

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**“Comparación de diferentes dosis de progesterona sobre la fertilidad en cabras en anestro sincronizadas con gonadotropina coriónica humana”**

**POR**

**JEREMÍAS SANTIZO GÁLVEZ**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA**

**NOVIEMBRE DE 2017**

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

“Comparación de diferentes dosis de progesterona sobre la fertilidad en  
cabras en anestro sincronizadas con gonadotropina coriónica humana”

POR  
JEREMÍAS SANTIZO GÁLVEZ

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

PRESIDENTE:

  
DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS

VOCAL:


  
DR. FERNANDO ARELLANO RODRÍGUEZ

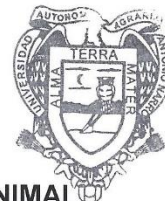
VOCAL:

  
MC. ALAN SEBASTIÁN ALVARADO ESPINO

VOCAL SUPLENTE:

  
DR. PEDRO ANTONIO ROBLES TRILLO

  
DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

NOVIEMBRE DE 2017

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

“Comparación de diferentes dosis de progesterona sobre la fertilidad en cabras en anestro sincronizadas con gonadotropina coriónica humana”

POR  
JEREMÍAS SANTIZO GÁLVEZ

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:

  
DR. FRANCISCO GERARDO VELÍZ DERAS

ASESOR:

*F. D. 11-8*  
DR. FERNANDO ARELLANO RODRÍGUEZ

ASESOR:

  
MC. ALAN SEBASTIÁN ALVARADO ESPINO

ASESOR:

  
DR. PEDRO ANTONIO ROBLES TRILLO

  
DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

NOVIEMBRE DE 2017

## **AGRADECIMIENTOS**

**Primeramente a Dios** por la vida y la salud que me regala, y por la oportunidad que me dio de culminar mi carrera profesional. Y porque de él, y por él, y para él, son todas las cosas. A él sea la gloria y la honra por los siglos Amen.

**A mis padres Asael Santizo M. Y Virginia Gálvez R.** a quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en una persona de provecho. Mis conceptos, mis valores morales y mi superación se la debo a ellos y que el objetivo logrado también es de ellos, gracias por eternamente darme la herencia más valiosa que pudiera recibir, fruto del inmenso apoyo y confianza que en mi se depositó.

**Al Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras** por darme la oportunidad de ser parte de su proyecto en la realización de la tesis.

**Al Dr. Fernando Arellano Rodríguez** por el apoyo y confianza durante la carrera y el proceso de titulación.

**Al MC. Alan Sebastián Alvarado Espino** por el apoyo brindado en la culminación del trabajo de tesis que sin su apoyo no hubiera sido posible.

**A la MVZ. Mónica Musió Rangel** por no dejarme solo y por los años a mi lado y todo el apoyo incondicional brindado.

**A mis amigos,** Ing. Gearim Roblero, Ing. Hugo García, Omar Hernández, Omeli Hernández, Félix González por los años de amistad y apoyo.

**A mi Alma Mater y Maestros** por los 5 años de enseñanza y orientación en el camino del conocimiento.

## **DEDICATORIA.**

**A mis padres,** Asael Santizo Marroquín y Virginia Gálvez Roblero por todo su amor y apoyo en todo momento.

**A mis abuelos** Luis Santizo G. y Aldegunda Marroquín G. Eleuterio Gálvez y Aparicia Roblero por seguir con nosotros y apoyarme siempre.

**A mis hermanos,** Mary, Flory, Roberto, Ana Lilia, Abdiel, Vilga, Elifas y Olibna por estar siempre conmigo apoyándome.

## RESUMEN

La Comarca Lagunera es una de las zonas más importantes en producción de leche de cabra en México y una de las principales limitantes de los sistemas productivos es el anestro estacional. Con el fin de contrarrestar los efectos del anestro estacional se han desarrollado protocolos hormonales que tienen como base la progesterona o sus análogos y el uso de gonadotropinas como la coriónica equina (eCG) o humana (hCG). El objetivo del estudio fue determinar si la dosis de progesterona i.m afecta la respuesta estral, tasa ovulatoria y gestación en cabras Alpinas anovulatorias bajo un sistema intensivo sincronizadas con hCG. El estudio se llevó a cabo en la Comarca Lagunera (25° N) durante el mes de abril que corresponde a la época de anestro en esta región. Se utilizaron 20 cabras adultas anovulatorias dividiéndose en dos grupos de acuerdo a su peso y condición corporal. Los grupos se trataron con 10 mg (**G - P4 10 mg, n= 10**) o 20 mg (**G - P4 20 mg, n= 10**) de progesterona i.m 24 h antes de la inyección de hCG. El día de la aplicación de la hCG fue considerado como Día 0. A partir del Día 0, el estro fue determinado cada doce horas, durante 15 min por 5 días. Diez días después de la inyección de la hCG se realizó ecografía transrectal, para determinar el número de cuerpos lúteos (CL) y a los 45 días se realizó el diagnóstico de gestación. La respuesta estral fue similar entre tratamientos siendo mayor al 80% de las cabras sincronizadas. Como no se observaron diferencias en la respuesta estral, estos resultados indican que 10 mg parecen ser suficientes para inducir una completa respuesta estral en las cabras anovulatorias tratadas con hCG. La dosis de progesterona más hCG no afectó la fertilidad en las cabras lecheras sincronizadas durante el anestro estacional.

**Palabras claves:** progesterona, hCG, dosis, anestro, sincronización.

## INDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
INDICE	iv
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
ABREVIATURAS	vii
1. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivo	2
1.2. Hipótesis	2
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Importancia del ganado caprino	3
2.2 Fisiología reproductiva en cabras	4
2.2.1 Pubertad	4
2.2.2 Ciclo estral	5
2.2.3 Regulación endocrina del ciclo estral	6
2.2.4 Foliculogenesis	7
2.2.5 Anestro estacional	9
2.3 Estrategias hormonales de estimulación reproductiva durante el anestro estacional	9
2.3.1 Tratamientos a base de progesterona	
2.3.2 Gonadotropina coriónica humana (hCG)	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1 Localización y animales experimentados	12
3.2 Diseño experimental	12
3.3 Análisis estadístico	13
4. RESULTADO Y DISCUSIÓN	14
5. CONCLUSIÓN	17
6. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS	18

## ÍNDICE DE CUADROS

		<b>Pág.</b>
Cuadro 1	Respuesta estral obtenida en cabras Alpinas sincronizadas con 20 y 10 mg de progesterona más 100 UI de hCG durante el anestro estacional (25°N)	14
Cuadro 2	Tasa ovulatoria obtenida en cabras Alpinas sincronizadas con 20 y 10 mg de progesterona más 100 UI de hCG durante el anestro estacional (25°N)	16



## ÍNDICE DE FIGURA

		<b>Pág.</b>
Figura 1	Producción de leche de cabra en la Comarca lagunera de los últimos 10 años	4
Figura 2	Representación esquemática de los diferentes eventos fisiológicos que ocurren durante el ciclo de estro en cabra: ciclo de patrón de desarrollo del folículo ovárico	8

## ABREVIATURAS

ANOVA	Análisis de la Varianza
$\alpha$	Alfa
$\beta$	Beta
CL	Cuerpo Lúteo
Da	Dalton
eCG	Gonadotropina Coriónica equina
FGA	Acetato de Fluorogestona
FSH	Hormona Folículo Estimulante
°	Grados
G	Grupos
g	Gramos
GnRH	Hormona liberadora de Gonadotropina
h	Horas
hCG	Gonadotropina coriónica humana
IA	Inseminación artificial
i.m	Intramuscular
LH	Hormona Luteinizante
L	Litros
mg	Miligramos
MAP	Acetato de Medroxiprogesterona
n	Numero
N	Norte

P4	Progesterona
PGF2 $\alpha$	Prostaglandina F2 alfa
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
UI	Unidades Internacionales

## 1. INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera es una de las zonas más importantes en producción de leche de cabra en México y una de las principales limitantes de los sistemas productivos es el anestro estacional. Esto provoca que la producción de leche fluctúe durante el año, provocando una caída en los precios cuando la producción aumenta (Chemineau et al., 2008).

Con el fin de contrarrestar los efectos del anestro estacional se han desarrollado protocolos hormonales que tienen como base la progesterona o sus análogos y el uso de gonadotropinas como la coriónica equina (eCG) o humana (hCG). La forma más habitual de administrar la progesterona es a través de esponjas que se colocan en la vagina por espacio de 9 a 11 días y dos días antes de retirar la esponja se administran de 250 a 500 UI de eCG. (Simões, 2015).

Sin embargo, algunos de los inconvenientes del uso de las esponjas son su costo elevado y los efectos secundarios que provocan tales como adherencias y vaginitis. Recientemente, se demostró que una inyección de 20 mg de progesterona era suficiente para provocar una adecuada respuesta estral y ovárica en cabras Alpinas anovulatorias tratadas con 100 UI de hCG 24 h después (Alvarado-Espino et al., 2016). Sin embargo, es necesario determinar si la mitad de esta dosis es igual de efectiva para inducir el estro en cabras anovulatorias

### **1.1. Objetivo**

Determinar si la dosis de progesterona i.m afecta la respuesta estral, tasa ovulatoria y gestación en cabras Alpinas anovulatorias bajo un sistema intensivo sincronizadas con hCG.

### **1.2. Hipótesis**

La disminución de la dosis de progesterona no afecta la fertilidad en las cabras Alpinas anovulatorias bajo un sistema intensivo sincronizadas con hCG.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Importancia del ganado caprino

Los seres humanos han utilizado a las cabras para obtener leche, carne y pelo (Dubeuf et al., 2004). Las cabras se encuentran distribuidas mundialmente, sin embargo los países que concentran la mayor cantidad de animales son India, China, Pakistán, Bangladesh y Nigeria (Salinas-González et al., 2015). En México las explotaciones de ganado caprino se localizan en las zonas áridas del país, las cuales generalmente son las regiones con mayor escases de recursos tales como el agua y alimento (Salinas-González et al., 2016) En esta región se concentra más del 60 por ciento caracterizado por un sistema de producción extensivo (Salinas-González et al., 2015).

La Comarca Lagunera en el norte de México, es el área con mayor producción de leche caprina del país proveniente de aproximadamente 9 mil unidades de producción de leche que corresponden a pequeños productores (Escareño-Sánchez et al., 2011). La venta de leche y cabrito representan las principales fuentes de ingreso el cual ronda los 4.7 salarios mínimos en el área resaltando la importancia de esta actividad en la economía familiar (Escareño-Sánchez et al., 2011).

En esta zona también existe un sistema de producción denominado intensivo, donde se utilizan cabras especializadas en

producción lechera como la Saanen, Alpina y Toggenburg y se practica en unidades lecheras de alta producción, con alto rendimiento y donde los animales están confinados permanentemente, suministrándoseles el alimento en el corral (Hernández, 2000; Wurzinger et al., 2013). Bajo estas condiciones las cabras llegan a producir entre 1.7 a 3.5 L/cabra/día (Montaldo et al., 2010; Torres-Vázquez et al., 2010).

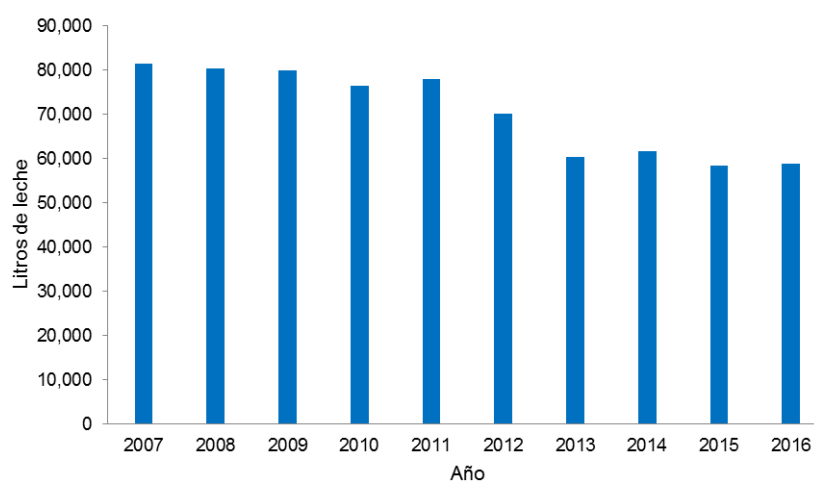


Figura 1. Producción de leche de cabra en la Comarca lagunera de los últimos 10 años (SIAP, 2016).

## 2.2 Fisiología reproductiva en cabras

### 2.2.1 Pubertad

La pubertad puede ser definida como la primera ovulación o primer comportamiento de estro en las hembras y la primera monta con la liberación de espermatozoides en los machos (Delgadillo et al., 2007). La pubertad puede iniciar de 6 - 8 meses pero existen diversos factores, como la época del año en que nacen, el peso, la

raza y la presencia permanente de machos que pueden adelantar o atrasar el inicio de la pubertad (Greyling, 2000).

### **2.2.2 Ciclo estral**

De acuerdo a su comportamiento reproductivo, los mamíferos se clasifican en reproductores estacionales o continuos, según ciclen en una determinada época o durante todo el año. Dentro del primer grupo, se clasifican en estacionales de fotoperiodo ascendente o descendente. En base a esta clasificación, los caprinos están considerados como reproductores poliéstricos estacionales de fotoperiodo descendente (Ruiz et al., 2002).

El ciclo estral consiste en los cambios morfológicos y fisiológicos del aparato reproductor de las hembras, manifestando la fase del estro (fase de receptividad sexual) y la ovulación, así como la preparación del aparato genital para la copula, la fecundación e implantación del embrión (Fatet et al., 2011). El ciclo estral de la cabra tiene una duración promedio de 21 días pudiendo variar de 17 a 24 días (Abecia et al., 2011).

Está dividido en 4 fases denominadas: proestro, estro, metaestro y diestro. El proestro y el estro comprenden el desarrollo del folículo ovulatorio y la ovulación. Durante el estro las cabras presentan una serie de conductas que estimulan al macho y se muestran receptivas a la copula (Billings y Katz, 1997). El estro dura entre 24 a 36 h y al final de este ocurre la ovulación. El metaestro



comprende la fase inicial de formación del cuerpo lúteo y la producción de progesterona. Entre el día 2 a 3 el cuerpo lúteo se hace visible ultrasonográficamente iniciando el diestro, el cual dura en promedio 16 días. En esta fase el cuerpo lúteo es la estructura predominante del ovario. Al final del diestro, se libera prostaglandina  $F2\alpha$  que provoca la destrucción del CL iniciándose nuevamente el ciclo estral (Rahman et al., 2008).

### **2.2.3 Regulación endocrina del ciclo estral**

La regulación de la actividad sexual está representada en el organismo por el sistema hipotálamo-hipófisis-ovárico. El hipotálamo y la hipófisis anterior en conjunto con los órganos reproductivos aseguran el ritmo de reproducción interrelacionando hipotálamo, hipófisis, ovario y hormonas LH, FSH y esteroides ováricos, para conformar la esencia de la maduración folicular, ovulación, implantación y mantenimiento de la gestación (Echeverría, 2006).

Los eventos endocrinos presentes durante el ciclo estral son regulados por el hipotálamo mediante la secreción de GnRH que es un decapeptido esencial con funciones endocrinas y neuromoduladoras en los vertebrados (Whitlock, 2005). La hipófisis con su secreción de LH y FSH, el folículo (que secreta estrógenos e inhibina), el cuerpo lúteo (que secreta  $p4$  y oxitocina) y el útero (que es responsable de la producción de  $PF2\alpha$ ) (Atuesta, 2011).

La luteolisis significa la desintegración o descomposición (lisis) del cuerpo lúteo. Esto ocurre al final de la fase luteal, siendo un proceso por el cual el cuerpo lúteo sufre una degeneración irreversible caracterizada por una drástica caída del nivel de progesterona en sangre. La comunicación entre el cuerpo lúteo y el endometrio uterino es necesaria para que se lleve a cabo una luteolisis satisfactoria. El útero funcionando como un órgano endocrino, es responsable de producir la  $PGF2\alpha$ , la cual produce luteolisis (Fase luteal). La luteolisis ha sido analizada en dos pasos, aparentemente consecutivos: a) luteolisis funcional, que es la pérdida de la capacidad de sintetizar progesterona; y b) luteolisis estructural, que es la involución del CL acompañada de la pérdida en la integridad de sus células (Olivera-Muzante et al., 2011).

La regresión del cuerpo lúteo funcional se produce antes de que se observen cambios morfológicos en la integridad de células luteales. La disminución en secreción de progesterona al final de la gestación hace que se secrete  $PGF2\alpha$  en el útero y se produzca el fenómeno de luteolisis (Stocco et al., 2007).

#### **2.2.4 Folliculogénesis**

El folículo es la unidad estructural y funcional de los ovarios y se define como el proceso de formación, crecimiento y diferenciación folicular. Abarca desde el estadio de folículo primordial hasta el de folículo preovulatorio (Gigli et al., 2006). El proceso de crecimiento

continuo y regresión de folículos antrales que conduce al desarrollo del folículo preovulatorio se conoce como dinámica folicular y se refiere al crecimiento de dichas estructuras en oleadas o grupos. Independientemente de la especie y del número de oleadas cada una tiene tres fases (Espinoza-Villavicencio et al., 2007). a) Reclutamiento: Etapa de la activación de un futuro folículo preovulatorio, b) Selección: El folículo dominante es el elegido y los folículos restantes son atresiaados y c) Dominancia: Etapa donde el folículo dominante actúa inhibiendo el desarrollo de los folículos subordinados (Driancourt, 2001).

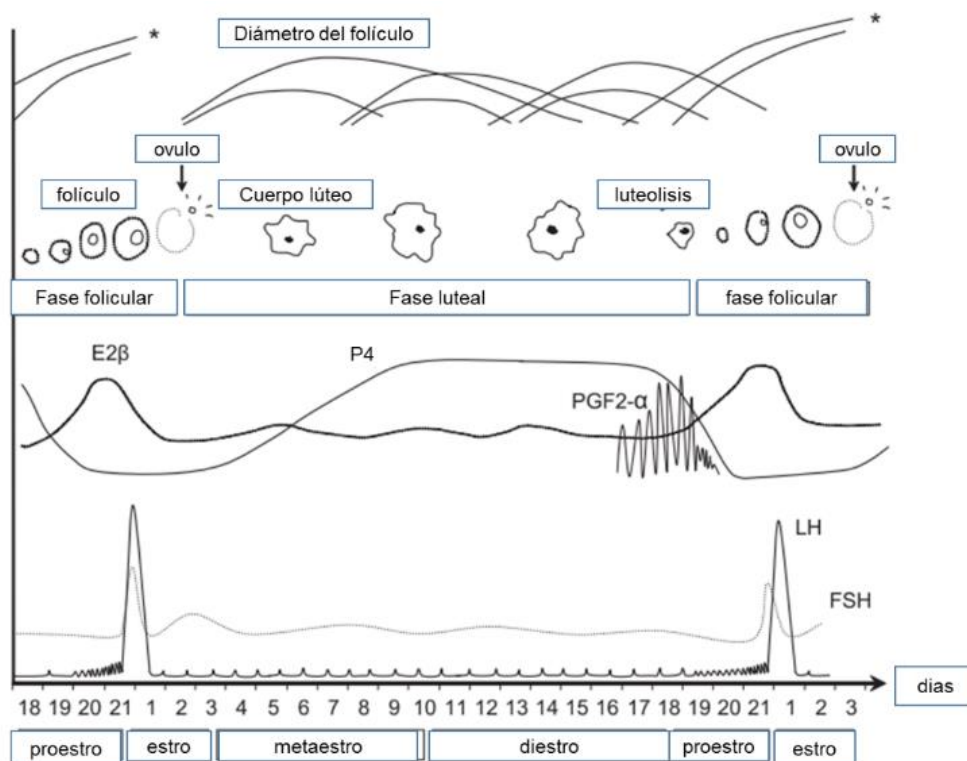


Figura 2. Representación esquemática de los diferentes eventos fisiológicos que ocurre durante el ciclo de estro en cabras: ciclo de patrón de desarrollo del folículo ovárico (Fatet et al., 2011).

### **2.2.5 Anestro estacional**

El anestro estacional se caracteriza por la ausencia de ciclos estrales regulares, conducta de estro y ovulación; ocurre durante los días largos, entre los meses de febrero y agosto, y su amplitud varía de acuerdo con la ubicación geográfica, la nutrición y la raza (Walkden-Brown et al., 1999; De Santiago-Miramontes et al., 2009; Chanvallon et al., 2011). El fotoperiodo a través de la melatonina es la principal señal que sincroniza el final de la época reproductiva y el inicio del anestro estacional. La melatonina es producida durante la noche secretándose por más tiempo durante los días cortos (noches largas) y menor en los días largos (noches cortas); esta percepción en la duración permite a las cabras inducir o inhibir su actividad sexual (Chemineau et al., 2008). La melatonina actúa en el hipotálamo para controlar la secreción de GnRH (Malpoux et al., 1998).

### **2.3 Estrategias hormonales de estimulación reproductiva durante el anestro estacional**

La sincronización de celos es una herramienta de utilidad en los sistemas de producción de cabras debido a que concentra los servicios y por consiguiente, los partos. Las hormonas más utilizadas son la progesterona o los progestágenos sintéticos acompañados por la acción de gonadotropinas como eCG o hCG (Whitley y Jackson, 2004; Contreras-Villarreal et al., 2016; Alvarado-Espino et al., 2016).

### **2.3.1 Tratamientos a base de progesterona**

Entre las diferentes variantes de dispositivos liberadores de hormonas, se encuentran las esponjas de poliuretano de alta densidad, usualmente impregnadas con progestágenos sintéticos como el MAP o FGA (Wildeus, 2000). Los progestágenos se caracterizan por poseer una actividad varias veces más potente que la progesterona natural, por lo que se utilizan cantidades mucho más reducidas. Otras variantes de dispositivos intravaginales son los realizados en silicona, impregnados con progesterona, que varían en sus formas, tamaños, y número de veces que pueden ser reutilizados (Manes y Ungerfeld, 2015).

Las esponjas intravaginales impregnadas con progestágenos se han utilizado en ovinos y caprinos para controlar el estro y la ovulación durante la cría y época no reproductiva (Romano, 2004). Los métodos de sincronización del estro y de la ovulación que utilizan P4 o sus análogos (progestágenos), se basan en sus efectos sobre la fase luteal del ciclo, simulando la acción de la progesterona natural producida en el CL después de la ovulación, la cual es responsable de inhibir la GnRH y consecuentemente también la LH y la FSH (Wildeus, 2000). Durante el anestro estacional, las cabras necesitan de la acción de progesterona para que se manifieste el celo (Billings y Katz, 1997). Y reducir la incidencia de ciclos cortos (Chemineau et al., 2006). Además, la progesterona estimula el crecimiento de una

nueva oleada folicular conduciendo a un mejor desarrollo folicular (González-Bulnes et al., 2006).

### **2.3.2. Gonadotropina coriónica humana (hCG)**

La hCG es una hormona producida durante la gestación en la mujer (Cole, 2010). Sintetizada por el embrión y más adelante por el trofoblasto placentario (De Rensis et al., 2010). Está compuesta por dos subunidades denominadas  $\alpha$  y  $\beta$  y pesa 36, 000 Da (Cole, 2010). Es similar estructuralmente a la LH y de hecho comparten el mismo receptor y es esencial para el mantenimiento de la gestación en mujeres al estimular la producción de progesterona (Pakarainen et al., 2007). También se ha demostrado que estimula el desarrollo folicular y la ovulación (Filicori et al., 2002).

En caprinos ha sido utilizada para diversas funciones entre las que se encuentran la inducción del estro (Fonseca 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 y animales experimentales

El estudio se llevó a cabo en la comarca lagunera (25° N) durante el mes de abril que corresponde a la época de anestro en esta región (Duarte et al., 2008). Se utilizaron 20 cabras adultas anovulatorias. Las cabras fueron alojadas en corrales abiertos con sombra. Se alimentaron con heno de alfalfa a libre acceso más 400 g de concentrado comercial (16 por ciento PC). El agua y los minerales se proporcionaron a libre acceso.

#### 3.2. Diseño experimental

Las cabras se dividieron en dos grupos de acuerdo a su peso y condición corporal. Los grupos se trataron con 10 mg (**G - P4 10 mg, n= 10**) o 20 mg (**G - P4 20 mg, n= 10**) de progesterona i.m 24 h antes de la inyección de hCG. El día de la aplicación de la hCG fue considerado como Día 0. A partir del Día 0, el estro fue determinado cada doce horas, durante 15 min por 5 días para lo cual, se utilizaron dos machos cabríos y se consideró que una cabra estaba en celo cuando esta permanecía inmóvil a la monta o intentos de monta del macho. Las cabras receptivas a la monta del macho se consideraron en estro. Las hembras en estro se llevaron al corral de los machos para ser servidas. Diez días después de la inyección de la hCG se realizó ecografía transrectal para determinar el número de cuerpos lúteos (CL) y a los 45 días se realizó el diagnóstico de gestación.

### **3.3 Análisis estadístico**

La proporción de cabras en celo fue analizada mediante una prueba de Chi-cuadrada. El intervalo al celo se analizó con una prueba de T de Student. Los datos de los folículos fueron centralizados al día de la aplicación de la hCG. Para determinar si había un efecto del grupo, día y su interacción para cada categoría de folículos se realizó un ANOVA multivariado.



#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La respuesta estral, tasa ovulatoria y gestación se presentan en el cuadro 1. La respuesta estral fue similar entre tratamientos siendo mayor al 80% de las cabras sincronizadas. Estos resultados concuerdan con los reportados por Alvarado-Espino et al. (2016) quienes emplearon el mismo protocolo. Véliz et al. (2009) mencionan que en cabras tratadas con 5 mg de P4 i.m. antes del efecto la respuesta estral en los primeros 5 días es mayor que en las no tratadas. Como no se observaron diferencias en la respuesta estral, estos resultados indican que 10 mg parecen ser suficientes para inducir una completa respuesta estral en las cabras anovulatorias tratadas con hCG.

**Cuadro 1.** Respuesta estral obtenida en cabras Alpinas sincronizadas con 20 y 10 mg de progesterona más 100 UI de hCG durante el anestro estacional (25°N)

	Respuesta estral (%)	Tasa Ovulatoria	Preñez (%)
<b>G - P4 10 mg</b>	87.5	1.71 ± 0.75	62.5
<b>G - P4 20 mg</b>	80.0	1.56 ± 0.53	70.0

Algunos autores han mencionado que la incidencia de conducta estral es proporcional a la cantidad de progesterona

empleada (Allison y Robinson, 1970). En cabras, se ha demostrado que partir las esponjas impregnadas con MAP por la mitad, no afecta la respuesta estral ni la tasa de concepción (Greyling, 2000). Asimismo, Leboeuf et al. (2003) tampoco encontraron diferencias sobre la fertilidad en cabras tratadas con esponjas de FGA de 40 o 20 mg. Esto sugiere que la cantidad de progesterona necesaria para estimular una respuesta estral satisfactoria es relativamente baja en cabras y no tan alta como la mayoría de las presentaciones comerciales sugieren.

No se observaron diferencias entre tratamientos en cuanto a la tasa ovulatoria. El rango de ovulaciones fue de 1 a 3 ovulaciones (Cuadro 2). El rango observado en este estudio es similar a lo reportado en cabras Alpinas (Carrillo et al., 2011). La tasa ovulatoria de las hembras está determinado por factores genéticos y nutricionales (Scaramuzzi et al., 2011). Este resultado es de esperarse ya que la dosis de hCG empleada no es tan alta como para estimular una respuesta superovulatoria.

**Cuadro 2.** Tasa ovulatoria obtenida en Alpinas sincronizadas con 20 y 10 mg de progesterona más 100 UI de hCG durante el anestro estacional (25°N)

	No. de CL*		
	1	2	3
<b>G - P4 10 mg</b>	50 (4)	50 (4)	0 (0)
<b>G - P4 20 mg</b>	42.8 (3)	42.8 (3)	14.3 (1)

\*Únicamente se refiere a las cabras que ovularon.  
Los números entre paréntesis indican el número de cabras.

Finalmente, la tasa de preñez a los 45 días de gestación tampoco fue diferente entre tratamientos. Esta se encontró dentro del rango reportado por diversos autores empleando monta natural o IA (Dogan et al., 2004; Martemucci y D'Alessandro, 2011). Por lo que la tasa de preñez general de este trabajo puede considerarse aceptable.

## **5. CONCLUSIÓN**

La dosis de progesterona más hCG no afectó la fertilidad en las cabras lecheras sincronizadas durante el anestro estacional. Es necesario determinar cómo responden los folículos a esta dosis de progesterona y evaluar este protocolo con IA.

## 6. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

- Abecia, J. A., Forcada, F., & González-Bulnes, A. (2011). Pharmaceutical Control of Reproduction in Sheep and Goats. *Vet Clin Food Anim.* (27), 67-79.
- Allison, A. J., & Robinson, T. J. (1970). The effect of dose level of intravaginal progestagen on sperm transport, fertilization and lambing in the cyclic merino ewe. *J. Reprod. Fert.* (22), 515-531.
- Alvarado-Espino, A. S., Meza-Herrera, C. A., Carrilo, E., González-Álvarez, V. H., Guillen-Muñoz, J. M., Ángel-García, O., 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.
- Atuesta, J. E. (2011). Control hormonal del ciclo estral en bovinos y ovinos. *Revista Spei Domus*, 7 (14), 15-25.
- Billings, H. J., & Katz, L. S. (1997). Progesterone Facilitation and Inhibition of Estradiol-Induced Sexual Behavior in the Female Goats. *Hormones and Behavior* (31), 47-53.
- Carrillo, E., Tejada, L. M., Meza-Herrera, C. A., Arellano-Rodríguez, G., Garcia, J. E., De Santiago-Miramontes, M. A., Mellado, M., Veliz, F. G. (2011). Response of sexually inactive French

Alpine bucks to the stimulus of goats in oestrus. *Livestock Science* (141), 202-206.

Chanvallon, A., Sagot, L., Pottier, E., Debus, N., François, D., Fassier, T., Scaramuzzi, R.J., Fabre-Nys, C. (2011). New insights into the influence of breed and time of the year on the response of ewes to the 'ram effect'. *Animal*, 5 (10), 1594-1604.

chemineau, P., Guillaume, D., Migaud, M., Thiéry, J. C., Pellicer-Rubio, M. T., & Malpaux, B. (2008). Seasonality of Reproduction in Mammals: Intimate Regulatory Mechanisms and practical implications. *Reprod Dom Anim.* 2 (43), 40-47.

Chemineau, P., Pellicer-Rubio, M. T., Lassoued, N., Khaldi, G., & Monniaux, D. (2006). Male-induced short oestrous and ovarian cycles in sheep and goats: a working hypothesis. *Reprod. Nutr. Dev* (46), 417-429.

Cole, L. A. (2010). Biological functions of hCG and hCG-related molecules. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 8 (102), 1-14.

Contreras-Villarreal, V., Meza-Herrera, C. A., Rivas-Muñoz, R., Angel-Garcia, O., Luna-Orozco, J. R., Carrillo, E., Mellado, M., Véliz-Deras, F. G. (2016). Reproductive performance of seasonally anovular mixedbred dairy goats induced to ovulate

with a combination of progesterone and eCG or estradiol. *Animal Science Journal* (87), 750-755.

De Rensis, F., López-Gatius, F., García-Ispuerto, I., & Techakumpu, M. (2010). Clinical use of human chorionic gonadotropin in dairy cows: An update. *Theriogenology* (73), 1001-1008.

De Santiago-Miramontes, M. A., Malpaux, B., & Delgadillo, J. A. (2009). Body condition is associated with a shorter breeding season and reduced ovulation rate in subtropical goats. *Animal Reproduction Science* (114), 175-182.

Delgadillo, J. A., De Santiago-Miramontes, M. A., & Carrillo, E. (2007). Season of birth modifies puberty in female and male goats raised under subtropical conditions. *animal*, 1 (6), 858-864.

Dogan, I., Nur, Z., Gunay, U., Soylu, M. K., & 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*, 1 (34), 18-22.

Driancourt, M. A. (2001). Regulation of ovarian follicular dynamics in farm animals implications for manipulation of reproduction . *Theriogenology* (55), 1211-1239.

Duarte, G., Flores, J. A., Malpaux, B., & Delgadillo, J. A. (2008). Reproductive seasonality in female goats adapted to a

- subtropical environment persists independently of food availability. *Domestic Animal Endocrinology* (35), 362-370.
- Dubeuf, J. P., Morand-Fehr, P., & Rubino, R. (2004). Situation, changes and future of goat industry around the world. *Small Ruminant Research* (51), 165-173.
- Echeverria , J. (2006). Endocrinología Reproductiva: Prostaglandina F2 $\alpha$  en vacas. Revisión Bibliográfica. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, VII (01), 1-12.
- Escareño-Sánchez, L. M., Wurzinger, M., Pastor-López, F., Salinas, H., Solkner, J., & Iñiguez, L. (2011). La cabra y los sistemas de producción caprina de los pequeños productores de la comarca lagunera, en el norte de México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, XVII, 235-246.
- Espinoza-Villavicencio, J. L., Ortega-Pérez, R., Palacios-Espinosa, A., Valencia-Méndez, J., & Arechiga-Flores, C. F. (2007). CRECIMIENTO FOLICULAR OVÁRICO EN ANIMALES DOMESTICOS: UNA REVISIÓN. *interciencia*, 32 (2), 93-99.
- Fatet, A., Pellicer-Rubio, M. T., & Loboef, B. (2011). Reproductive cycle of goats. *Animal Reproduction Science*(124), 211-219.
- Filicori, M., Cognigni, G. E., Tabarelli, C., Pocognoli, P., Taraborrelli, S., Spettoli, D., & Ciampaglia, W. (2002). Stimulation and Growth of Antral Ovarian Follicles by Selective LH Activity



- Administration in Women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 3 (87), 1156-1161.
- Fonseca, J. F., & Torres, C.A.A. (2005). Administration of hCG 5 days after Breeding and Reproductive Performance in Nulliparous Dairy Goats. *Reprod Dom Anim* (40), 495-499.
- Fonseca, J. F., Bruschi, J. H., Zambrini, F. N., Demczuk, E., Viana, J. M., & Palhão, M. P. (2005). Induction of synchronized estrus in dairy goats with different gonadotrophins. *Anim. Reprod*, 2 (1), 50-53.
- Gigli, I., Russo, A., & Agüero, A. (2006). Consideraciones sobre la dinámica ovárica en equino, bovino y camélidos sudamericanos . *InVet*, 1 (8), 13-204.
- González-Bulnes, A., Carrizosa, J. A., Urrutia, B., & López-Sebastian, A. (2006). Oestrous behaviour and development of preovulatory follicles in goats induced to ovulate using the male effect with and without progesterone priming. *Reproduction, Fertility and Development* (18), 745-750.
- Greyling , J.P.C. (2000). Reproduction traits in the Boer goat doe. *Small Ruminant Research* (36), 171-177.
- Hernández, Z.J.S. (2000). La caprinocultura en el marco de la ganadería poblana (méxico): contribucion de la especie caprina y sistemas de producción. *Arch. Zootec* (49), 341-352.

Leboeuf, B., Forgerit, Y., Bernelas, D., Pougard, J. L., Senty, E., & Driancourt, M. A. (2003). Efficacy of two types of vaginal sponges to control onset of oestrus, time of preovulatory LH peak and kidding rate in goats inseminated with variable numbers of spermatozoa. *Theriogenology* (60), 1371-1378.

Malpoux, B., Daveau, A., Maurice-Mandon, F., Duarte, G., & Chemineau, P. (1998). Evidence That Melatonin Acts in the Premammillary Hypothalamic Area to Control Reproduction in the Ewe: Presence of Binding Sites and Stimulation of Luteinizing Hormone Secretion by in Situ Microimplant Delivery. *Endocrinology*, 139 (4), 1508-1516.

Manes, J., & Ungerfeld, R. (2015). Sincronización de celos en ovejas y cabras con dispositivos intravaginales liberadores de progestágenos: alteraciones en ambiente vaginal y su relación con la fertilidad. *Rev. Bras. Reprod. Anim.* 39 (1), 104-108.

Martemucci, G., & 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), 187-194.

- Montaldo, H. H., Torres-Hernández, G., & Valencia-Posadas, M. (2010). Goat breeding research in Mexico. *Small Ruminant Research* (89), 155-163.
- Olivera-Muzante, J., Gil, J., Fierro, S., Menchaca, A., & Rubianes, E. (2011). Alternatives to improve a prostaglandin-based protocol for timed artificial insemination in sheep. *Theriogenology* (76), 1501-1507.
- Pakarainen, T., Ahtiainen, P., Zhang, F.P., Rulli, S., Poutanen, M., & Huhtaniemi, I. (2007). Extragonadal LH/hCG action—Not yet time to rewrite textbooks. *Molecular and Cellular Endocrinology* (269), 9–16.
- Rahman, A.N.M.A., Abdullah, R. B., & Wan-Khadijah, W. E. (2008). Estrus Synchronization and Superovulation in Goat: A Review. *Journal of Biological Sciences*, 8 (7), 1129-1137.
- Romano, J. E. (2004). Synchronization of estrus using CIDR, FGA or MAP intravaginal pessaries during the breeding season in Nubian goats. *Small Ruminant Research* (55), 15-19.
- Ruiz, R., Fernandez, J. L., De la Vega, A. C., & Rabasa, A. E. (2002). Evaluación de diferentes tratamientos hormonales para la sincronización del estro en cabras criollas serranas durante el verano. *Zootecnia Tropical*, 20 (4), 473-482.
- Saharrea, A., Valencia, J., Balcázar, A., Mejia, O., Cerbón, J. L., Caballero, V., & Zarco, L. (1998). Premature luteal regression

in goats superovulated with pmsg: effect of hcg or gnRH administration during the early luteal phase. *Theriogenology* (50), 1039-1052.

Salinas-González, H., Maldonado, J. A., Torres-Hernández, G., Triana-Gutiérrez, M., Isidro-Requejo, L. M., & Meda-Alducin, P. (2015). Compositional quality of local goat milk in the Comarca Lagunera of México. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, XIV (2), 175-184.

Salinas-González, H., Valle-Moysen, E. D., De Santiago-Miramontes, M. A., Veliz-Deras, F. G., Maldonado-Jáquez, J. A., Vélez-Monroy, L. I., Torres-Hernández, D., Isidro-Requejo, L. M., & Figueroa-Viramontes, U. (2016). Análisis descriptivo de unidades caprinas en el suroeste de la región lagunera, coahuila México. *Interciencia*, 41 (11), 763-768.

Scaramuzzi, R. J., Baird, D. T., Campbell, B. K., Driancourt, M. A., Dupont, J., Fortune, J. E., Gilchrist, R. B., Martin, G. B., McNatty K. P., Mcneily, A. S., Monget, P., Monniaux, D., Viñoles, C., & Webb, R. (2011). Regulation of folliculogenesis and the determination of ovulation rate in ruminants. *Reproduction, Fertility and Development* (23), 444-467.

SIAP. (2016). *Resumen Nacional Poblacion Ganadera, Avicola y Apicola*. Recuperado el 1 de 10 de 2017, de <https://www.gob.mx/siap>

- Simões , J. (2015). Recent advances on synchronization of ovulation in goats, out of season, for a more sustainable production. *Asian Pacific Journal of Reproduction*, 4 (2), 157-165.
- Stocco, C., Telleria, C., & Gibori, G. (2007). The Molecular Control of Corpus Luteum Formation, Function, and Regression. *Endocrine Reviews*, 1 (28), 117-149.
- Torres-Vázquez, J. A., Valencia-Posadas, M., Castillo-Juárez, H., & Montaldo, H. H. (2010). Tendencias genéticas y fenotípicas para características de producción y composición de la leche en cabras Saanen de México. *Rev Mex Cienc Pecu*, 1 (4), 337-348.
- Veliz, F. G., Meza-Herrera, C. A., De Santiago-Miramonte, M. A., Arellano-Rodriguez, G., Leyva, C., Rivas-Muñoz, R., & Mellado, M. (2009). Effect of parity and progesterone priming on induction of reproductive function in Saanen goats by buck exposure. *Livestock Science* (125), 261-265.
- Walkden-Brown , S. W., Martin, G. B., & Restall, B. J. (1999). Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *Journal of Reproduction & Fertility Supplement* (52), 243-257.

- Whitley, N. C., & Jackson, D. J. (2004). An update on estrus synchronization in goats: A minor species. *J. Anim. Sci.* (82), 270-276.
- Whitlock, K. E. (2005). Origin and development of GnRH neurons. *TRENDS in Endocrinology and Metabolism*, 16 (4), 145-151.
- Wildeus, S. (2000). Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. *American Society of Animal Science*, 1-14.
- Wurzinger , M., Escareño, L., Pastor, F., Salinas, H., Iñiguez, L., & Sölkner, J. (2013). Design and implementation of a community-based breeding program for dairy goats in northern México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* (16), 289-296