

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**LA APLICACIÓN DE PROGESTERONA EN COMBINACIÓN CON EL
EFECTO MACHO NO MODIFICA LA RESPUESTA OVULATORIA, NI
LA FERTILIDAD EN CABRAS**

POR:

ALBERTO CONTRERAS ANGELES

TESIS:

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

OCTUBRE 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



LA APLICACIÓN DE PROGESTERONA EN COMBINACIÓN CON EL
EFECTO MACHO NO MODIFICA LA TASA OVULATORIA, NI LA
FERTILIDAD EN CABRAS

TESIS

POR:

ALBERTO CONTRERAS ANGELES

ASESOR PRINCIPAL

DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

OCTUBRE 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



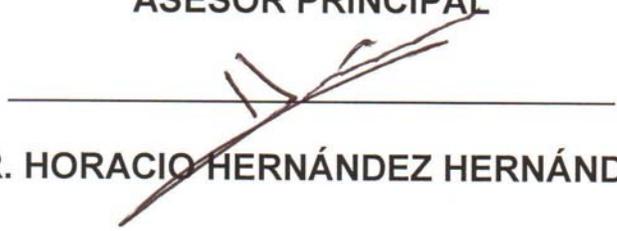
LA APLICACIÓN DE PROGESTERONA EN COMBINACIÓN CON EL
EFECTO MACHO NO MODIFICA LA TASA OVULATORIA, NI LA
FERTILIDAD EN CABRAS

TESIS

POR:

ALBERTO CONTRERAS ANGELES

ASESOR PRINCIPAL


DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL


M.C. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELIAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

OCTUBRE 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



PRESIDENTE DE JURADO



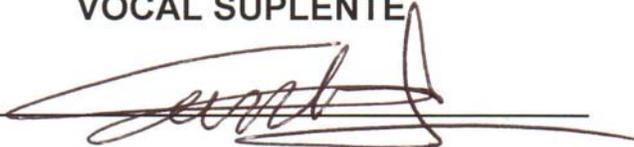
DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

VOCAL


DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

VOCAL


DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

VOCAL SUPLENTE


DR. GERARDO DUARTE MORENO

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**LA APLICACIÓN DE PROGESTERONA EN COMBINACIÓN CON EL
EFECTO MACHO NO MODIFICA LA TASA OVULATORIA, NI LA
FERTILIDAD EN CABRAS**

POR:

ALBERTO CONTRERAS ANGELES

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría

ASESOR PRINCIPAL:

DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

ASESORES:

DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

DR. GERARDO DUARTE MORENO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

OCTUBRE 2008

DEDICATORIAS

A Dios, por estar conmigo durante toda mi vida, por no dejarme solo durante estos 5 años, cuando mas lo necesite, por darme la fuerza, salud, sabiduría y el valor para concluir otro de los grandes proyectos de mi vida. Por todo esto y más GRACIAS.

A MIS PADRES

Maria Isabel Angeles Muñoz y Eloy Contreras Sierra

Gracias por darme vida, por darme la mejor y mas bonita de las familias, gracias por haberme dado la oportunidad y confianza de alejarme de ustedes aun sabiendo que en esos momentos no era la mejor persona que yo hubiera querido ser para ustedes, ahora les dedico a ustedes este logro y les doy la alegría de tener otro profesionista en su familia, por todos los sacrificios hechos durante estos 5 años, en los cuales cambie por completo mi vida, y entendí el verdadero valor que tiene una familia...les doy las gracias y mi mas sincero respeto para ustedes padres.

A MIS ABUELOS

Dominga Muñoz Sarabia y Odilon Angeles Rodríguez

Herlinda Sierra Moreno † y Cresencio Contreras

Dedicada a ustedes abuelitos, gracias por el apoyo y todos los consejos recibidos, gracias por la confianza

dada desde el primer día. Abuelita..me hubiera gustado que vieras cuanto cambie y también haberte dado la alegría de verme convertido en profesionista, pero Dios sabe por que hace las cosas, desde aquí te dedico esta tesis con todo mi cariño.

A MIS HERMANOS

Vianey Contreras Angeles y Eloy Contreras Angeles

Gracias hermanos, por el apoyo, la confianza y claro, por todo el cariño recibido, no nadamas durante estos 5 años, si no durante toda la vida, gracias por escuchar mis problemas y tristezas, gracias Eloy, por tus consejos...por hacerme entender que nada es fácil en la vida, que siempre habrá obstáculos, pero que hay que afrontarlos y seguir adelante con valor y fuerza; gracias vianey, por tu amistad, cariño, confianza y apoyo a lo largo de la carrera y de mi vida, y mas durante este ultimo año cuando mas lo necesite.

A MIS AMIGOS: SECCION "E"

A todos ustedes gracias, por haber compartido estos bonitos 5 años a lado suyo, dedicada en especial para aquellos amigos que siempre estuvieron ahí, compartiendo logros, tristezas y alegrías, para ustedes: Néstor Javier Santos Márquez, Víctor Manuel Nájera Guillen, Omar Nicolás Barcenás, Roberto Hidalgo Méndez, Fernando Santamaría Linares, Omar Román Montes De Oca, Alberto Rendivez Gallardo, Efraín López López, Daniel García Hernández.

A LA FAMILIA VALENCIA CENICEROS

Gabriela Cenicerros, José Luís Valencia, Erika Elizama Valencia
Ceniceros

Gracias por su amistad y cariño, por haberlos conocido, por haber sido parte de su familia durante este último año de la carrera. Gracias por haberme dado y compartido un poco de su vida y de su tiempo. Siempre los recordare, y estaré agradecido con ustedes toda mi vida. Todo mi cariño y respeto para ustedes, gracias.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Horacio Hernández Hernández, por darme la oportunidad de ser su tesista, por su apoyo y asesoramiento para la realización de esta tesis, pero sobre todo gracias por su amistad y por dar parte de su tiempo para lograr concluir esta tesis. Gracias.

Al Dr. José Alfredo Flores Cabrera, por haber sido su alumno durante un semestre, por toda la ayuda y su tiempo prestado durante el experimento y su asesoría para la corrección de esta tesis,

Al Dr. Gerardo Duarte Moreno, por tomarse tiempo para revisar y hacer correcciones para mejorar esta tesis.

Al Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez, por las correcciones y puntos de vista hechos para la corrección de esta tesis

Al M.C Santiago Ramírez Vera, por toda la ayuda y el apoyo otorgado durante la realización de esta tesis, por tomarse parte de su tiempo para finalizar de buena manera el experimento y la finalización de esta tesis.

Al Sr. José Sergio López Rosales, del Ejido Providencia, por facilitar las instalaciones y su ganado para la realización de esta tesis.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por haberme permitido ser parte de esta institución, y por estar en ella durante 5 años adquiriendo conocimientos para ser un buen profesionista. Gracias

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINA
Índice de tablas y figuras	iii
RESUMEN	iv
Capítulo I.- INTRODUCCIÓN	1
Capítulo II.- REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Estacionalidad reproductiva en pequeños rumiantes	4
2.2. Regulación fotoperiódica de la actividad neuroendocrina que determina la estacionalidad reproductiva.	4
2.3. Actividad sexual de las cabras localizadas en regiones templadas	5
2.4. Actividad sexual de las cabras localizadas en regiones subtropicales	5
2.5. Métodos de control de la actividad sexual en los caprinos	6
2.5.1. Métodos usados para la sincronización de la actividad durante la estación natural de reproducción	6
2.5.1.1. Empleo de prostaglandinas (PGF-2 α)	6
2.5.2. Métodos usados para la inducción y sincronización de la actividad sexual durante el anestro estacional	7
2.5.2.1. Uso del dispositivo interno de liberación controlada (CIDR)	7
2.5.2.2 Tratamiento con esponjas vaginales, prostaglandinas y eCG (gonadotropina coriónica equina)	8
2.5.2.3. Utilización del efecto macho	9
2.5.2.4. Uso del efecto macho y aplicación de progesterona	10

OBJETIVO	12
HIPÓTESIS	12
Capítulo III.- MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Localización del experimento	13
3.2 Animales experimentales	13
3.2.1 Machos y manejo zootécnico	13
3.2.1.1 Tratamiento fotoperiódico de los machos	13
3.2.2 Hembras experimentales y manejo	14
3.2.3 Diseño experimental y efecto macho	14
3.3 Variables determinadas	16
3.3.1. Proporción diaria de cabras en estro en los primeros 15 días post- introducción de los Machos	16
3.3.3. Proporción total de cabras que ovularon en los primeros 15 días post-introducción de los machos	17
3.3.4. Tasa Ovulatoria	17
3.3.5. Fertilidad a los 70 días post-exposición al macho	17
3.4 Análisis de Datos	17
Capítulo IV.- RESULTADOS	19
4.1. Proporción diaria de cabras en estro en los primeros 15 días post-introducción de los Machos	19
4.2. Proporción total de cabras que ovularon en los primeros 15 días post-introducción de los machos	19
4.3. Tasa ovulatoria	19
4.4. Fertilidad a los 70 días post-exposición al macho	20
Capítulo V.- DISCUSIÓN	21
Capítulo VI.- CONCLUSIÓN	24
LITERATURA CITADA	25

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

	PÁGINA
Cuadro 1. Condición corporal (CC) promedio \pm (EEM) de las cabras Criollas 7 días antes de someterlas al efecto macho en los dos grupos experimentales.	16
Figura 1. Porcentaje diario de cabras en celo durante los primeros 15 días de exposición al macho. Las cabras del grupo control (GC) (●), solo fueron expuestas a machos sexualmente activos. Las cabras del grupo tratado (GT) (○) además de exponerse al macho ese mismo día recibieron una inyección de 25 mg de P4	20

RESUMEN

En el presente estudio se investigó si en las cabras de la Comarca Lagunera la administración de progesterona (P4) al momento de efectuar el efecto macho (EM) influye sobre la respuesta estral, la respuesta ovulatoria, la tasa ovulatoria y la fertilidad. Para ello, se realizó un estudio a finales del mes de mayo, en el cual se utilizaron 2 grupos homogéneos de cabras Criollas multíparas, que se encontraban en estado anovulatorio debido al anestro estacional. En el primer grupo las cabras fueron sometidas a EM y no recibieron tratamiento hormonal (GC; n=12). En otro grupo de cabras, además de someterlas a EM, momentos antes, cada cabra recibió intramuscularmente 25 mg de P4 (GT; n=11). Los machos utilizados fueron previamente inducidos a una intensa actividad sexual mediante un tratamiento fotoperiódico de días largos. En las cabras de ambos grupos, el celo se determinó dos veces por día (en las mañanas y en las tardes) durante los 15 días que permanecieron los machos. En ambos grupos de cabras se determinó mediante una ecografía transrectal realizada a los 22 días después del contacto con los machos el número de cabras que ovularon. Por último, en ambos grupos de cabras a los 70 días post-contacto con los machos se determinó también mediante una ecografía trans-abdominal el número de hembras gestantes. Un 70% de las cabras del GC que mostraron celo al día 2 después de introducir el macho repitieron conducta estral al día 7 post-introducción del macho. En cambio, en el GT aunque no alcanzó significancia, solamente un 36% de las cabras que mostraron un primer celo volvió a presentar celo hasta el día 10 post-introducción ($P > 0.05$). La proporción total de cabras que ovularon en respuesta al macho no difirió entre el GC (92%) y el GT (100%). De igual manera, aunque la tasa ovulatoria fue ligeramente superior en el GT (1.5 cuerpos lúteos), ésta no difirió a la observada en el GC (1.2 cuerpos lúteos; $P > 0.05$). Por último, la tasa de gestación, determinada mediante una ecografía transrectal a los 70 días después

del efecto macho no fue diferente entre las cabras del GC y las del GT (83% vs 91%, respectivamente; $P>0.05$). Con estos resultados se concluye que en las cabras de la Comarca Lagunera la aplicación de P4 al momento del EM disminuye la presentación de ciclos estrales cortos sin modificar la respuesta ovulatoria, la tasa de gestación, ni la fertilidad.

Palabras clave: Progesterona, Efecto Macho, Tasa ovulatoria, Fertilidad.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los caprinos son una especie que proporciona al hombre alimentos (leche, carne y sus derivados), vestimenta (fibras, pelo y pieles) y en algunas zonas los caprinos pueden utilizarse para controlar la propagación de hierbas y malezas (Arbiza, 1986). Los caprinos en México tiene una gran importancia, ya existe población aproximada de 9,500,000 cabezas, lo cual sitúa a México como uno de los principales países productores de caprinos en América Latina (SAGARPA, 2005). En el estado de Coahuila existe una población de ganado caprino de 649, 194 cabezas. En la Comarca Lagunera de Coahuila y Durango la producción de leche fue de 80,119,000 litros en el año 2006 (SAGARPA, 2006). En lo que respecta a Coahuila, la producción de carne registrada en este mismo año fue de 4,330 toneladas. Por ello, la crianza de esta especie constituye una fuente importante de alimentación y sustento para las familias dedicadas a esta actividad (INEGI, 2000-2005).

En las cabras de la Comarca Lagunera, el sistema de explotación que predomina actualmente, es el sistema de producción extensivo. Pero actualmente se comienza a incrementar la crianza intensiva en establos en los cuales también se explotan los bovinos lecheros. En esta Comarca, los principales factores limitantes de la producción caprina están asociados a la carencia alimenticia en los animales mantenidos en pastoreo en algunos meses del año y a la concentración de los partos en el invierno. La deficiencia alimenticia que se agudiza entre enero y abril contribuye a bajos índices de fertilidad, altos índices de abortos y elevada mortalidad de adultos y crías (CIID, 1998).

Los caprinos existentes en la Comarca Lagunera, explotados de manera intensiva o extensiva, manifiestan variaciones estacionales en su actividad reproductiva (Delgadillo *et al.*, 2004; Duarte *et al.*, 2008). En los machos, el periodo de reposo sexual ocurre de enero a abril, mientras que en las hembras, el periodo de anestro sucede de marzo a agosto. En ambos sexos, esta estacionalidad es provocada por las variaciones de la duración del día. Los días cortos estimulan la actividad sexual y los días largos la inhiben. Este patrón estacional de la actividad reproductiva ocasiona que la producción de carne de cabrito y de leche se presente de manera estacional. A su vez esta variación provoca variaciones en el precio de estos productos, esto es, el precio es alto cuando hay poca cantidad y disminuye cuando se incrementa la producción (Salinas *et al.*, 1993).

Una manera de evitar que la producción de los caprinos en la Comarca Lagunera se concentre en ciertas épocas del año, es induciendo la actividad reproductiva en los períodos de anestro. Si embargo, las técnicas de inducción de actividad sexual utilizadas en las hembras y los machos durante el periodo de anestro y reposo sexual, respectivamente, deben ser simples, baratas y factibles de incorporarse a los sistemas de explotación existentes en estas regiones.

Actualmente, los productores de cabras en estabulación gastan cantidades importantes de dinero para inducir la actividad sexual de las hembras durante el anestro al utilizar hormonas exógenas como las esponjas vaginales impregnadas con acetato de fluorogestona, hormona gonadotrópica coriónica equina (eCG), y prostaglandinas (cloprostenol). Una técnica barata para inducir la actividad sexual de las cabras fuera de la estación sexual es el efecto macho (EM). Éste consiste en introducir un macho cabrío sexualmente activo a un grupo de hembras anéstricas. Con esta técnica se han obtenido hasta un 95% de fertilidad en las hembras (Delgadillo *et al.*, 2002). Sin embargo, con esta técnica existe el inconveniente de que en una buena proporción de cabras se presenten dos picos de actividad estral y dos picos de actividad ovulatoria. Ello provoca que ocurran dos picos de partos separados por algunos días, lo cual no sincroniza uniformemente las pariciones. La aplicación de progesterona (P4) al momento de

introducir los machos suprime la presentación de ciclos cortos (Chemineau *et al.*, 2006). Por ello, en cabras actualmente se ha comenzado a incluir la aplicación de P4 (25 mg) al momento del contacto con los machos resultando en un solo pico de celos y ovulaciones (Gonzalez-Bulnes *et al.*, 2006). Sin embargo, en las cabras locales de la Comarca Lagunera que son explotadas de manera extensiva y que poseen una condición corporal baja no se ha determinado la respuesta al EM combinado con una simple inyección de P4.

El objetivo del presente estudio es conocer la respuesta sexual de las cabras locales de la Comarca Lagunera cuando reciben una inyección de P4 al momento de someterlas al EM.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Estacionalidad reproductiva en pequeños rumiantes

Los pequeños rumiantes como las ovejas y cabras presentan, como sus ancestros salvajes, un periodo de reposo sexual estacional de duración e intensidad variable entre razas. En ambos sexos la actividad sexual (espermatogénesis en el macho y actividad ovulatoria y estral en la hembra) es mínima en primavera y verano y máxima en otoño e invierno. Esta estacionalidad reproductiva resulta de una combinación de factores medioambientales, de los cuales el fotoperíodo es el principal responsable de las variaciones de la actividad sexual al sincronizar el ritmo endógeno circanual de reproducción (Thiéry *et al.*, 2002)

2.2. Regulación fotoperiódica de la actividad neuroendocrina que determina la estacionalidad reproductiva

En cabras y ovejas, el mecanismo implicado en el control fotoperiódico de la actividad reproductiva esta en parte comprendido. Así, la duración del día es percibida por la retina y la señal de luz es recibida en la glándula pineal. Después, la pineal sintetiza la melatonina y la secreta en la sangre en ausencia de luz y dicha secreción se detiene cuando aparece nuevamente la luz del día. El ritmo circadiano en la secreción de melatonina, el cual depende de la duración del fotoperíodo, determina la actividad del hipotálamo para producir el factor liberador de gonadotropinas (GnRH). Dicho factor a su vez, controla la secreción de la hormona luteinizante (LH) y así, la actividad reproductiva (Chemineau *et al.*, 1991).

2.3. Actividad sexual de las cabras localizadas en regiones templadas

En las zonas de latitudes templadas, la razas de cabras permanecen anéstricas y anovulatorias durante los días largos de la primavera y el verano. Éstas comienzan a mostrar actividad sexual al mismo tiempo en que disminuye el fotoperíodo durante el otoño (Hafez, 1993). Registros colectados durante 35 años por la Sociedad Británica de Caprinocultura indican que en el hemisferio norte, la estación de reproducción de las cabras inicia en agosto y se extiende hasta el mes de marzo. Asimismo, dichos registros señalan que en estas cabras existe un pico de apareamientos que se presenta durante octubre y noviembre (Asdell, 1926). Lo anterior coincide con lo reportado en las cabras Alpinas y Saanen en Francia, en las cuales el período natural de reproducción se desarrolla de septiembre a febrero, es decir en otoño e invierno (Chemineau *et al.*, 1992). En la región norte de la provincia de Neuquén en la Patagonia Argentina (41° S), las hembras caprinas Criollas presentaron una actividad reproductiva estacional. Esto es, las hembras mostraron un período de ovulaciones totales (con o sin estros) que se extendió desde fines de marzo a principios de septiembre (Cueto *et al.*, 2003).

2.4. Actividad sexual de las cabras localizadas en regiones subtropicales

En las cabras de la Comarca Lagunera, región subtropical de México, las hembras muestran actividad sexual (ovulaciones) del mes de septiembre al mes de febrero (Duarte *et al.*, 2008 en prensa). En esta región, el período de reposo sexual en los machos y el período de anestro en las hembras coincide con la estación seca. Por ello se postuló que los cambios en la disponibilidad de alimento eran los responsables de dicha estacionalidad reproductiva (Sáenz-Escárcega *et al.*, 1991). Sin embargo, esta estacionalidad reproductiva también se observó en los animales mantenidos en condiciones extensivas, en donde recibieron una adecuada nutrición (Delgadillo *et al.*, 1999; Duarte *et al.*, 2008 en prensa). También en las cabras Cashmere localizadas en regiones subtropicales de Australia (29° S), se ha observado que ellas presentan variaciones estacionales en su actividad sexual. En efecto, Restall (1992) encontró que en esas cabras la

época de actividad sexual se presentó de febrero a agosto (otoño-invierno), mientras que el período de inactividad sexual se presentó de septiembre a enero (primavera-verano). En Argentina (30° S), las cabras nativas Criollas muestran su actividad reproductiva de marzo a septiembre y el período de anestro estacional ocurre de octubre a febrero (Rivera *et al.*, 2003). Estos antecedentes, describen claramente que las cabras localizadas en regiones subtropicales presentan marcadas variaciones estacionales en su actividad reproductiva. Por ello, en estos animales debería de estudiarse los métodos para inducir y sincronizar la actividad sexual fuera del período natural de reproducción.

2.5. Métodos de control de la actividad sexual en los caprinos

Existen diversas razones para manipular la actividad sexual en los caprinos. Primero, la sincronización del estro puede servir para controlar el tiempo de reproducción y la ocurrencia de los partos para un mejor manejo del rebaño y facilitar en gran medida la utilización de los programas de inseminación artificial. De igual modo, el control de la reproducción permite inducir la actividad sexual en animales con reproducción estacional, lo cual disminuiría el intervalo de tiempo requerido para producir nuevas generaciones de individuos dentro del hato. Finalmente, la sincronización del celo es necesaria para la preparación de cabras donadoras y receptoras en los programas de transferencia de embriones.

2.5.1. Método usado para la sincronización de la actividad durante la estación natural de reproducción

2.5.1.1. Empleo de prostaglandinas (PGF-2 α)

La administración de PGF-2 α o sus análogos (cloprostenol) pueden ser utilizados durante la estación natural de reproducción para la sincronización del estro. La administración de PGF-2 α causa la regresión del cuerpo lúteo y el cese de la producción de P4. Se ha demostrado que esto es efectivo del día 4 al 17 del ciclo estral de la cabra (Ott, 1980, 1896). Así, durante el período natural de

reproducción de las cabras es posible sincronizar el estro mediante la administración de una inyección intramuscular de 1.25 a 2.5 mg de PGF-2 α (Bretzlaff *et al.*, 1981, 1983) o bien con 125 μ g de cloprostenol (Nutti *et al.*, 1992), con el cual las cabras inician el celo a ~50 h después de su administración. Cuando los animales no responden a la primera inyección (es decir no muestran signos de estro dentro de los primeros 2-3 días después de la aplicación) o cuando no se conoce el momento del ciclo estral, se debe aplicar una segunda inyección a los 10-12 días después. Con estas 2 inyecciones, al menos todas aquellas cabras cíclicas deberían responder. Ott *et al.* (1980) sincronizaron cabras Criollas usando 2 inyecciones de 8 mg de PGF-2 α aplicadas intramuscularmente con un intervalo de 11 días entre las 2 aplicaciones y ellos observaron que el 70% de las hembras mostraron celo a ~54 h después de la primera inyección y un 94% de ellas estuvieron en celo a ~53 h después de la segunda inyección. En otro estudio, El-Amrawi *et al.* (1993), trataron cabras Saanen con el mismo protocolo usado por Ott *et al.* (1980), y reportaron que todas las hembras entraron en celo dentro de las primeras 48 h después de la primer inyección y el 80% de ellas estuvieron gestantes después de las cubriciones. En un estudio realizado con cabras enanas Africanas, Akusu *et al.* (1986) reportaron que la mayoría de las cabras estuvieron en celo a ~42 y 59 h después de la segunda inyección de 5 y 10 mg de un análogo de PGF-2 α , respectivamente. Ellos observaron que existió un intervalo de 20 a 48 h entre el inicio del celo y la presentación de la ovulación.

2.5.2. Métodos usados para la inducción y sincronización de la actividad sexual durante el anestro estacional

2.5.2.1. Uso del dispositivo interno de liberación controlada (CIDR)

El CIDR es un tubo de silicón intravaginal que contiene progesterona (P4; Rathbone *et al.*, 1998). Este producto ha sido investigado ampliamente para su uso potencial en ovejas y cabras y se han obtenido resultados prometedores. Por ejemplo, en las cabras de la raza Cashmere, Ritar *et al.* (1990) compararon el CIDR y las esponjas tradicionales que contienen acetato de fluorogestona (FGA;

ver siguiente apartado), para su uso en esquemas de inseminación artificial. En esos ensayos, las cabras fueron tratadas intravaginalmente con esos productos durante 15 a 20 días con el fin de evitar los ciclos cortos que son característicos en las cabras sometidas al EM. Además, al final del tratamiento a todas las cabras se les aplicó 200 UI de eCG y fueron expuestas a machos castrados tratados con testosterona (efecto macho). En estos estudios, no existieron diferencias en el número de cabras que respondieron al tratamiento con CIDR y con FGA. Sin embargo, el tiempo a la inseminación se adelantó por 10h en el grupo CIDR, ya que estas cabras ovularon 10h antes que las tratadas con FGA. En esos experimentos, la fecundidad (número de fetos/número de cabras gestantes) fue mayor en las cabras tratadas con el CIDR cuando la inseminación se realizó a las 39h (1.27) que cuando se realizó a las 45h (1.20) después del término del tratamiento.

2.5.2.2 Tratamiento con esponjas vaginales, prostaglandinas y eCG (Gonadotropina coriónica equina)

El tratamiento con esponjas vaginales es el método más antiguo que se usaba para el control de la reproducción en los caprinos. Inicialmente este método consistía en colocar una esponja vaginal impregnada con 45 mg de acetato de fluorogestona (FGA), la cual permanecía en la vagina durante 21 días. Además, al momento del retiro de las esponjas, se aplicaba intramuscularmente una dosis de 400 UI de eCG. Con este método se sincronizaba el estro en un 95% de las cabras lecheras tratadas, el 93% de ellas entraron en celo dentro de las primeras 24 h, iniciándose a las 12 h después del retiro de las esponjas. Con este tratamiento se obtenía una fertilidad de 56%, usando semen congelado (Corteel, 1975). Estudios durante el anestro estacional realizados por Corteel *et al.* (1968) condujeron a cambiar el tiempo de la inyección de la eCG. Así, la eCG fue inyectada 48 h antes de que la esponja fuera retirada. Con ello, el estro fue inducido en aproximadamente un 100% de las cabras tratadas y en un 84% de ellas, el estro se presentó en un período de 24 h, iniciándose 12 h después del retiro de la esponja.

Posteriormente, se realizaron varias investigaciones y se encontró que con una permanencia de sólo 11 días de las esponjas se obtuvieron buenos resultados en cuanto a fertilidad. Así, Corteel *et al.* (1988) demostraron en cabras Alpinas y Saanen que utilizando semen congelado se obtuvo una mayor fertilidad cuando las esponjas (FGA) permanecieron durante 11 días (61.1%) que cuando las esponjas permanecieron por 21 días (56.7%). Por ello, actualmente este último tratamiento es el más usado para el control del celo y la ovulación en las cabras. El tratamiento de 11 días durante la estación de anestro consiste en lo siguiente: las esponjas impregnadas con 45 mg de FGA son insertadas en la vagina de las cabras durante 11 ± 1.0 días. Cuarenta y ocho horas antes del retiro se aplica una inyección intramuscular con una dosis de eCG, que dependerá de la producción de leche. Además, en este mismo tiempo se le aplica también una dosis de 50 μg de cloprostenol. Debido a que la dosis de eCG fue inicialmente calculada para cabras lecheras Alpinas y Saanen, debe de adaptarse según la raza que se utilice con el fin de evitar una elevada tasa de ovulación. En las cabras Cashmere Australianas y en las cabras locales de doble propósito en México, la dosis varía de 200 a 400 UI (Delgadillo, 2005).

2.5.2.3. Utilización del efecto macho

La introducción de un macho sexualmente activo en un grupo de hembras en anestro, puede inducir la actividad reproductiva en las hembras unos días después de ponerlos en contacto. Este fenómeno es llamado efecto macho (Walkden-Brown *et al.*, 1999; Rosa y Bryant, 2002; Delgadillo *et al.*, 2006).

Durante la estación de anestro en las hembras anovulatorias, la secreción de GnRH y LH es menor, debido principalmente a la retroalimentación negativa que ejerce el estradiol en el hipotálamo e hipófisis anterior (Martin *et al.*, 1986). Después de la introducción de los machos, la secreción de LH se incrementa (Rosa y Bryant, 2002). Este aumento provoca un incremento en el número y diámetro de los folículos ováricos (Ungerfeld *et al.*, 2004). A su vez, el desarrollo folicular incrementa la secreción de estradiol, el cual provoca la aparición de un

pico preovulatorio de la LH de las 24 a las 30 horas después del primer contacto con el macho y la ovulación ocurre de 24 a 36 horas más tarde (Martin, 2002).

En las hembras que responden al EM, el primer estro ocurre del día 1 al día 9 después de iniciado el contacto, pero esta conducta se presenta más frecuente 2 días después del contacto (Chemineau, 1983). Después de 7 días de contacto, el 97% de las cabras ovula. En las cabras criollas del norte de México, la ovulación inducida está asociada con un 60% de estros y es seguida en un 75% de un ciclo ovulatorio de corta duración que, en promedio, dura de 5 a 7 días. Después de este ciclo corto se produce otra ovulación que se acompaña con el 90% de conducta de celo y de una fase lútea de duración normal (Chemineau, 1983, Flores *et al.*, 2000, Delgadillo *et al.*, 2003). Sin embargo, utilizando machos sexualmente activos, es decir, que muestren un intensa conducta sexual (olor, aproximaciones, vocalizaciones) la respuesta de las cabras mejora notablemente, ya que todas las hembras ovulan y manifiestan al menos un celo dentro de los primeros 11 días después de la introducción del macho (Flores *et al.*, 2000).

2.5.2.4. Uso del efecto macho y aplicación de progesterona

A pesar de que el EM es un fenómeno capaz de sincronizar la actividad sexual de las cabras en anestro, en una proporción de las hembras se provoca una primera ovulación de 24 a 36 h después del contacto y en ocasiones dicha ovulación puede retardarse considerablemente (Ott *et al.*, 1980). La calidad de esa primera ovulación es muy pobre y ocurre una luteólisis temprana, por lo cual en su mayoría resulta un ciclo estral corto (González-Bulnes *et al.*, 2006). Esta luteólisis que se presenta del día 4 al 5 después de introducir el macho provoca bajas concentraciones de P4 en torrente sanguíneo. Después de este ciclo corto las hembras vuelven a ovular en un tiempo de 6 a 9 días después de la introducción del macho. Esta segunda ovulación es siempre seguida de un ciclo de duración normal.

Bajo este esquema de esta respuesta existe el inconveniente de que en una alta proporción de cabras se presenten dos picos de actividad estral. La aplicación de P4 al momento de introducir los machos suprime la presentación de ciclos cortos, esto probablemente no se debe a un retardo en la ovulación, sino más bien por un bloqueo en la síntesis de prostaglandinas impidiendo la luteólisis temprana (Chemineau *et al.*, 2006). Por ello, en cabras actualmente se ha comenzado a incluir la aplicación de P4 (25 mg) al momento del contacto con los machos resultando en un solo pico de celos y ovulaciones (Gonzalez-Bulnes *et al.*, 2006).

En las cabras locales de la Comarca Lagunera, el EM ha sido realizado exitosamente y la respuesta estral y ovulatoria de estas cabras se presenta característicamente en dos picos como lo reportado en otros estudios (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2006). Sin embargo, hasta hoy en estos animales locales, que son explotados de manera extensiva y que tienen una condición corporal baja, no se conoce si la aplicación de P4 al momento de realizar el EM, suprime la presentación de los ciclos cortos. Por ello, el objetivo de la presente tesis es investigar la respuesta de las cabras que reciben una inyección de P4 al momento de realizar el EM.

OBJETIVO

El objetivo de la presente tesis, es investigar si en las cabras anéstricas la administración de P4 al momento del EM suprime la presentación de ciclos estrales cortos sin modificar la tasa ovulatoria, el número de animales que ovulan y su fertilidad.

HIPÓTESIS

La administración de P4 en cabras anéstricas al momento del EM suprime la presentación de los ciclos estrales cortos sin modificar el número de animales que ovulan y su fertilidad.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del experimento

Este estudio se realizó del 29 de mayo al 12 de junio del 2008 en las instalaciones experimentales del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna y en el Ejido Providencia, Municipio de Matamoros, Coahuila. Esta localidad se encuentra ubicada en la Comarca Lagunera, la cual está situada a una latitud 26° Norte y a una altitud que varía de 1100 a 1400 metros sobre el nivel del mar.

3.2 Animales experimentales

3.2.1 Machos y manejo zootécnico

Para este estudio se utilizaron 8 machos cabríos Criollos adultos de la Comarca Lagunera, de aproximadamente 2 años de edad. Estos animales se encontraban en un sistema de explotación intensiva y eran alojados en corrales al aire libre. Durante todo el estudio se alimentaron con heno de alfalfa a libre acceso y 300 g de concentrado comercial (14 % de Proteína Cruda) por día y por animal. Además, tenían libre acceso a sales minerales y agua. Dichos machos fueron previamente descornados, desparasitados, vitaminados y despezñados.

3.2.1.1 Tratamiento fotoperiódico de los machos

Los machos se sometieron del 1 de noviembre de 2007 al 29 de mayo de 2008 a días largos continuos artificiales (16 horas de luz por día) en instalaciones abiertas. Para ello, el corral fue equipado con 10 lámparas de "luz

de día” de 75 Watts cada una y que proporcionaba una intensidad luminosa mínima de 300 lux al nivel de los ojos de los animales. El mecanismo de encendido y apagado de las lámparas se efectuó con un reloj automático y programable (Interamic, Timerold, USA). El encendido de las lámparas fue fija y ocurrió diariamente a las 06:00 horas. Las lámparas eran apagadas cuando existía suficiente luz natural (09:00 horas). Después, eran encendidas nuevamente antes del crepúsculo natural (17:00 horas) y apagadas a las 22:00 horas. Esto permitió que los animales percibieran días largos de 16 horas de luz por día. Está demostrado que este tratamiento permite inducir una intensa actividad sexual en los machos cabríos durante el periodo de reposo sexual (Flores *et al.*, 2000).

3.2.2 Hembras experimentales y manejo

Se utilizaron 23 hembras caprinas Criollas adultas, las cuales pertenecían a un rebaño de 100 animales explotados en un sistema extensivo en el Ejido Providencia, Municipio de Torreón, Coahuila. La ciclicidad de las hembras se determinó mediante 1 ecografía transrectal 10 días antes de la introducción de los machos. Para ello, se utilizó un ultrasonido (*Aloka SSD 550, Tokio, Japón*) equipado con un transductor lineal de 7.5 MHz. Las hembras que se encontraban anovulatorias (es decir que no presentaron un cuerpo lúteo) fueron estabuladas durante los 15 días del estudio y alimentadas con 2 kg de heno de alfalfa y 300 g de concentrado comercial (14 % de proteína cruda) por día y por animal, además de agua y sales mineares al libre acceso. Las cabras utilizadas para este estudio fueron previamente descornadas, desparasitadas, vitaminadas y despezñadas.

3.2.3 Diseño experimental y efecto macho

Con las 23 cabras seleccionadas se establecieron 2 grupos de cabras estandarizadas de acuerdo a la condición corporal (Cuadro 1). Los tratamientos fueron los siguientes:

Un grupo de hembras (Grupo Control, GC; n=12) fue sometido únicamente al efecto macho y no se le aplicó tratamiento alguno.

Un segundo grupo de hembras (Grupo Tratado GT; n=11) además de haber sido expuestas al macho, momentos antes de exponerlas al macho, cada una de ellas recibió una aplicación de 25 mg de P4 (laboratorio Fort Dodge®). Los animales de ambos grupos experimentales fueron alojados en corrales hechos con malla ciclónica y cuyas dimensiones fueron de 5 x 6 m. Estos corrales disponían de comederos, bebederos y una lona amplia que les proporcionó sombra suficiente.

El 29 de mayo de 2008 a las 11:30 AM los machos fueron introducidos en cada grupo de hembras. En ambos grupos los machos permanecieron con las hembras durante 15 días después de la introducción de los mismos.

Cuadro 1. Condición corporal (CC) promedio (\pm sd) de las cabras Criollas de los dos grupos experimentales 7 días antes de someterlas al efecto macho.

GC		GT	
Cabra	CC	Cabra	CC
800	2.0	801	2.0
807	2.0	810	2.0
820	2.0	811	2.5
823	2.0	812	2.0
827	2.5	813	2.0
830	2.0	814	2.5
836	2.0	818	2.0
841	2.0	828	2.0
849	2.0	844	2.0
852	2.0	846	2.0
859	2.0	847	2.0
861	2.0		
Promedio	2.04		2.09
sd	\pm 0.15		\pm 0.20

3.3 Variables determinadas

3.3.1. Proporción diaria de cabras en estro en los primeros 15 días post-introducción de los machos

La conducta estral de las cabras de ambos grupos fue determinada dos veces por día (en la mañana y por las tardes) después de introducir los machos. Para ello, tanto en las mañanas como en las tardes, los machos eran cambiados de un corral a otro y se observaba la conducta de las hembras. Se consideró que una cabra se encontraba en estro cuando aceptó ser montada por el macho (Chemineau y Thimonier, 1986). Al final las cabras que habían sido retiradas fueron reintroducidas al corral. En una hoja de registro se llevó el control de los animales en celo/día. La cabra que se detectaba en celo era

removida del corral para que el macho continuara la detección de otras hembras en celo. Se definió como un ciclo estral de corta duración cuando el intervalo entre el inicio de un celo al inicio del segundo celo fue menor a 17 días (Chemineau, 1987).

3.3.3. Proporción total de cabras que ovularon en los primeros 15 días post-introducción de los machos

Para determinar el número de cabras que ovularon a los 22 días después de la introducción de los machos se realizó en cada cabra un ultrasonido transrectal utilizando un equipo marca *Aloka SSD 550 (Tokio, Japón)* que cuenta con un transductor lineal de 7.5 MHz. El criterio para determinar si una hembra había ovulado fue la presencia de al menos un cuerpo lúteo en uno de los ovarios.

3.3.4. Tasa ovulatoria

La tasa ovulatoria se calculó contando el número de cuerpos lúteos presentes en los ovarios al momento de realizar las ecografías.

3.3.5. Fertilidad a los 70 días post-exposición al macho

Con la finalidad de determinar las cabras gestantes, en ambos grupos se realizó una ecografía trans-abdominal utilizando el equipo de ultrasonido mencionado anteriormente y utilizando para este caso un transductor abdominal de 5.0 MHz.

3.4 Análisis de datos

La proporción diaria de cabras en celo se comparó entre los dos grupos mediante una prueba de Chi cuadrada. Asimismo, mediante este procedimiento se comparó entre grupos el número total de cabras que ovularon en los 15 días que permaneció el macho. La tasa ovulatoria se comparó mediante la prueba U de Mann-Witney. Por último, la fertilidad a los 70 días de gestación se comparó

con una prueba de Chi cuadrada. Estos análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico SYSTAT 10 (SPSS-Evanston California). Los resultados son expresados en porcentajes y en promedio \pm error desviación estándar del promedio (\pm sd).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Proporción diaria de cabras en estro en los primeros 15 días post-introducción de los machos

Los porcentajes diarios de cabras que mostraron celo son mostrados en la Figura 1. El 70% (7 de 10) de las cabras que no recibieron P4 mostraron un primer celo al día 2 y un segundo celo al día 7 después de la introducción del macho. En cambio, aunque no existió diferencia estadística ($P>0.05$), solamente un 36% (4 de 11) de las cabras tratadas con P4 mostró celo por segunda ocasión al día 10 después de ponerlas en contacto con el macho.

4.2. Proporción total de cabras que ovularon en los primeros 15 días post-introducción de los machos

En la ecografía realizada una semana después de haber retirado los machos, se confirmó que no existió diferencia en el número de animales que mostraron ovulación ($P>0.05$). En efecto, se observó que el 92 y 100 % de las cabras del GC y GT respectivamente, ovularon.

4.3. Tasa ovulatoria

El número de cuerpos lúteos encontrados durante las ecografías transrectales no difirió entre los dos grupos experimentales ($P>0.05$). En efecto, la tasa ovulatoria fue de 1.5 ± 0.7 y 1.2 ± 0.6 cuerpos lúteos en el GT y GC respectivamente.

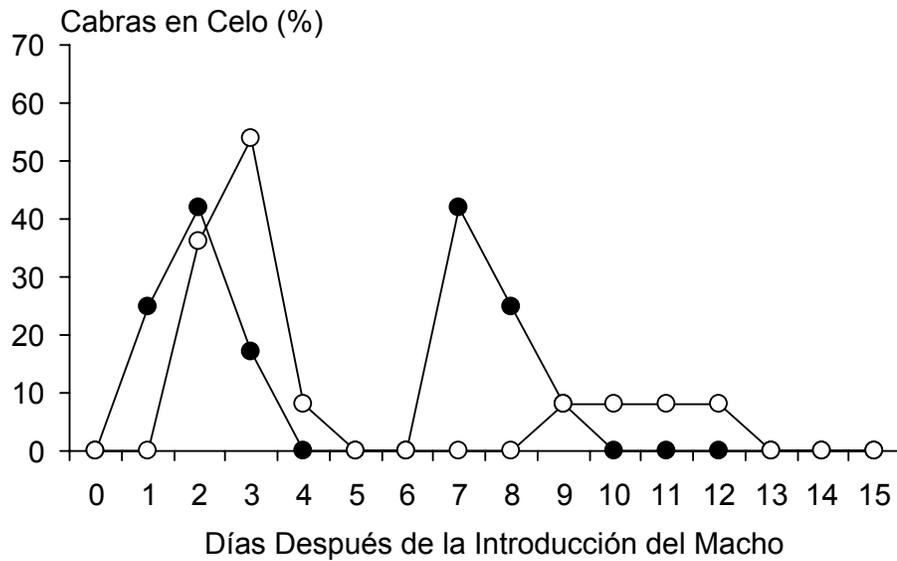


Figura 1. Porcentaje diario de cabras en celo durante los primeros 15 días de exposición al macho. Las cabras del GC (●; n= 12), solo fueron expuestas a machos sexualmente activos. Las cabras del GT (○; n= 11), además de exponerse al macho ese mismo día recibieron una inyección de 25 mg de P4.

4.4. Fertilidad a los 70 días pos-exposición al macho

La fertilidad a los 70 días post-exposición al macho no fue diferente entre las cabras del GC y las del GT (83% vs 91%, respectivamente; $P > 0.05$).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de tesis indican claramente que la combinación del EM con la aplicación de P4, resulta en un porcentaje importante (> al 50%) de hembras que muestran celo al día 3 después de introducir el macho. En cambio, en las cabras que no son tratadas con P4, existen 2 picos de actividad estral separados por 5 días. Sin embargo, ni el porcentaje de cabras que ovularon, ni la tasa de ovulación, ni la fertilidad fueron modificadas por la aplicación de P4.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos en las cabras Murciano-Granadina, en las cuales solo un bajo porcentaje de cabras (30%) mostraron un ciclo estral de corta duración, es decir, volvieron a repetir celo a los 5 días después de ponerlas en contacto con el macho (Gonzalez-Bulnes *et al.*, 2006). Así mismo, los resultados del presente trabajo son similares a los reportados en ovejas por varios investigadores, en el hecho de que se presenta un solo pico de celos de 18 a 20 días, después de la introducción del carnero si éstas son previamente tratadas con P4 (Oldham *et al.*, 1985; Pearce *et al.*, 1985). La diferencia en la latencia al celo entre las dos especies es debida al diferente mecanismo fisiológico requerido para mostrar la conducta de estro. Así, la oveja requiere de suficiente presencia de P4 endógena para que el estradiol pueda disparar la conducta de celo (Robinson, 1959) y esta conducta no se despliega a menos que sea precedida por una fase lútea de duración normal (Khaldi, 1984, Lassoued, 1998). Por el contrario, las cabras no requieren de esa preparación y cerca del 60% de ellas muestran celo del día 2 al 4 después de introducir los machos.

En las hembras sometidas al EM, la fisiología de cómo la aplicación de P4 suprime en un gran porcentaje de ellas la manifestación de ciclos estrales de corta duración no está completamente comprendida. Como anteriormente se mencionó, las inyecciones de P4 suprimen la formación de cuerpos lúteos de vida corta y ello resulta en una mejor sincronización del estro, por el hecho de que se presenta un solo pico de celos, en lugar de dos. La mayoría de los experimentos fueron hechos inyectando dosis adecuadas de P4 (20 mg/oveja) el mismo día de la introducción del macho. Esto provoca un retraso importante en eventos que ocurren posteriores al contacto con los machos: en ovejas el pico preovulatorio de la LH y la subsecuente ovulación son retardadas de 24 a 72 h (Martin *et al.*, 1981; Pearce *et al.*, 1985; Martin *et al.*, 1986). Lo anterior fue también demostrado en la cabra (Chemineau, 1985; Lassoued *et al.*, 1995). La supresión del cuerpo lúteo de vida corta y del alargamiento del intervalo introducción del macho-pico preovulatorio de la LH, permite pensar en que la formación de ese cuerpo lúteo de vida corta es debido a una insuficiente maduración folicular antes de la ovulación. Esta hipótesis es apoyada por el hecho de que al inducir ovulaciones prematuras por inyecciones de GnRH en ovejas tratadas con P4 se restauró la formación de un cuerpo lúteo de duración normal (Pearce *et al.*, 1985, Lassoued, 1998).

Sin embargo, estudios más recientes mencionan que el tratamiento clásico con P4 actúa dramáticamente sobre la secreción uterina de PGF para reducir sus niveles y probablemente reducir también la oxitocina en plasma (la cual podría ser de origen ovárico). Esto apoya la hipótesis de un efecto local de la P4 sobre el útero o el ovario, más que un efecto central que retarde el pico preovulatorio de LH, (Lassoued, 1998; Chemineau *et al.*, 2006). En efecto, Gonzalez-Bulnes *et al.* (2006) demostraron en la cabra que una simple inyección de P4 estimuló la emergencia de una nueva oleada folicular, cuyos folículos fueron capaces de crecer y proporcionar una adecuada ovulación en respuesta al EM.

Los resultados del presente estudio confirman que en las cabras del subtrópico mexicano que poseen una condición corporal de 2.0 puntos y que se alimentan de la vegetación disponible en las áreas de pastoreo, la aplicación de

P4 al momento de realizar el EM reduce el número de cabras que presentan ciclos cortos, comparado con las que no reciben P4. Asimismo, este tratamiento no modificó ni el número de cabras que ovulan, ni la tasa ovulatoria, ni tampoco la fertilidad a los 70 días después del efecto macho. Es importante mencionar que estos resultados fueron obtenidos al utilizar machos que previamente recibieron un tratamiento fotoperiódico y que mostraban una intensa actividad sexual.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente tesis permiten concluir que en las cabras anéstricas del subtrópico mexicano, la aplicación de P4 al momento del EM reduce el número de cabras que muestran un ciclo estral corto. Asimismo, este tratamiento con P4 no disminuyó la respuesta ovulatoria, ni la fertilidad comparado con las cabras no tratadas.

LITERATURA CITADA

Akusu, M.O., Osuawuh, A.I.A., Akpokodje, J.U., Egbunike, G.N. (1986). Ovarian activities of the west African dwarf goat (*Capra hircus*) during oestrus. J. Reprod. Fert. 78, 459-462.

Arbiza-Santos, I. (1986). Los caprinos en México. En: Producción de caprinos (Arbiza-Santos I. ed), 1ª. Edición. AGT Editor, México D.F. p. 47-75.

Asdell, S.A. (1926). Variation in the onset of the breeding year of the goat. J. Agr. Sci. Camb. 16, 632-639.

Bretzlaff, K.N., Ott, R.S., Weston, P.G., Hixon, J.E. (1981). Doses of prostaglandin F2 α effective for induction of oestrus in goats. Theriogenology 16, 587-591

Bretzlaff, K.N., Ott, R.S., Weston, P.G., Hixon, J.E. (1983). Induction of luteolysis in goats with prostaglandin F2 α Am J Vet Res 44, 1162-1164

Chemineau, P. (1985). Effects of a progestágeno on buck-induced short ovarian cycles in the creole meat goat. Anim. Reprod. Sci. 9, 87-94.

Chemineau, P. (1987). Possibilities for using Bucks to Stimulate Ovarian and Oestrous Cycles in Anovulatory Goats – a Review. Livest. Prod. Sci. 17, 135-147. doi :10.1016/0301-6226(87)90059-5.

Chemineau, P., Cognie, Y., Guerin, Y., Orgeur, P., Vallet, J.C. (1991). Training manual on artificial insemination in sheep and goats. FAO Animal Production and Health Paper, No. 83. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp. 31-96, 163-184.

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

Chemineau, P., Daveau, A., Maurice, F., Delgadillo, J.A. (1992). Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. Small. Rumin. Res. 8, 299-312.

Chemineau, P., Thimonier, J. (1986). Methods for evaluation of reproductive and growth rate performance in local breeds of tropical sheep and goats in a experimental station. World Rev. Anim. Prod. 22, 27-33.

Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. (CIID). http://www.idrc.ca/lacro/publicaciones/928767_cap4.html. 25 de mayo de 1998.

Corteel, J.M. (1975). The use of the progestagens to control the estrus cycle of the dairy goats *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 15, 353-363.

Corteel, J.M., Mauleon, P., Thimonier, J., Ortavant, R. (1968). Reserches experimentales de gestations synchrone avant le debut de la saison sexuelle de la Chevre administration vaginale d' Acetate fluorogestona et injection intramusculaire de PMSG VI th intern. Cong. Anim. Reprod. Artif. Insem. 2, 1411-1412.

Cortel, J.M., Leboeuf, B., Baril, G. (1988). Artificial breeding of adult goats and kids induced with hormones to ovulate outside the breeding season. *Small Ruminants Res.* 1, 19-35.

Chemineau, P. (1983). Effect on oestrus and ovulation of exposing creole goats to the male at three times of the year. *J. Reprod. Fert.* 67, 65-72.

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

Chemineau, P., Thimonier, J. (1986). Methods for evaluation of reproductive and growth rate performance in local breeds of tropical sheep and goats in a experimental station. *World Rev. Anim. Bioch. Biophys.* 15, 353-363.

Cueto, M., Gibbons, A., Lanari, M.R., Taddeo, H., Alberio, R. (2003). Estacionalidad reproductiva en cabras Criollas Neuquinas de Patagonia Argentina. Trabajo presentado en en el VI congreso Iberoamericano de razas Criollas y autóctonas IV Simposio Iberoamericano sobre conservación y utilización de recursos zoogenéticos. Recife, Brasil. Diciembre. 1-4.

Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpoux, B. (1999). Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male creole goats in subtropical Northern Mexico. *Theriogenology.* 52(4), 727-737.

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Veliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Poindron. P., Malpoux, B. (2003). Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. *Vet. Mex.* 34,69-79.

Delgadillo, J.A., flores, J.A., Veliz, F.G., Hernandez, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpoux, B. (2002). Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long day. *J. Anim. Sci.* 80, 2780-2786.

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Veliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Hernández, H., Fernández, I. (2006). Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. *Reprod. Nutr. Dev.* 46, 391-400.

Delgadillo, J.A. (2005). Inseminación artificial en caprinos. Ed. Trillas. México. pp 25.

Delgadillo, J.A., Fitz-Rodriguez, R., Duarte, G., Veliz, F.G., Carrillo, E., Flores, J.A., Vielma, J., Hernández, H., Malpoux, B. (2004). Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reprod. Fertil. Dev.* 58, 493-499

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Veliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Hernández, H., Fernández, I. (2006). Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. *Reprod. Nutr. Dev.* 46, 391-400.

Duarte, G., Flores, J.A., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. (2008). Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Dom. Anim. Endo.* doi: 10.1016/j.domaniend.2008.07.005.

El-Amrawi, G.A., Hussein, F.M., El-Bawab, I.A. (1993). Oestrus synchronization and kidding rate in does treated with a vaginal sponge. *Assiut. Vet. Med. J.* 29, 249-259.

Flores, J.A., Veliz, F.G., Perez-Villanueva, J.A., Martinez De La Escalera, G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B. (2000). Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol. Reprod.* 62, 1409-1414.

Gonzalez-Bulnes, A., Carrizosa, J.A., Urrutia, B., Lopez-Sebastian. (2006). Oestrus behaviour and development of preovulatory follicles in goats induced to ovulate using the male effect with and without progesterone priming. *Reprod. Fertil. Dev.* 18, 745-750.

Hafez, E.S.E. (1993). *Reproduction in Farm Animals*, 6th edition. Lea and Febiger, Philadelphia, p. 330-342.

INEGI. (2005). Sector alimentario en México, estadística sector agropecuario. p. 80-86.

Khaldi, G. (1984). Variations saisonnières de l'activité ovarienne, du comportement d'oestrus et de la durée de l'anoestrus post-partum des femelles ovines de race Barbarine: influence du niveau alimentaire et de la présence du mâle. (seasonal changes in ovarian activity estrous behavior and postpartum

anestrous length of Barbarine ewes: influence of nutritional levels and presence of males.) PhD Thesis. (UST: Languedoc, France.)

Lassoued, N. (1998). Induction de l'ovulation par "effet bélier" chez les brebis de race Barbarine en anestrus saisonnier. Mécanismes impliqués dans l'existence du cycle ovulatoire de courte durée. PhD thesis, Univ. Tunis II, pp 190.

Lassoued, N., Khaldi, G., Cognié, Y., Chemineau, P., Thimonier, J. (1995). Effet de la progestérone sur le taux d'ovulation et la durée du cycle ovarien induits par effet mâle chez les brebis abasbarbine et la chèvre locale tunisienne. *Reprod. Nutr. Dev.* 35, 415-426.

Martin, G., B., Scaramuzzi, R., J., Lidsay D., R. (1981). Induction of seasonally anovulatory ewes by the introduction of rams : effects of progesterone and active immunization against androstenedione. *Aust. J. Biol. Sci.* 34, 569-575.

Martin, G.B. (2002). Socio-sexual signal and reproduction in mammals: an overview. *Curso internacional sobre feromonas y bioestimulación sexual FMVZ UNAM Mexico.* DF.

Martín, G.B., Oldham, C.M., Cognie, Y., Pearce, D.T. (1986). The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams: a review. *Livest. Prod. Sci.* 15, 219-247.

Nuti, L.C., Bretzlaff, K.N., Elmore, R.G., Meyers, S.A. (1992). Synchronization of oestrus in dairy goats treated with F_{2α} at various stages of oestrous cycle. *Am. J. Vet. Res.* 53, 935-937

Oldham, C.M., Pearce, D.T., Gray, S.J. (1985). Progesterone priming and age of the ewe affect the life-span of corpora lutea induced in the seasonally anovulatory merino ewe by the "ram effect". *J. Reprod. Fertil.* 75, 29-33.

Ott, R.S., Nelson, D.R., Hixon, J.E. (1980). Fertility of goats following synchronization of estrus with prostaglandin F_{2α}. *Theriogenology* 13, 341-345.

Ott, R.S. (1996). Prostaglandins for induction of estrus, estrus synchronization, abortion and induction of parturition. In: Morrow, D.A. (ed.) *Current Therapy in Theriogenology.* W. B. Saunders, Philadelphia, p. 583-585.

Pearce, D.T., Martin, G.B., Oldham, C.M. (1985). Corpora lutea with a short life-span induced by rams in seasonally anovulatory ewes are prevented by progesterone delaying the preovulatory surge of LH. *J. Reprod. Fertil.* 75, 79-84.

Rathbone, M.J., Macmillan, K.L., Jochle, W., Boland, M.P., Inskip, E.K. (1998). Controlled-release products for the control of the estrus cycle in cattle, sheep, goats, deer, pigs and horses. *Crit. Rev. Therap. Drug Carrier Syst.* 15, 285-380.

Rivera, G.M., Alanis, G.A., Chaves, M.A., Ferrero, S.B., Morello, H.H. (2003). Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. *Small Rumin. Res.* 48, 109-117.

Rosa, H.J.D., Bryant, M. J. (2002). The “ram effect” as a way of modifying the reproductive activity in the ewe: a review. *Small. Rumin. Res.* 45, 1-16.

Restall, B.J. (1992). Seasonal variations in reproductive activity in Australian goats. *Anim. Reprod. Sci.*;27, 305–318.

Ritar, A.J., Ball, P.D., O'May, P.J. (1990). Artificial insemination of cashmere goats – effects on fertility and fecundity of intravaginal treatment, method and time of insemination, semen freezing process, number of motile spermatozoa and age of females. *Reprod. Fertil. Dev.* 2, 377-384.

Robinson, T.J. (1959). The estrous cycle of the ewe and doe. In: HH Cole, PT Cupps (Eds), *Reproduction in domestic Animals*, Academic Press, New York. p. 291-333.

Sáenz-Escárcega, P., Hoyos, G., Salinas, G., Martínez, M., Espinoza, J.J., Guerrero, A., Contreras, E. (1991). Establecimiento de módulos caprinos con productores cooperantes. In “Evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera”. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias: Torreón, Coahuila, México. 124-34

Salinas, G.M., Hoyos, F.I.G., Cavaria, F., Falcon, A. (1993). Sistema de producción en el noreste de México en: “Seminario nacional sobre producción y comercialización del ganado caprino”, 10-12 Noviembre 1993, Monterrey NL. México, p. 38-48.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2005. Es México primer productor en caprinocultura de América latina con nueve millones 500 mil cabezas. Coordinación General de Comunicación Social. 097/05.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Delegación en la Región Lagunera, Subdelegación de Ganadería. 2006. Periódico *El siglo de Torreón*, 1 de Enero de 2006. Coahuila México.

Thiéry, J.C., Chemineau, P., Hernandez, X., Migaud, M., Malpoux, B. (2002). Neuroendrine interactions and seasonality. *Dom. Anim. Endo.* 23, 87-100.

Ungerfeld, R., Forsberg, M., Rubianes, E. (2004). Overview of the response of anoestrous ewes to the ram effect. *Reprod. Fertil. Dev.* 16, 479-490.

Walkden-Brown, S.W., Martin, G.B., Restall, B.J. (1999). Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 52, 243-257.