrectal (Aloka SSD 500, Tokio, Japón; transductor de 7.5 MHz) realizado con 8 días de diferencia entre ambos ultrasonidos con el segundo examen justo antes de comenzar el experimento. Las cabras fueron alimentadas con heno de alfalfa y ensilaje de maíz y se ordeñaron una vez al día, teniendo una condición corporal de .8 aproximadamente. Todos los animales estaban en buen estado de salud y todos los procedimientos estaban en estricta conformidad con las pautas recomendadas para el uso ético, el cuidado y el bienestar de los animales en la investigación (NRC, 2010).

#### **3.2. Tratamiento de sincronización**

Las cabras se dividieron en dos grupos con 22 cabras (3 Toggenburg, 10 Alpinas y 9 Saanen) cada uno y fueron sometidas a un protocolo de sincronización de la ovulación que consistía en una inyección IM de 20 mg de progesterona en una suspensión oleosa (0.4 ml; Progesterona, Zoetis, México) seguido de 100 UI de hCG (G-hCG, n=22) (0,1 ml / cabra, Chorulon, Intervet, México) o eCG (G-eCG, n=22) (0,1 ml / cabra, Serigan, Ovejero) 24 h después (día 0), ambas aplicadas por vía IM por la mañana (Alvarado Espino et al., 2016).

#### **3.3. Inseminación artificial**

Las cabras de ambos grupos fueron inseminadas con semen refrigerado (4 °C). El semen se recolectó de tres machos (Alpino, Saanen y Toggenburg) de fertilidad probada mediante una vagina artificial. Solo se utilizaron aquellos eyaculados que tenían un volumen inicial de 0.5 mL, motilidad en masa de 3 (escala 0-5, 0= sin movimientos y 5= movimientos rápidos), concentración espermática  $\geq$

$2500 \times 10^6$  espermatozoides/mL, y una motilidad progresiva  $\geq 70\%$ . Después de la evaluación, el semen se diluyó en leche descremada ultra pasteurizada para obtener una concentración final de  $200 \times 10^6$  espermatozoides por dosis (0.2 ml). El semen se mantuvo en un baño maría a 30 °C durante la evaluación espermática. Posteriormente, se pasó a un refrigerador para disminuir la temperatura a 4-5 °C hasta el momento de la IA.

La inseminación se realizó dos veces, la primera a las 48 h y la segunda a las 60 h, por vía cervical mediante un vaginoscopio tubular equipado con fuente de luz y una pistola de inseminación multidosis (Walmur-Veterinary Instrumento, Montevideo, Uruguay). Se levantaron las extremidades posteriores de las cabras, se introdujo suavemente el vaginoscopio y una vez visualizada la entrada del cérvix se depositó el semen. La tasa de gestación y el número de fetos se determinaron mediante ultrasonografía transrectal (7.5 MHz, Aloka SSD 500, Tokio, Japón) 30-35 días después de la inseminación.

#### **3.4. Análisis estadístico**

La proporción de cabras gestantes se comparó entre tratamientos mediante una prueba de Fisher exacta mediante el software estadístico SAS.

#### 4. RESULTADOS

Los resultados de este estudio se muestran en la Figura 1. La tasa de preñez fue similar entre tratamientos ( $P>0,05$ ). La tasa de preñez en las cabras tratadas con hCG fue del 77.3% (17/22) mientras que en las cabras tratadas con eCG la preñez fue del 63.6% (14/22). Con respecto a la raza, tampoco se observaron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) siendo similar en ambos tratamientos (Figura 2).

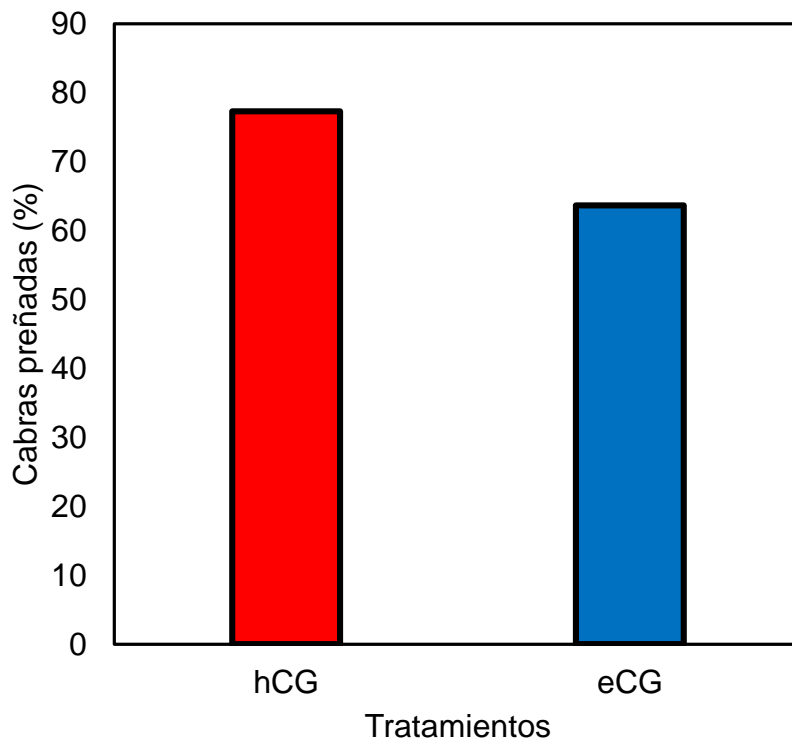


Figura 1. Porcentaje de preñez obtenido en cabras anovulatorias tratadas con P4 inyectable más hCG o eCG e inseminadas a tiempo fijo con semen refrigerado

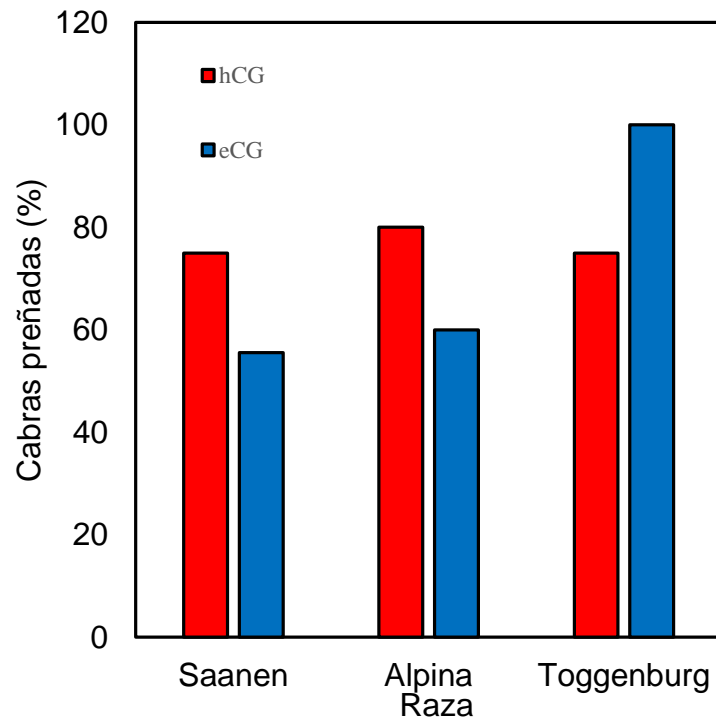


Figura 2. Porcentaje de preñez en cabras anovulatorias según la raza tratadas con P4 inyectable más hCG o eCG inseminadas a tiempo fijo con semen refrigerado

## 5. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran que la tasa de preñez en cabras anovulatorias tratadas con hCG o eCG no difiere significativamente. Así mismo, la tasa de preñez entre razas también tiende a ser similar. La tasa de preñez obtenida fue similar a la reportada en estudios previos utilizando un protocolo similar a base de P4 inyectable más hCG. En estos estudios se demostró que la aplicación de una dosis de P4 intramuscular seguida 24 h después por la aplicación de una dosis de hCG son suficientes para inducir el estro y la ovulación en cabras en anestro en un rango de 48 a 72 h permitiendo la implementación de la inseminación artificial a tiempo fijo, es decir, sin detectar el estro obteniéndose una tasa de preñez luego de la IATF 60 h después de la aplicación de la hCG de alrededor del 50% en un sistema intensivo (Alvarado-Espino et al., 2016; 2019b).

Tanto la eCG como la hCG han sido utilizadas en los tratamientos de sincronización del estro y la ovulación en cabras (Fonseca et al., 2005). Ambas hormonas han demostrado su eficacia para inducir el estro y la ovulación tanto en hembras cíclicas como en anestro (Alvarado-Espino et al., 2016). Cuando se administra en especies como los rumiantes, la eCG tiene una función similar a la FSH, estimulando el desarrollo de los folículos ováricos induciendo el celo y posteriormente la ovulación. Por su parte y debido a su estructura, la hCG se une directamente a los receptores de LH presentes en el folículo preovulatorio induciendo su maduración final y la ovulación (Alvarado-Espino et al., 2016). Es por ello, que para que la hCG pueda actuar es necesario que al momento de aplicar la hCG debe existir un folículo mayor a 5 mm de diámetro (Driancourt, 2001). Con base en la tasa de preñez obtenida en nuestro estudio se puede concluir que ambas hormonas son capaces de estimular el desarrollo folicular, inducir la ovulación y un adecuado desarrollo del CL capaz de mantener la gestación.

En nuestro estudio, la tasa de preñez observada en ambos grupos fue mayor al 60% sin observarse diferencias significativas en ambos tratamientos. Este es el primer estudio en el cual se compara el uso de eCG o hCG en un protocolo de IATF a base de progesterona inyectable. Estos resultados son similares a los reportados



por Fonseca et al. (2017) quienes mencionan que tanto la eCG como la hCG inducen una respuesta estral similar. Lo que indica claramente que tanto la eCG como la hCG pueden ser utilizadas para inducir y sincronizar el estro y la ovulación en cabras anovulatorias tratadas con P4 inyectable e inseminadas a tiempo fijo con semen refrigerado.

Finalmente, con respecto a la raza, la proporción de hembras preñadas fue similar en las cabras Alpinas, Saanen y Toggenburg sincronizadas con este protocolo. La similitud en la tasa de preñez entre razas podría deberse a que, por su origen, las tres razas tienen un periodo de anestro similar (Rivera-Lozano et al: 2011) y por lo tanto la respuesta al tratamiento de sincronización sea similar. Estos resultados corroboran los resultados obtenidos por Alvarado-Espino et al. (2019a) quienes observaron que la administración de P4 inyectable más hCG inducen el estro en cabras Alpinas como en hembras locales.

## **6. CONCLUSIÓN**

Los resultados de este estudio indican que la tasa de preñez obtenida en cabras anovulatorias tratadas con P4 inyectable más hCG o eCG e inseminadas a tiempo fijo con semen refrigerado fue similar. Lo anterior indica que ambas hormonas pueden utilizadas para inducir la actividad estral en cabras durante el anestro sin afectar la tasa de preñez con IATF.

## 7. REFERENCIAS

- Abecia, J. A., Forcada, F., y González Bulnes, A. (2011). Pharmaceutical control of reproduction in sheep and goats. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 67-79.
- Alvarado-Espino, A. S., Menchaca, A., Meza-Herrera, C. A., Carrillo-Moreno, D. I., Zúñiga-García, S., Arellano-Rodríguez, F., Mellado, M., y Véliz, F. G. (2019a). Ovarian response is not affected by the stage of seasonal anestrus or breed of goats when using a progesterone injection plus human chorionic gonadotropin-based protocol. *Animal reproduction science*, 204, 60-65.
- Alvarado-Espino, A. S., Menchaca, A., Meza-Herrera, C. A., Mellado, M., Arellano, F., y Véliz, F. (2019b). Use of injectable progesterone and hCG for fixed-time artificial insemination during the non-breeding season in goats. *Theriogenology*, 127, 21-25.
- Alvarado-Espino, A. S., Meza-Herrera, C. A., Carrillo, E., González-Álvarez, V. H., Guillen-Muñoz, J. M., Ángel-García, O., Mellado, M., y Véliz-Deras, F. G. (2016). Reproductive outcomes of Alpine goats primed with progesterone and treated with human chorionic gonadotropin during the anestrus-to-estrus transition season. *Animal reproduction science*, 167, 133-138.
- Andrade-Montemayor, H. (2017). Producción de caprino en México. Obtenido de: <http://www.iga-goatworld.com/blog/produccion-de-caprino-en-mexico>
- Aréchiga, C.F., Aguilera, J.I., Rincón, R.M., Méndez de Lara, S., Bañuelos, V.R. y Meza-Herrera, C.A. (2008). Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and subtropical Agrecosystems*. 1-14.
- Baril, G., Chemineau, P., Cognié, Y., Guérin, Y., Leboeuf, B., Orgeur, P., y Vallet, J. (1993). Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. En: FAO (ed) *Production et santé animales*, No. 83.
- Baruselli, P.S., Reis, E.L., Marques, M.O., Nasser, L.F., y Bó, G.A. (2004). The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Animal Reproduction Science*, 82, 479-486.

- Bruschi, J. H., Fonseca, J. F., Zambrini, F. N., Demczuk, E., Viana, J. M., y Palhão, M. P. (2005). Induction of synchronized estrus in dairy goats with different gonadotrophins. *Animal Reproduction* 50-53.
- Carrillo, E., Meza-Herrera, C. A., Veliz-Deras, F. (2010). Estacionalidad reproductiva de los machos cabríos de la raza Alpino-Francés adaptados al subtrópico mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 1(2), 169-178.
- Chemineau, P., Daveau, A., Maurice, F., y Delgadillo, J. A. (1992). Seasonality of oestrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to tropical photoperiod. *Small Ruminant Research*, 299-312.
- Chemineau, P., Martin, E.B., Saumade, J., y Normant, E. (1988). Seasonal and hormonal control of pulsatile LH secretion in the dairy goat (*Capra hircus*). *Journal of Reproduction and Fertility*, 91-98.
- Combarous, Y., Guillou, F., y Martinat, N. (1984). Comparision of in Vitro Follicle-Stimulating Hormone (FSH) Activity of Equine Gonadotropins (Luteinizing Hormone, FSH, and Chorionic Gonadotropin) in Male and Female Rats. *Endocrinology*. *Endocrinology*, 115(5), 1821-1827.
- De Castro, T., Rubianes, E., Menchaca, A., y Rivero, A. (1999). Ovarian dynamics, serum estradiol and progesterone concentrations during the interovulatory interval in goats. *Theriogenology*, 52(3), 399-411.
- De Rensis, F., y López-Gatius, F. (2014). Use of equine chorionic gonadotropin to control reproduction of the dairy cow: a review. *Reproduction in Domestic Animals*, 49(2), 177-182.
- Dogan, I., Nur, Z., Gunay, U., Soyulu, M. K., y Sonmez, C. (2004). Comparison of fluorgestone and medroxyprogesterone intravaginal sponges for oestrus synchronization in Saanen does during the transition period. *South African Journal of Animal Science*, 34(1), 18-22.
- Driancourt, M. A. (2001). Regulation of ovarian follicular dynamics in farm animals. Implications for manipulation of reproduction. *Theriogenology*, 55 (6), 1211-1239.

- Duarte, G., Flores, J.A., Malpaux, B., y Delgadillo, J.A. (2008). Reproductive seasonality in female goats adopted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Domestic Animal Endocrinology*, 362-370.
- Escareño-Sánchez, L. M., Wurzinger, M., Pastor-López, F., Salinas, H. Sölkner, J., y Iñiguez, L. (2011). La cabra y los sistemas de producción caprina de los pequeños productores de la Comarca Lagunera, en el norte de México. *Rev. Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente. Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17, 235-246.
- FAOSTAT, (2020). Cultivos y productos de ganadería. Obtenido de: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Fatet, A., Pellicer-Rubio, M.T. y Leboeuf, B. (2011). Reproductive cycle of goats. *Animal Reproduction Science. Animal reproduction science*, 124(3-4), 211-219.
- Fonseca, J. F., Bruschi, J. H., Santos, I. C. C., Viana, J. H. M., y Magalhaes, A. C. M. (2005). Induction of estrus in non-lactating dairy goats with different estrous synchrony protocols. *Animal Reproduction Science*, 85(1-2), 117-124.
- Fonseca, J. F., Souza-Fabjan, J. M., Oliveira, M. E. F., Cruz, R. C., Esteves, L. V., de Paiva, M. P. S. M., Brandao, F. Z., y Mancio, A. B. (2017). Evaluation of cervical mucus and reproductive efficiency of seasonally anovular dairy goats after short-term progestagen-based estrous induction protocols with different gonadotropins. *Reproductive biology*, 17(4), 363-369.
- Fonseca, J. F., y Torres, C. (2005). Administration of hCG 5 day after Breeding and Reproductive Performance in Nulliparous Dairy Goats. *Reproduction in Domestic Animals*, 495-499.
- Fonseca, J., Maffili, V., Santos, A., Fürst, R., Prospero, C. P., Rovay, H., y Torres, C. (2012). Effects of prostaglandin administration 10 days apart on reproductive parameters of cyclic dairy nulliparous goats. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 349-358.

- Gordon, I. (1997). *Controlled Reproduction in Sheep and Goats*. Cambridge University Press, Wallingford, UK.
- Haresign W. (1992). Manipulation of reproduction in sheep. *Journal of Reproduction and Fertility*, 127-139.
- Hervé, V., Roy, F., Bertin, J., Guillow, F., y Maurel, M-C. (2003). Antiequine Chorionic Gonadotropin (eCG) Antibodies Generated in Goats Treated with eCG for the Induction of Ovulation Modulate the Luteinizing Hormone and Follicle-Stimulating Hormone Bioactivities of eCG differently. *Endocrinology* 145 (1) 294-303.
- Hunzicker-Dunn M., y Mayo, K. (2006.). Gonadotropin signaling in the Ovary. En: Knobil E, Neill JD (eds), *Physiology of Reproduction*, 3rd edition. Elsevier, Academic Press, USA, 2389-2446.
- Hutchinson J.S.M., y Robertson, H. (1966.). The growth of the follicle and corpus luteum in the ovary of the sheep . *Research in Veterinary Science*, 17-24.
- Land, R. B., Pelletier, J., Thimonier, J., y Mauleon, P. (1973). A quantitative study of genetic differences in the incidence of oestrus, ovulation and plasma luteinizing hormone concentration in the sheep. *Journal of Endocrinology*, 58(2), 305-317.
- Martemucci, G., y D'Alessandro, A. G. (2011). Induction/synchronization of oestrus and ovulation in dairy goats with different short term treatments and fixed time intrauterine or exocervical insemination system. *Animal reproduction science*, 126(3-4), 187-194.
- Martínez-González, J.C., Castillo-Rodríguez, S. P., Villalobos-Cortés, A., y Hernández-Meléndez, J. (2017). Sistemas de producción con rumiantes en México. *Ciencia Agropecuaria* 312-152.
- Matton, P., y Bhéreur, J. (1977.). Morphology and responsiveness of the two largest ovarian follicles in anestrous ewes. *Canadian Journal of Animal Science*, 459-464.
- Mauriel, M. C., Roy, F., Hervé, V., Bertin, J., Vaiman, D., Cribiu, E., Manfredi, E., Bouvier, F., Lantier, I., y Guillou, F. (2003). Immune response to equine Chorionic

Gonadotropin used for the induction of ovulation in goats and ewes. *Gynécologie Obstétrique and Fertilité*, 766-769.

Medan, M. S., Watanabe, G., Sasaki, K., Sharawy, S., Groome, N. P., y Taya, K. (2003). Ovarian dynamics and their associations with peripheral concentrations of gonadotropins, ovarian steroids, and inhibin during the estrous cycle in goats. *Biology of Reproduction*, 69 (1), 57-63.

Mellado, M. (2008). Técnicas para el manejo reproductivo de las cabras en agostadero. *Tropical and subtropical Agroecosystems*, 9(1), 47-63.

Menchaca, A., y Rubianes, E. (2004). New treatments associated with timed artificial insemination in small ruminants. *Reproduction, Fertility and Development*, 16(4), 403-413.

Menchaca, A., y Rubianes, E. (2007). Pregnancy Rate Obtained with Short-term Protocol for Timed Artificial Insemination in Goats. *Reproduction in Domestic Animals*, 590-593.

Menchaca, A., Miller, V., Salveraglio, V., y Rubianes, E. (2007). Endocrine luteal and follicular responses after the use of the short-term protocol to synchronize ovulation in goats. *Animal Reproduction Science*. 76-87.

Motlomelo, K. C., Greyling, J., y Schwalbach, L. (2002). Synchronisation of oestrus in goats: the use of different progestagen treatments. *Small Ruminant Research*, 45-49.

Murphy, B.D., y Martinuk, S.D. (1991). Equine Chorionic Gonadotropin. *Endocrine reviews*, 12(1), 27-44.

National Research Council. (2010). Guide for the care and use of laboratory animals.

Navanukraw, C., Khanthusaeng, V., Kraison, A., y Uriyapongson, S. (2014). Estrous and ovulatory responses following cervical artificial insemination in Thai-native goats given a new or once-used controlled internal drug release with human chorionic gonadotropin. *Tropical Animal Health and Production*, 1441-1446.

- Navanukraw, C., Khanthusaeng, V., Kraison, A., y Uriyapongson, S. (2014). Estrous and ovulatory responses following cervical artificial insemination in Thai-native goats given a new or once-used controlled internal drug release with human chorionic gonadotropin. *Tropical Animal Health and Production*, 46(8), 1441-1446.
- Ortavant, R., Bocquier, F., Pelletier, J., Ravault, J. P., Thimonier, J., y Volland-Nail, P. (1988). Seasonality of reproduction in sheep and its control by photoperiod. *Australian Journal of Biological Sciences*, 41(1), 69-86.
- Rahman, A. N. M. A., Ramli, A., y Wan-Embong, W. K. (2008). A review of reproductive biotechnologies and their application in goat. *Biotechnology*, 7(2), 371-384.
- Rivera-Lozano, M. T., Díaz-Gómez, M. O., Urrutia-Morales, J., Vera-Ávila, H., Gámez Vázquez, H., Villagómez-Amezcuca Manjarrez, E., Arechiga, C., y Escobar-Medina, F. J. (2011). Seasonal variation in ovulatory activity of nubian, alpine and nubian X criollo does under tropical photoperiod (22° N). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(3), 973-980.
- Romano, J. E. (2004). Synchronization of estrus using CIDR, FGA or MAP intravaginal during the breeding season in Nubian goats. *Small Ruminant Research*, 15-19.
- Rosa H.J.D., y Bryan, M. (2003). Seasonality of reproduction in sheep. *Small Ruminant Research*, 155-171.
- Sagarnaga-Villegas, L.M., Salas-González, J.M., y Aguilar-Ávila, J. (2014). Ingresos y Costos de Producción. Unidades Representativas de Producción. Trópico Húmedo y Mesa Central-Paneles de Productores (1st ed.). México: Universidad Autónoma Chapingo-CIESTAAM. Pag 14; 396.
- SAGARPA. (2017). Otorga SAGARPA apoyos históricos a la caprinocultura nacional. Obtenido de: <https://www.god.mx/agricultura/prensa/otorga-sagarpa-apoyos-historicos-a-la-caprinocultura-nacional> (18 de enero de 2021).
- Saharrea, A., Valencia, J., Balcázar, A., Mejía, O., Cerbón, J. L., Caballero, V., y Zarco, L. (1998). Premature luteal regression in goats superovulated with pmsg: effect hcg or gnRH administration during the early luteal phase. *Theriogenology*, 1039-1052.



- Saleh, M., Shahin, M., Wuttke, W., Gauly, M., y Holtz, W. (2012). Pharmacokinetics of human chorionic gonadotropin after im administration in goats (*Capra hircus*). *Reproduction*, 144(1), 77.
- Salinas-González, H., Valle-Moysen, E. D., De Santiago-Miramontes, M. Á., Véliz, F.G., Maldonado-Jáquez, J. A., Vélez-Monroy, L. I., Torres-Hernández, D., Requejo-Maconetzin, L.I., y Figueroa-Viramontes, U. (2016). Análisis descriptivo de unidades caprinas en el suroeste de la región Lagunera, Coahuila, México. *Interciencia*, 763-768.
- Sánchez, F. (1981). Pubertad y actividad sexual de los caprinos. *Memorias Caprinas*. 1er Encuentro Nacional para la Producción Ovina y Caprina. Metepec, Ed. de México. FES-Cuautitlán, UNAM. México.
- Shahneh, Z., Sadeghipanah, A., Javaheri, B.H., y Emami-Mibody, M.A. (2008). Effects and flushing on reproductive performance in nadooshan goats of Iran. *African Journal of Biotechnology*. 7 (18)
- Sharkey, S., Callan, R.J., Mortier, R., y Kimberling, C. (2001). Reproductive techniques in sheep. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 17(2), 435-55.
- SIAP-SAGARPA. (2016). Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadera, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx) (Consultado el 06/2016)
- Simões, J., Almeida, J. C., Baril, G., Azevedo, J., Fontes, P., y Mascarenhas, R. (2007). Assessment of luteal function by ultrasonographic appearance and measurement of corpora lutea in goats. *Animal Reproduction Science*, 97(1-2), 36-46.
- Stewart, F., y Allen, W.R. (1981). Biological functions and receptor binding activities of equine chorionic gonadotrophins. *Reproduction*, 62(2), 527-536.
- Velázquez, N. (2014). La hormona gonadotropina coriónica humana: Una molécula ubicua y versátil. Parte 1. *Revista de Obstetricia y Ginecología de Venezuela*, 74(2), 122-133.

Webb, R., y Gauld, I. (1985.). Genetics and physiology of follicle recruitment and maturation during seasonal anoestrus. *Endocrine Causes of Seasonal and Lactational Anestrus in Farm Animals* (pp. 19-28). Springer, Dordrecht.