

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**“Relación entre el tiempo de aplicación de progesterona y gonadotropina coriónica humana sobre la fertilidad en cabras lecheras anovulatorias”**

**POR:**

**MONICA MUSIO RANGEL**

**TESIS:**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA**

**NOVIEMBRE DE 2017**

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

“Relación entre el tiempo de aplicación de progesterona y gonadotropina  
coriónica humana sobre la fertilidad en cabras lecheras anovulatorias”

POR  
MONICA MUSIO RANGEL

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

PRESIDENTE:

  
DR.FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS

VOCAL:

*F. D - H - E*  
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

“Relación entre el tiempo de aplicación de progesterona y gonadotropina coriónica humana sobre la fertilidad en cabras lecheras anovulatorias”

POR  
MONICA MUSIO RANGEL

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:

  
DR. FRANCISCO GERARDO VELIZ DERAS

ASESOR:

  
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



TORREÓN, COAHUILA

NOVIEMBRE DE 2017

## AGRADECIMIENTOS

**A Dios** por ser mi fuerza y escudo a cada momento, por todas las bendiciones que me ha dado y permitirme culminar esta etapa de mi vida poniendo a grandes personas en mi camino.

**A mis padres** Vicente Y Leticia ellos han dado razón a mi vida, por sus sabios consejos, su apoyo incondicional, por creer en mí a cada momento y todo lo que hoy soy es gracias a ellos.

**A mi Universidad** Autónoma Agraria Antonio Narro U.L, por permitirme prepararme en lo que tanto me apasiona, gracias a cada maestro que fue parte de este proceso integral de formación.

**Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras**, mi asesor principal, por darme la oportunidad de realizar mi trabajo de tesis, fue una grata experiencia haber trabajado en su equipo de investigación.

**Dr. Fernando Arellano Rodríguez** Gracias de corazón por su paciencia, dedicación, motivación, criterio y aliento, es un privilegio contar con su guía y ayuda.

**MC. Alan Sebastián Alvarado Espino** asesor y gran amigo por el apoyo incondicional, fue una gran experiencia el haber estado en su equipo de trabajo.

**MVZ. Jeremías Santizo Gálvez** por su apoyo incondicional, por la paciencia y confianza durante este trayecto.

**M.V.Z. Verónica Méndez** a pesar del poco tiempo compartido gracias por la motivación los sabios consejos y por los buenos momentos esos que jamás se olvidan.

## DEDICATORIA

**A DIOS** quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, el que en todo momento está conmigo ayudándome a aprender de mis errores, por su inmenso amor.

**A MIS PADRES, Vicente Musio Santillán y Leticia Rangel Flores** por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona les amo.

**A mis hermanos** Yanet, Pilar, Belem, Eduardo, Javier, Vicente, por confiar en mí y apoyarme en todo momento los amo mucho.

**A toda mi familia**, gracias a todos por sus consejos, toda su ayuda y su apoyo, mil gracias a todos los que estuvieron y siguen estando conmigo.

## Resumen

Una de las limitantes de los sistemas de producción caprina es el anestro estacional que estas experimentan durante la primavera. El objetivo del estudio fue determinar si el intervalo entre la aplicación de la P4 y la hCG modifican la respuesta estral en las cabras en anestro. El estudio fue realizado en mayo en el Ejido 6 de Enero, municipio de Lerdo, Durango (25° N y 103° O y a 1, 140 m de altitud. Para el estudio se emplearon 21 cabras Alpinas, adultas, mantenidas en un sistema intensivo y que estuvieran en anestro el cuál fue determinado por la ausencia de CL en dos ultrasonidos realizados antes de iniciar el experimento. Las cabras fueron divididas en dos grupos de acuerdo a su peso y condición corporal. El grupo -24h P4+hCG (n= 10) fue tratado 24 h antes de la aplicación de hCG, mientras que el grupo -48h P4+hCG (n= 11) 48 h antes. Ambos grupos fueron tratados con 100 UI de hCG vía i.m. Este día fue definido como el Día 0. No se encontraron diferencias entre los grupos en ninguna de las variables estudiadas. La respuesta estral obtenida en este estudio fue del 85 por ciento (18/21). Estos resultados demuestran la eficacia del protocolo de progesterona i.m más hCG para inducir una buena respuesta ovárica y gestación en cabras en anestro.

**Palabras clave:** hCG, Intervalo, Cabras, Anovulatorias.

## ÍNDICE

	Pág.
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>i</b>
<b>DEDICATORIAS</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<b>v</b>
<b>ABREVIATURAS</b>	<b>vi</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivo	2
1.2 Hipótesis	2
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>3</b>
2.1 La caprinocultura en México	3
2.2 Ciclo estral de las cabras	3
2.3 Estacionalidad	5
2.3.1 Protocolos hormonales empleados durante el anestro	6
2.3.2 hCG	7
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>10</b>
3.1 Ubicación del área de estudio	10
3.2 Animales y tratamientos	10
3.3 Análisis estadístico	11
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>12</b>
<b>5. CONCLUSIÓN</b>	<b>15</b>
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>16</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
<b>Cuadro 1</b> Protocolo de sincronización en cabras durante el anestro estacional.	8
<b>Cuadro 2</b> Usos de hCG en cabras	9
<b>Cuadro 3</b> Respuesta estral, tasa de ovulación y tasa de concepción obtenida en cabras en anestro tratadas con 20 mg de progesterona i.m 24 o 48 h antes de la aplicación de 100 UI de hCG.	14



## ABREVIATURAS

C	Centígrados
CIDR	Dispositivo intravaginal
CL	Cuerpo Lúteo
eCG	Gonadotropina Coriónica equina
FGA	Acetato de Fluorogestona
FSH	Hormona Folículo Estimulante
g	Gramos
GnRH	Hormona liberadora de Gonadotropina
h	Horas
hCG	Gonadotropina coriónica humana
IA	Inseminación artificial
i.m	Intramuscular
Kg	Kilogramo
LH	Hormona Luteinizante
MGA	Melengestrol acetato
m	Metros
mm	Milímetro
mg	Miligramos
N	Norte
n	Numero
MAP	Acetato de Medroxiprogesterona
O	Oeste
P	Probabilidad
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 regiones en México más importantes en cuanto a producción de leche de cabra se refiere, ya que cuenta con poco más de 400 mil cabras (Escareño sanchez et al., 2011). Una de las limitantes de los sistemas de producción caprina es el anestro estacional que estas experimentan durante la primavera. Esto provoca que la producción de leche fluctuó durante el año, provocando una caída en los precios cuando la producción aumenta.

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 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). Se ha demostrado que el intervalo entre la aplicación de la progesterona y la eCG influyen el momento de la

ovulación (Ritar et al., 1984). Esto provoca una respuesta estral más temprana en las cabras donde se aplicó la eCG 48 h antes de retirar el dispositivo que en aquellas donde se aplicó al momento de retirarlo. Por lo tanto determinar el mejor intervalo para ambas hormonas es necesario predecir mejor la respuesta estral de las cabras.

### **1.1 Objetivo**

Determinar si el intervalo entre la aplicación de la P4 y la hCG modifican la respuesta estral en las cabras en anestro

Determinar si este intervalo modifica la tasa ovulatoria y la tasa de preñez en las cabras anovulatorias.

### **1.2 Hipótesis**

La aplicación de la P4 y la hCG no modifica la respuesta estral ni la fertilidad en las cabras en anestro estacional.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. La caprinocultura en México**

México cuenta con poco más de 8 millones de cabras (SIAP, 2016). Se localizan principalmente en las zonas áridas del país, las cuales generalmente son las regiones con mayor escases de recursos tales como el agua y alimento (Salinas-Gonzalez et al., 2016). En esta región se concentra más del 60 por ciento de la población caprina y el sistema de producción predominante es el sistema extensivo (Salinas-González et al., 2015). La Comarca Lagunera, localizada en el norte de México, es la región con mayor producción de leche caprina del país, proveniente de aproximadamente 9 mil unidades de producción de leche que corresponden a pequeños productores (Escareño sanchez 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 sanchez et al., 2011).

### **2.2. Ciclo estral de las cabras**

Las cabras son animales poliestricas estacionales de días cortos, es decir presentan ciclos estrales regulares durante los meses de otoño e invierno, cuando la cantidad de horas luz disminuyen (Fatet et al., 2011). Cada ciclo estral dura aproximadamente de 17 a 24 días y 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 & 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).

El ciclo estral está regulado por la acción de diversas hormonas. La principal es la GnRH. Esta hormona es secretada por el hipotálamo por acción de diversos estímulos externos e internos como son la cantidad de horas luz, el clima y factores socio-sexuales (Blache et al., 2007). La GnRH a su vez, estimula la secreción de las gonadotropinas FSH y LH. Estas hormonas son liberadas por la hipófisis anterior. La FSH es la responsable del crecimiento y desarrollo de los folículos antrales (Medan et al., 2003). Cada descarga de FSH induce el crecimiento de un grupo de folículos. Conforme los folículos crecen uno de ellos comienza a producir inhibina y estradiol los cuales provocan una retroalimentación negativa y suprimen la liberación de FSH (Driancourt, 2001).

A partir de este momento, el crecimiento del folículo depende de la LH. La LH estimula el desarrollo final del folículo dominante, el cual produce mayor cantidad de estradiol provocando la manifestación del estro y el pico preovulatorio de LH causante de la ovulación y la formación del CL (Fatet et al., 2011). El CL resultante inicia la producción de progesterona y al final

del ciclo estral, produce oxitocina, la cual es responsable de la producción de PGF2 $\alpha$  por parte del útero, la cual inicia la luteólisis del CL. Por el contrario, si durante el estro ocurrió la copula y se produjo la fecundación del ovulo, el embrión produce una sustancia llamada interferón Tau, bloqueando la síntesis de PGF2 $\alpha$ , evitando así la luteólisis del CL (Spencer & Bazer, 2004).

### **2.3. Estacionalidad**

Las cabras adaptadas o criadas en las zonas templadas o subtropicales muestran un patrón estacional en su actividad sexual, presentando un periodo natural de reproducción que ocurre cuando la duración del día va disminuyendo y un periodo de inactividad sexual o anestro el cual se presenta cuando la duración del día va en aumento (Walkden-Brown et al., 1999).

Este patrón es regulado principalmente por los cambios en la duración del día denominado fotoperiodo. Los cambios en la duración del día son transferidos al animal a través de receptores localizados en la retina, los cuales cambian la señal luminosa en una señal eléctrica a través del núcleo supraquiasmático, el cual a su vez estimula a la glándula pineal, la cual cambia esta señal eléctrica a una señal hormonal a través de la secreción de melatonina (Malpaux et al., 1998). Otros factores como la nutrición (De Santiago-Miramontes et al., 2009), la raza (Rivera-Lozano et al., 2011) y las relaciones socio-sexuales (Delgadillo et al., 2009) pueden adelantar o retrasar el inicio de la estacionalidad. Este patrón estacional en la reproducción es una desventaja para los sistemas de producción

actuales, debido a las fluctuaciones en la cantidad de los productos (Chemineau et al., 2008).

### **2.3.1 Protocolos hormonales empleados durante el anestro**

Se han desarrollado diversos protocolos hormonales para inducir/sincronizar el estro en las cabras durante el anestro estacional (Cuadro 1). Los métodos consisten en la administración de progesterona o sus análogos más la aplicación de eCG o hCG (Abecia et al., 2011). Los análogos más utilizados son FGA y MAP. Otros análogos se aplican a través de implantes subcutáneos o a través del alimento (Wildeus, 2000). Existen otros dispositivos que contienen progesterona natural llamados CIDR (Knights & Singh-Knights, 2016). Estos dispositivos están elaborados con silicón y tienen la ventaja sobre las esponjas que permiten la salida de las secreciones vaginales causantes del mal olor.

La progesterona puede administrarse por vía i.m. en vehículo oleoso y 24 h después se administran la eCG o hCG (Carrillo et al., 2017; Alvarado-Espino et al., 2016). Este último tiene la ventaja de que se reduce el tiempo de tratamiento y por lo tanto las dosis empleadas, la facilidad de su aplicación, y su costo.

La duración de los tratamientos es de 6 a 11 días. Cuando se aplican por 6 días, al momento de retirar el dispositivo se deben aplicar de 250 a 300 UI de eCG. Si el tratamiento dura 11 días se recomienda aplicar la eCG dos días antes (Wildeus, 2000). Con estos protocolos el celo ocurre entre las 0 y 120 h después de retirar la esponja o el CIDR (Dogan et al., 2004). La fertilidad obtenida es de entre el 50 y el 80% dependiendo de la raza, el tipo

de progestágeno, la duración del tratamiento y el tipo de apareamiento (IA o monta natural) (Wildeus, 2000).

### **2.3.2 hCG**

La hCG es una hormona glucoproteica secretada por las células del trofoblasto embrionario. Está compuesta por dos subunidades denominadas  $\alpha$  y  $\beta$  y pesa 36, 000 Da (Cole, 210). Su actividad es similar a la FSH y LH, sin embargo, predomina su acción LH ya que cerca del 80 por ciento de la estructura de la subunidad  $\beta$  es similar a la de la LH (Saleh et al., 2012). La vida media de la hCG es de 37 h mientras que la de la LH es de tan solo 25 a 30 min (Cole, 2010). Por esta razón la hCG es utilizada en la reproducción animal (De Rensis et al., 2010).

Las aplicaciones de la hCG en los caprinos son diversas (Cuadro 2). Destacan su uso como inductora de la ovulación (Fonseca et al., 2005; Saleh et al., 2012). También ha sido utilizada para prevenir la regresión prematura del CL en cabras superovuladas (Saharrea et al., 1998) y después del empadre para incrementar la secreción de progesterona y evitar las pérdidas embrionarias tempranas (Fonseca et al., 2005). Recientemente ha sido empleada en los protocolos de sincronización del estro en sustitución de la eCG con excelentes resultados (Navanukraw et al., 2014; Alvarado-Espino et al., 2016). Esta acción se debe a que no solamente induce la ovulación del folículo preovulatorio, sino que también estimula el desarrollo de los folículos antrales (Johnson et al., 2010).



**Cuadro 1.** Protocolo de sincronización en cabras durante el anestro estacional

Progesterona/ análogo	Duración	Gonadotropina *	Respuesta estral (%)	Monta/IA	Fertilidad (%)	Referencia
MAP (60 mg)	6	250 UI de hCG	75	Monta	61	(Fonseca et al., 2005)
FGA (45 mg)	5	200 UI de eCG	92	Monta	92	(Martemucci & D'Alessandro, 2011)
CIDR (0.3 g)	5	300 UI de eCG	100	IA semen fresco	75	(Vilariño et al., 2011)
MGA (0.25 mg/cabra)	10	Efecto macho	84	Monta	58	(Jackson et al., 2006)
Norgestomet (1.2 mg)	9	1.25 mg de valerato de estradiol	54.8	Monta	68.2	(Mellado & Valdez, 1997)
Progesterona 20 mg i.m	1	250 eCG	87	Monta	63	(Carrillo et al., 2017)

\*Aplicado al final del tratamiento de la progesterona

**Cuadro 2.** Usos de la hCG en caprinos

Efecto	Dosis*	Referencia
Sincronización del estro y la ovulación en cabras anovulatorias	100 UI	(Alvarado-Espino et al., 2016)
Inducción de la ovulación	500 UI	(Saleh et al., 2012)
Reducción de las pérdidas embrionarias	300 UI	(Lashari & Tasawar, 2010)
Inducción del estro y la ovulación en cabras en anestro	250 UI	(Fonseca et al., 2005)
Aumento de los niveles de P4 después del apareamiento	250 UI	(Fonseca & Torres, 2005)
Inducción del estro post-parto en cabras	1 UI/kg	(Kawate et al., 2002)
Reducir la incidencia de ciclos cortos en cabras superovuladas	1000 UI	(Saharrea et al., 1998)

\*Dosis total

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación del área de estudio**

El estudio fue realizado en mayo en el Ejido 6 de Enero, municipio de Lerdo, Durango. Este municipio se localiza a 25° N y 103° O y a 1, 140 m de altitud. Esta región se caracteriza por presentar un clima semiárido con una temperatura media anual de 27° C y una precipitación pluvial media anual de 230 mm.

#### **3.2 Animales y tratamientos**

Para el estudio se emplearon 21 cabras de la raza Alpina, adultas, mantenidas en un sistema intensivo y que estuvieran en anestro el cuál fue determinado por la ausencia de CL en dos ultrasonidos realizados antes de iniciar el experimento. Las cabras fueron divididas en dos grupos de acuerdo a su peso y condición corporal. Ambos grupos fueron tratados con 20 mg de progesterona vía intramuscular (i.m).El grupo -24h P4+hCG (n= 10) fue tratado 24 h antes, mientras que el grupo -48h P4+hCG (n= 11) 48 h antes de la hCG. Ambos grupos fueron tratados con 100 UI de hCG vía i.m. Este día fue definido como el Día 0.

Las cabras fueron observadas por 15 minutos, dos veces al día por un periodo de 120 h posteriores al día 0. Durante el periodo de observación se introdujo un macho y aquellas cabras que permanecían inmóviles a la monta o intentos de monta del macho se consideraron en estro. Las cabras en celo fueron servidas por el macho 12 h después del celo y se realizó una

segunda monta si esta continuaba presentando signos de estro. El número de CL fue determinado 10 días después del Día 0 mediante ultrasonografía transrectal. El diagnóstico de gestación fue realizado a los 45 días después de la aplicación de hCG.

### **3.3 Análisis estadístico**

La proporción de cabras en celo y la tasa de preñez fueron comparadas mediante una prueba de Fisher. La tasa ovulatoria fue analizada con la prueba Kruskal-Wallis. Se consideró que había diferencia significativa si  $P < 0.05$ ).

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La respuesta estral, tasa ovulatoria y la tasa de concepción se muestran en el cuadro 3. No se encontraron diferencias entre los grupos en ninguna de las variables estudiadas. La respuesta estral obtenida en este estudio fue del 85 por ciento (18/21). Estos resultados demuestran la eficacia del protocolo de progesterona i.m más hCG para inducir una buena respuesta ovárica y gestación en cabras en anestro. Estos resultados apoyan a los reportados por (Alvarado-Espino et al., 2016) quienes mencionan que una dosis de 100 UI de hCG es suficiente para inducir una alta respuesta estral y ovárica en cabras tratadas previamente con progesterona. Asimismo, la respuesta estral es similar a la obtenida con otros protocolos que utilizan eCG o dispositivos intravaginales con progesterona en la misma región (Contreras- Villarreal et al., 2016).

La tasa ovulatoria fue menor en el grupo -48h P4+hCG que para el grupo -24h P4+hCG ( $1.30 \pm 0.4$  vs.  $1.63 \pm 0.5$ , respectivamente) sin embargo, no se encontró diferencia significativa ( $P>0.05$ ). El momento de la inyección de progesterona con respecto a la hCG no modificó la respuesta estral ni ovárica de las cabras.

El tratamiento con progesterona 48 antes de la aplicación de la hCG fue suficiente para proveer un adecuado estímulo y generar una buena respuesta estral en las cabras. Este efecto ha sido demostrado previamente en cabras ovariectomizadas por (Billings & Katz, 1997). En donde el tratamiento con P4 72 y 48 h antes de la administración de estradiol

indujeron una mayor frecuencia de conductas sexuales en las cabras, especialmente durante el anestro. Efectivamente, para inducir una respuesta sexual completa, es necesario el pre-tratamiento con P4 al menos 3 días antes de la administración del estradiol (Fabre-Nys & Gelez, 2007).

El uso de hCG en cabras para inducir el estro y la ovulación ha sido reportado diversos autores tanto en la época natural de reproducción como en el anestro estacional (Kawate et al., 2002; Fonseca & Torres, 2005). mencionan que la hCG estimula el crecimiento folicular que en turno, producen suficientes cantidades de estradiol responsable de la manifestación del estro y del pico preovulatorio de LH. Este efecto esta mediado por la similitud de la hCG con la LH, la cual es responsable de la maduración final del folículo y de la ovulación (Driancourt, 2001).

La tasa de preñez a los 45 días posteriores a la inyección de hCG fue de 60 por ciento para el grupo -24h P4+hCG y de 73 por ciento para el grupo -48h P4+hCG sin encontrarse diferencias entre ellos ( $P>0.05$ ). La tasa de fertilidad luego de un tratamiento para inducir/sincronizar el estro varia del 30 por ciento al 80 por ciento (Wildeus, 2000). Este porcentaje varía según el tipo de progesterona/progestágeno empleado, la época del año (otoño-primavera), la raza y el tipo de empadre (monta o IA) (Wildeus, 2000).

La tasa de preñez con este tratamiento del 66 por ciento puede considerarse aceptable si tomamos en cuenta que durante esta época la actividad sexual de las cabras es nula (Duarte et al., 2008), y que este protocolo es libre de esponjas, las cuales, pueden provocar efectos

secundarios como adherencias o vaginitis causando una disminución en la fertilidad (Manes et al., 2014).

**Cuadro 3.** Respuesta estral, tasa de ovulación y tasa de concepción obtenida en cabras en anestro tratadas con 20 mg de Progesterona i.m 24 o 48 h antes de la aplicación de 100 UI de hCG.

	No. cabras	Peso (kg)	Respuesta estral %	Tasa ovulatoria	Tasa de preñez %*
-24h	10	51.4±5.13	80 (8/10)	1.63±0.5	60
P4+hCG					(6/10)
-48h	11	45.9±4.2	91 (10/11)	1.30±0.4	73
P4+hCG					(8/11)
Valor de P		ns	ns	ns	ns

\*Ultrasonido realizado 45 días luego de la inyección de hCG

ns= no significativo

## 5. CONCLUSIÓN

La inyección de 20 mg de P4 más 100 UI de hCG son suficientes para inducir una buena respuesta estral y tasa de preñez en cabras durante el anestro estacional. Además, el intervalo entre la aplicación de la P4 y la hCG no modifico la respuesta estral ni la tasa de preñez en las cabras en anestro.



## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abecia, J. A., Forcada, F., & Gonzalez-Bulnes, A. (2011). Pharmaceutical Control of Reproduction in Sheep and Goats. *Vet Clin Food Anim*, 27, 67-79.
- Alvarado-Espino, A., Meza-Herrera, C. A., Carrillo, E., Gonzalez-Alvarez, V. H., Guillen-Muñoz, J. M., Angel-Garcia, O., Mellado, M. & Veliz-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.
- Billings, H. J., & Katz, L. S. (1997). Progesterone Facilitation and Inhibition of Estradiol-Induced Sexual Behavior in the Female Goat. *Hormones and Behavior*, 31, 47-53.
- Blache, D., Chagas, L. M., & Martin, G. B. (2007). Nutritional inputs into the reproductive neuroendocrine control system – a multidimensional perspective. *Society of Reproduction and Fertility supplement*, 124-139.
- Carrillo, E., Meza-Herrera, C. A., Luna-Orozco, J. R., Delgado-Gonzales, R. A., Gaytan-Aleman, L. R., Angel-Garcia, O., Véliz, F.G., & Contreras-Villarreal, V. (2017). Evaluation of out-of-season estrus induction protocols in progesterone-primed mix-breed dairy goats using eCG, GnRH and E2. *Indian Journal of Animal Research*, 1-5.

- Chemineau,P., Guillaume, D., Migaud, M., Thiery, J. C., Pellicer-Rubio, M. T.,& Malpaux, B. (2008). Seasonality of Reproduction in Mammals:Regulatory Mechanisms and Practical Implications. *Reprod Dom Anim*, 43(2), 40-47.
- Cole, L. A. (2010). Biological functions of hCG and hCG-related molecules. *Cole 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 mixed bred dairy goats induced to ovulate with a combination of progesterone and eCG or estradiol. *Animal Science Journal* , 87, 750-755.
- De Rensis , F., Lopez-Gatius, F., Garcia-Ispuerto, M., & Techakumpu. (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., Gelez, H., Ungerfeld, R., Hawken,P. A. R., & Graeme, B. M. (2009). The 'male effect' in sheep and goats—Revisiting the dogmas. *Behavioural Brain Research*(200), 304-314.
- 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*, 34(1), 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.

Escareño-sanchez , L. M., wurzinger , M., Pastor-Lopez , F., Salinas , H., Sölkner, J., & Iñiguez, L. (2011). la cabra y los sistemas de producción caprinas de los pequeños productores de la comarca lagunera, en el norte de México. *revista chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17, 235-246.

Fabre-Nys,C., & Gelez, H. (2007). Sexual behavior in ewes and other domestic ruminants. *Hormones and Behavior*(52), 18-25.

Fatet, A., Pellicer-Rubio, M. T., & Leboeuf, B. (2011). Reproductive cycle of goats. *Animal Reproduction Science*(124), 211-219.

Fonseca , J. F., & Torres, C. 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. H., & Palhão, M. P. (2005). Induction of synchronized estrus in dairy goats with different gonadotrophins. *Anim. Reprod.*, 2(1), 50-53.
- Jackson, D. J., Fletcher, C. M., Keisler, D. H., & Whitley, N. C. (2006). Effect of melengestrol acetate (MGA) treatment or temporary kid removal on reproductive efficiency in meat goats. *Small Ruminant Research*, 66, 253-257.
- Johnson, R., Bennett, W. A., Cuadra, E. J., Njiti, V., Jung, Y., & Manson, M. (2010). Roles of hCG in Advancing Follicular Growth to Ovulation after Concurrent Injections of PGF $2\alpha$  and GnRH in Postpubertal Holstein Heifers Bearing a CL. *Veterinary Medicine International*, 1-7.
- Kawate, N., Yamazaki, M., Tamada, H., Inaba, T., & Sawada, T. (2002). Effect of Low Dose of hCG on Induction of Fertile Estrus in Shiba Goats Pretreated Intravaginally with Progesterone during the Early Postpartum Nursing Period. *Journal of Reproduction and Development*, 48(5), 497-504.
- Knights, M., & Singh-Knights, D. (2016). Use of controlled internal drug releasing (CIDR) devices to control reproduction in goats: A review. *Animal Science Journal*, 1-6.
- Lashari, M.H., & Tasawar, Z. (2010). The effect of hCG given on day 12 post-mating on ovarian function and embryo survival in Beetal goats in southern Punjab, Pakistan. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 34(6), 513-517.
- 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., Ozbor, F., Alberio, R., & Ungerfeld, R. (2014). Intravaginal placebo sponges affect negatively the conception rate in sheep. *Small Ruminant Research* 120,108–111.

Martemucci, G., & D'Alessandro, A. G. (2011). Induction/synchronization of oestrus and ovulation in dairy goats with different short term and fixed time intrauterine or exocervical insemination system. *Animal Reproduction Science* 126, 187– 194.

Medan, M. S., Watanabe, G., Sasaki, K., Nagura, Y., Sakai, H., Fujita, M., Sharawy., & Taya, K. (2003). Effects of passive immunization of goats against inhibin on follicular development, hormone profile and ovulation rate. *Society for Reproduction and Fertility*(125), 751-757.

Mellado, M., & Valdez, R. (1997). Synchronization of estrus in goats under range conditions treated with different doses of new or recycled norgestomet implants in two seasons. *Small Ruminant Research*, 25, 155-160.

Navanukraw, C., Khanthusaeng, V., Kraison, A., & 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. *Trop Anim Health Prod* , 46, 1441-1446.

- Rahman , A. M., Abdullah, R. B., & Wan-Khadijah, W. E. (2008). Estrus Synchronization and Superovulation in Goats: A Review. *Journal of Biological Sciences*, 8(7), 1129-1137.
- Ritar, A. J., Maxwell, W.M.C., & Salamon, S. (1984). Ovulation and LH secretion in the goat after intravaginal progestagen sponge-PMSG treatment. *J.Reprod.Fert.*(72), 559-563.
- Rivera-Lozano, M. T., Diaz-Gomez , M. O., Urrutia- Morales, J., Vera-Avila , H., Gamez-Vazquez, H., Villagomez-Amezcuca , E. M., Arechiga-Flores,C.F., & 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, 973-980.
- Saharrea, A., Valencia, J., Balcazar, 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.
- Saleh, M., Shahin, M., Wuttke, W., Gaily, M., & Holtz, W. (2012). Pharmacokinetics of human chorionic gonadotropin after i.m. administration in goats (*Capra hircus*). *Society for Reproduction and Fertility* , 144, 77-81.
- Salinas-Gonzalez, H., Maldonado, J. A., Torres-Hernandez, G., Triana-Gutierrez, M., Isidro-Requejo, L. M., & Meda-Alducin, P. (2015). Compositional quality of local goat milk in the Comarca Lagunera of Mexico. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 14(2), 175-184.

- Salinas-Gonzalez, H., Valle-Moysen., E. D., de Santiago Miramontes , M. A., Véliz Deras, F. G., Maldonado- Jaquez , J. A., Vélez Monroy.,Torre-Hernández,D.R.,Luis-Maconetzi,I.,& Figueroa-Miramontes , U. (2016). Análisis descriptivo de unidades caprinas en el suroeste de la región lagunera, coahuila, méxico. *Interciencia*, 41(11), 763-768.
- SIAP. (2016). *Resumen Nacional Poblacion Ganadera, Avicola y Apicola*. Recuperado el 02 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 producción. *Asian Pacific Journal of Reproduction*, 4(2), 157-165.
- Spencer, T. E., & Bazer, F. B. (2004). Conceptus signals for establishment and maintenance of pregnancy.*Reproductive Biology and Endocrinology*, 2 (49), 1-15.
- Vilariño, M., Rubianes, E., & Menchaca, A. (2011). Re-use of intravaginal progesterone devices associated with the Short-term Protocol for timed artificial insemination in goats. *Theriogenology*, 75, 1195-1200.
- Walkden-Brown, S. W., Martin, G. B., & Restall, B. J. (1999). Role of male-female interaction in regulating reproducción in sheep and goats. *Journal of Reproduction & Fertility Supplement*,(52), 243-257.
- Wildeus, S. (2000). Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. *American Society of Animal Science*, 1-14.