

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**EFFECTO DE LA PROGESTERONA EXÓGENA SOBRE LA RESPUESTA
SEXUAL EN CABRAS EXPUESTAS A MACHOS TRATADOS CON
TESTOSTERONA**

POR:

VICTOR SALINAS TORRES

TESIS:

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO, 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



EFFECTO DE LA PROGESTERONA EXÓGENA SOBRE LA RESPUESTA SEXUAL
EN CABRAS EXPUESTAS A MACHOS TRATADOS CON TESTOSTERONA

POR:

VICTOR SALINAS TORRES

ASESOR PRINCIPAL

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir "Francisco Gerardo Véliz Deras".

DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir "Rodrigo Isidro Simón Alonso".

M.V.Z. RODRIGO ISIDRO SIMON ALONSO



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO, 2012

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



**EFFECTO DE LA PROGESTERONA EXÓGENA SOBRE LA RESPUESTA SEXUAL EN CABRAS
EXPUESTAS A MACHOS TRATADOS CON TESTOSTERONA**
TESIS POR:

VICTOR SALINAS TORRES

Elaborada bajo la supervisión del comité particular y aprobada como requisito parcial para optar
por el título de:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

JURADO

DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS
PRESIDENTE

M.C. ARACELY ZUNIGA SERRANO
VOCAL

M.C. JUAN LUIS MORALES CRUZ
VOCAL

M.C. LETICIA R. GAYTÁN ALEMÁN
VOCAL SUPLENTE

MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMON ALONSO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO, 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA



DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**EFFECTO DE LA PROGESTERONA EXÓGENA SOBRE LA RESPUESTA SEXUAL
EN CABRAS EXPUESTAS A MACHOS TRATADOS CON TESTOSTERONA**

**TESIS
POR:**

VICTOR SALINAS TORRES

**ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE
ASESORÍA**

ASESOR PRINCIPAL:

DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS

ASESORES:

M.C. LETICIA R. GAYTAN ALEMÁN

M.C. OSCAR ÁNGEL GARCÍA

DRA. MA. DE LOS ANGELES DE SANTIAGO MIRAMONTES

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO, 2012

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

Eva Daria Torres Millan y Ladislao Fernando Salinas Arizmendi

Gracias por darme la 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 un 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

Irene Millan Mendoza y Elías Torres Vázquez †

Rosa Arizmendi Mendoza † y Calixtro Salinas Moreno †

Dedicada a ustedes abuelitos, gracias por el apoyo y todos los consejos recibidos, gracias por la confianza dada desde el primer día. Abuelitos que ya no están físicamente conmigo me hubiera gustado que vieran cuanto cambie y verme

convertido en profesional, pero Dios sabe por que hace las cosas, desde aquí les dedico esta tesis con todo mi cariño.

A MIS HERMANOS

María Luisa, Oswaldo Alejandro, Reynaldo y Fernando

Gracias hermanos, por el apoyo, la confianza y claro, por todo el cariño recibido, no nadamas durante estos 5 años, sino durante toda la vida, gracias María Luisa por los grandes ánimos que me das cada ves que conversamos.

A MI ESPOSA

JUANA MEDINA ROSALES

Dedicada a ti Juana por todo el amor que me das y por la paciencia y comprensión. Un logro más no solo para mí si no que para nuestra linda familia.

A MI HIJA

KATYA AIDE SALINAS MEDINA

Dedicada a ti mi nena por ser la mayor inspiración de terminar satisfactoria esta licenciatura y por contagiarme a diario con tu linda sonrisa.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna “MI ALMA TERRA MATER” por cobijarme y darme refugio, por ser la cuna de mis sueños y darme la oportunidad de terminar mis estudios.

Al Dr. Gerardo Veliz Deras. Por haber depositado en mí la confianza para hacer posible el presente trabajo, más aun por compartir algunos de sus conocimientos de su vida profesional.

MC. Leticia Romana Gaytán Alemán, por todo el apoyo incondicional y dedicación para poder concluir con este trabajo.

Al MC. Oscar Ángel García, por todo su apoyo incondicional y dedicación para poder concluir con este trabajo

A mis amigos: Simplicio, Hipólito, Obed y Waldo por su amistad y apoyo cuando lo necesite.

ÍNDICE

	PÁGINA
DEDICATORIAS	v
AGRADECIMIENTOS	vii
ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Estacionalidad reproductiva en pequeños rumiantes.....	3
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	4
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 Método usado 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 de 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 la aplicación de progesterona	10
2.5.2.5 Tratamiento con progestágenos y somatotropina bovina.....	11
OBJETIVO.....	12
HIPÓTESIS	12

III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1 Lugar de estudio.....	13
3.2 Animales y su manejo	13
3.3 Tratamiento hormonal de los machos	13
3.4 Tratamiento hormonal de las hembras	14
3.5 Empadre.....	14
3.5 Variables determinadas.....	15
3.5.1 Detección de la actividad estral de las hembras	15
3.5.2 Comportamiento sexual de los machos	15
3.6 Análisis estadísticos	15
IV. RESULTADOS.....	16
4.1 Detección de la actividad estral de las hembras	16
4.2 Comportamiento sexual de los machos	17
V. DISCUSIÓN	19
VI. CONCLUSIÓN	21
LITERATURA CITADA.....	22

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	PÁGINA
Cuadro 1. Tratamientos con diferentes dosis de progesterona intramuscular.	14
Cuadro 2. Respuesta estral de las cabras tratadas previamente con diferentes dosis de progesterona y expuestas a machos tratados con testosterona.	16
Figura 1. Porcentaje de hembras que presentaron actividad estral después de la introducción de machos tratados con testosterona. Las cabras fueron tratadas con 10 y 20 mg de progesterona antes de la introducción de los machos (círculos negros y asterisco, respectivamente), el tercer grupo representa las hembras testigo sin progesterona (círculos blancos).	17
Figura 2. Comportamiento sexual de los machos tratados con testosterona y machos sin tratar. ** Indican diferencia significativa.	18

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de diferentes dosis de progesterona sobre la respuesta sexual de cabras expuestas a machos sexualmente activos tratados previamente con testosterona. Para ello, a dos grupos de hembras se les aplicó 10 y 20 mg de progesterona vía intramuscular (P_{410} ; $n=20$, P_{420} ; $n=19$ respectivamente), además se utilizó un tercer grupo como testigo sin progesterona (T; $n=20$). El 10 de junio, cada grupo se puso en contacto con dos machos tratados con testosterona (50 mg/animal cada tercer día durante 3 semanas), los cuales permanecieron con las hembras durante 15 días posteriores. Más del 85% de las hembras de los tres grupos presentaron celo durante los primeros 5 días después de la introducción de los machos ($P>0.05$). Sin embargo, las hembras del grupo T (65%) presentaron más ciclos cortos que las hembras tratadas con 10 y 20 mg de progesterona (22 y 10%, respectivamente, $P<0.05$; respecto al grupo testigo). La latencia al primer estro no fue diferente entre los tres grupos (76.6 ± 4.7 h; $P>0.05$). Estos resultados indican que la aplicación de dosis bajas de progesterona exógena en cabras de la Comarca Lagunera disminuye la presencia de ciclos cortos estrales al someterlas al efecto macho.

Palabras clave: Progesterona, Efecto macho, Ciclo estral corto, Testosterona.

I. INTRODUCCIÓN

La explotación de cabras en el mundo está unida a la historia del hombre, quien desde siempre, ha aprovechado su leche, carne y pelo; la capacidad productiva de estos animales es un inequívoco indicador de su capacidad para adaptarse a múltiples climas y sistemas de explotación. En el mundo existen alrededor de 700 millones de cabras de las cuales más del 90% se encuentra en Asia y África, donde se utilizan fundamentalmente para la producción de carne (FAO, 1999). En Europa el censo es de 17, 768,910 de cabezas y la producción de 128,097 toneladas de carne (FAO, 2006). Durante los últimos 20 años se ha observado un enorme incremento (52%) en el censo de cabras a nivel mundial, en paralelo a un aumento de la población humana 33%; (Haenlein, 2001), lo que demuestra un creciente interés por incrementar la producción de leche y carne de esta especie. Dentro de la Unión Europea (UE), son los países del área Mediterránea como: Grecia, España, Francia, e Italia, aquellos en los que la leche de cabra tiene una significativa importancia económica en el mercado de productos lácteos (Boyazoglu y Morand-Fehr, 2001; Haenlein, 2001). En América latina México posee el liderazgo en cantidad de cabezas de ganado caprino (9.5 millones), siguiéndole Brasil (8.16 millones) y Argentina 4.2 millones; (SAGARPA, 2003). En México los principales estados productores son Coahuila, Durango, Guanajuato, Chihuahua y Jalisco (SAGARPA 2003). Sin embargo, una de las zonas de país más importantes en la producción caprina es la Comarca Lagunera (parte del estado de Durango y Coahuila) que cuenta con alrededor del 5% de la población nacional de caprinos (SAGARPA 2003). En esta región, el 90% de los caprinos se explotan en condiciones extensivas consumiendo la flora natural de la región, la cual consiste en zacate buffel (*Cenchrusciliaris*), zacate chino (*Cynodondactylon*), zacate navajita (*BoutelouaGracilis*), zacate Johnson (*Sorghumhalepense*), arbustivas como el mesquite (*Acacia farmesiana*) y el huizache (*Prosopis glandulosa*) y otras herbáceas de la región. En determinadas épocas del año se aprovechan esquilmos o rastrojos de cultivos tales como el sorgo (*Sorghumvulgaris*) y el maíz (*Zea mayz*) entre otros. Los animales explotados son el resultado de cruces de animales criollos con razas puras tales como:

Alpino Francés, Saanen, Toggenburg, Nubia y Granadina. (Cantú, 2004; Cruz-Castrejón et al., 2007). El 10% de la población caprina es explotado en forma intensiva, y está conformado generalmente de animales de raza pura, especializada en producción láctea como la Alpino-Francés, Saanen y Toggenburg principalmente (Cantú, 2004). En ovejas y cabras que presentan una estacionalidad reproductiva, la actividad sexual puede ser estimulada y sincronizada durante los periodos de anestro utilizando hormonas exógenas (progestágenos, eCG, melatonina, entre otros.) (Carrillo et al., 2010) En efecto los tratamientos hormonales pueden incrementar la fertilidad y prolificidad en cabras en época de anestro estacional (Menchaca et al., 2007; Menchaca y Rubianes 2004; Chemineau et al., 2003).

Sin embargo, para que las hembras sean inducidas a la actividad sexual durante la mitad de anestro estacional, es necesario que los machos estén sexualmente activos. En efecto, los machos cabríos estimulados a una intensa actividad sexual mediante el tratamiento con testosterona inducen la mayoría de las hembras a la actividad sexual (93%) durante los primeros 4 días a la introducción de los machos, en la cual, la tercera parte presenta una ovulación con un cuerpo lúteo de corta duración, por lo cual es infértil, posteriormente se presenta un segundo pico de actividad estral del día 6 al 10 después de la introducción de los machos en donde esta actividad es acompañada de una ovulación normal, que es fértil, mientras que los machos control no estimulan a ninguna hembra a la actividad sexual (Luna-Orozco et al., 2011). En ovejas y cabras la aplicación de progesterona exógena de 25 mg antes del efecto macho induce un elevado porcentaje de actividad estral en los primeros cinco días, que va acompañado de un ciclo ovárico normal, disminuyendo los ciclos cortos ováricos y estrales (Véliz et al., 2009). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de las diferentes dosis de progesterona sobre la respuesta sexual de las cabras al ser expuestas a machos tratados con testosterona en el Norte de México.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Estacionalidad reproductiva en pequeños rumiantes

Los pequeños rumiantes como las ovejas y las cabras presentan, como sus ancestros salvajes, un periodo de reposo sexual estacional de duración e intensidad variable entre razas (Thiéry et al., 2002). En efecto, la estacionalidad en la actividad reproductiva se caracteriza por la alternancia de un periodo de reposo sexual o anestro seguido por un periodo de actividad sexual (Duarte et al., 2008).

En las hembras locales de la Comarca Lagunera la estación sexual se desarrolla durante el otoño y el invierno (septiembre-marzo; Duarte et al., 2008) y se caracteriza por la sucesión de ciclos estrales y ováricos de 21 días de duración en promedio.

En los machos la estación sexual se desarrolla en primavera y verano (mayo-diciembre; Delgadillo et al., 1999) y se caracteriza porque los machos manifiestan un intenso comportamiento sexual, olor y elevadas concentraciones de testosterona plasmática. 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.

La estacionalidad reproductiva de los caprinos es controlada principalmente por las variaciones del fotoperiodo a través del año (Thiéry et al., 2002; Malpoux, 2006). En condiciones artificiales, es decir cuando se manipula el fotoperiodo, los días cortos estimulan la actividad sexual, y los días largos la inhiben (Lincoln y Short, 1980, 1992, 2004).

Sin embargo, recientemente se ha demostrado que las relaciones socio-sexuales y la nutrición pueden modificar el patrón de reproducción estacional en machos y hembras (Martin et al., 2004; Forcada y Abecia, 2006; Delgadillo et al., 2009). En algunas razas ovinas y caprinas que manifiestan una estacionalidad reproductiva, la alimentación modula la actividad sexual anual, mientras que en otras es un potente

factor que determina el inicio del ciclo anual de reproducción (Martin y Walkden-Brown, 1995).

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 está 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 fotoperiodo, 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, las razas de cabras permanecen anéstricas y anovulatorias durante los días largos de la primavera y el verano, estas comienzan a mostrar actividad sexual al mismo tiempo en que disminuye el fotoperiodo 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 periodo 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 periodo 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 esta región, el periodo de reposo sexual en los machos y el periodo 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 intensivas, en donde recibieron una adecuada nutrición (Delgadillo et al., 1999; Duarte et al., 2008).

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 periodo 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 periodo 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.

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 de 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, fecundación in vitro y la ovulación múltiple, así como la transferencia de embriones (Córdova-Izquierdo et al. 2008; González-Stagnaro, 1993). 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.

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, 1986). Así, durante el período natural de reproducción 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 tuvieron un 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 primera 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.

Las bajas tasas de fertilidad presentan mayor relación con el uso de prostaglandinas que con el de progestágenos, debido a falla lútea prematura (Córdova-Izquierdo et al., 2008).

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

2.5.2.1 Uso de 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), 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 efecto macho. 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 10 h en el grupo CIDR, ya que estas cabras ovularon 10 h 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 CIDR cuando la inseminación se realizó a las 39 h (1.27) que cuando se realizó a las 45 h (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 periodo de 24 h, iniciándose 12 h después del retiro de la esponja.

Posteriormente, se realizaron varias investigaciones y se encontró que con una permanecía de sólo 11 días de las esponjas se obtuvieron buenos resultados en cuanto a fertilidad. Así, Corteel et al. (1988) demostró 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 efecto macho, el primer estro ocurre del día 1 al día 9 después de iniciado el 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 la aplicación de progesterona

A pesar de que el efecto macho 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 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 (González-Bulnes et al., 2006).

En las cabras locales de la Comarca Lagunera, el “efecto macho” 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).

2.5.2.5 Tratamiento con progestágenos y somatotropina bovina

En la oveja, la administración de la hormona del crecimiento bovina (bST) resulta en un incremento en los niveles del factor de crecimiento parecido a la insulina tipo I (IGF-I), y en un aumento de las concentraciones de insulina (Montero et al., 2007). Tanto la hormona del crecimiento, como la insulina y el IGF-I tienen efectos favorables en la maduración del ovocito y en el desarrollo embrionario (Lorenzo et al., 1994; Izadyar et al., 2002; Moreira et al., 2002; Augustin et al., 2003). En estudios in vivo, la administración de bST favorece la fertilización y el desarrollo de embrionario temprano en la vaca (Moreira et al., 2002). En la oveja, el tratamiento con bST antes del estro incrementa la proporción de ovocitos fertilizados y el porcentaje de embriones que llegan a la etapa de blastocisto (Montero et al., 2007). Así mismo, la administración de bST previo al estro incrementa la proporción de partos múltiples (Carrillo et al., 2007).

Por otra parte, la insulina y el IGF-I favorecen la esteroidogénesis, el desarrollo folicular y la maduración del folículo dominante (Scaramuzzi et al., 1999). El tratamiento con insulina en cabras en anestro estimula el desarrollo folicular y favorece la presentación del estro y la ovulación (Sarath et al., 2008).

Por lo tanto Martínez et al. (2011) es posible que la administración de bST durante el tratamiento basado en progestágeno y eCG para inducir la ovulación en cabras en anestro mejora la respuesta estral, porcentaje de concepción y prolificidad.

OBJETIVO

El objetivo de la presente tesis, fue evaluar el efecto de diferentes dosis de progesterona sobre la respuesta sexual de las cabras al ser expuestas a machos tratados con testosterona en la Comarca Lagunera al Norte de México.

HIPÓTESIS

La administración de dosis bajas de P4 en cabras expuestas a machos tratados con testosterona disminuyen los ciclos estrales cortos sin modificar la respuesta sexual.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la Comarca Lagunera (Latitud 26° 23' N y Longitud 104° 47' O), durante los meses de junio y julio del 2011. La Comarca Lagunera presenta un clima semidesértico con una precipitación pluvial anual de 230 mm, y una temperatura máxima y mínima de 37° C y 6° C respectivamente (Duarte, 2000).

3.2 Animales y su manejo

Se utilizaron 59 hembras adultas locales, las cuales fueron estabuladas durante el periodo de estudio, divididas en tres grupos homogéneos en cuanto a peso y condición corporal. En las hembras de esta raza el periodo de anestro estacional se presenta de marzo a agosto, mientras que en los machos el periodo de reposo sexual es de enero a abril (Delgadillo et al., 2003). Todos los animales fueron alimentados con heno de alfalfa a libre acceso y 200 g de concentrado comercial (14% PC) por día por animal. Además se adicionaron (block) sales minerales.

3.3 Tratamiento hormonal de los machos

Inducción de la actividad sexual de los machos. A los machos cabríos (n=6) se les inyectó testosterona vía intramuscular (50 mg) cada tercer día durante 3 semanas previas al empadre (Luna-Orozco et al., 2011).

3.4 Tratamiento hormonal de las hembras

El 9 de junio a dos grupos de hembras se les aplicó progesterona vía intramuscular 10 mg (**P₄10**) y 20 mg (**P₄20**) respectivamente, mientras que un tercer grupo se utilizó como testigo (**T**) sin progesterona (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos con diferentes dosis de progesterona intramuscular.

Grupo	Número de hembras	Tratamiento
P ₄ ;10	20	10 mg de Progesterona
P ₄ ;20	19	20 mg de Progesterona
Testigo	20	Sin tratamiento

3.5 Empadre

El 10 de junio a las 08:00 h, los tres grupos de hembras (P₄10, P₄20 y T) fueron puestos en contacto con dos machos tratados con testosterona. Los machos permanecieron con las hembras durante los 15 días posteriores. Los grupos fueron separados más de 200 metros para evitar interacción entre ellos. Los machos fueron rotados entre los grupos.

3.5 Variables determinadas

3.5.1 Detección de la actividad estral de las hembras

Fue detectada dos veces al día (08:00 a 9:00 h y 19:00 a 20:00 h) desde el día de la introducción de los machos hasta los 15 días del estudio. Para ello, tanto en las mañanas como en las tardes, los machos eran cambiados de 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). En una hoja de registro se llevo el control de los animales en celo/día. 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).

3.5.2 Comportamiento sexual de los machos

Se determinó durante los dos primeros días del empadre, de 09:00 a 10:00 h mediante la observación de las conductas sexuales de cada macho. Se registraron la frecuencia de olfateos ano-genitales, aproximaciones, flehmen e intentos de montas (Véliz et al., 2006 a, b).

3.6 Análisis estadísticos

Para comparar el porcentaje de hembras en estro y los ciclos cortos, al igual que el comportamiento sexual de los machos se utilizó la prueba de χ^2 . Los análisis de los datos se efectuaron mediante el paquete estadístico MYSTAT 12.

IV. RESULTADOS

4.1 Detección de la actividad estral de las hembras

En el cuadro 2 se muestra la respuesta sexual de las cabras anovulatorias al efecto macho. Más del 90% de las cabras tratadas con 10 y 20 mg de progesterona presentaron celo en los primeros días después de la introducción de los machos. En cambio, aunque no existió diferencia estadística ($P>0.05$), solamente 10% (2 de 19) de las cabras tratadas con 20 mg progesterona mostró celo por segunda ocasión al día 10 después de ponerlas en contacto con los machos (figura 1).

Cuadro 2. Respuesta estral de las cabras tratadas previamente con diferentes dosis de progesterona y expuestas a machos tratados con testosterona.

	Sin progesterona	10 mg de progesterona	20 mg de progesterona
Estro (% /n)	85 (17/20)a	90 (18/20)a	100 (19/19)a
Ciclo corto (% /n)	65 (11/17)a	22 (4/18)b	10 (2/19)b
Latencia (h)	88.9±18.4 a	77.3±5.4 a	77.1±5.3 a

Las diferentes letras entre columnas indican diferencias estadísticas ($P>0.05$) entre los tratamientos.

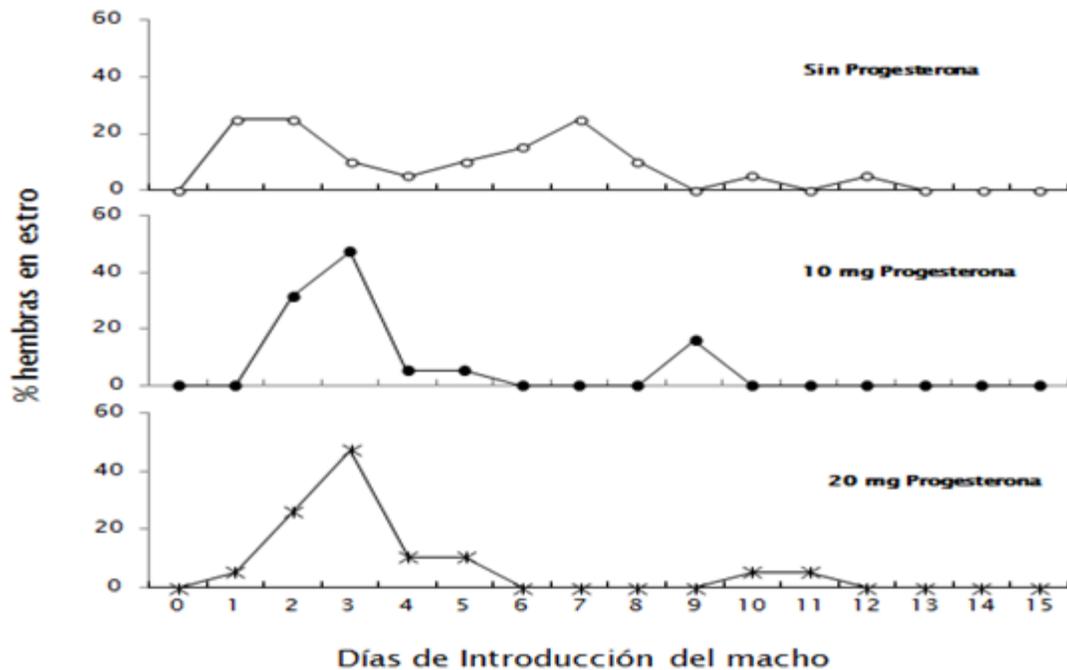


Figura 1. Porcentaje de hembras que presentaron actividad estral después de la introducción de machos tratados con testosterona. Las cabras fueron tratadas con 10 y 20 mg de progesterona antes de la introducción de los machos (círculos negros y asterisco, respectivamente), el tercer grupo representa las hembras testigo sin progesterona (círculos blancos).

4.2 Comportamiento sexual de los machos

La Figura 2 representa las conductas sexuales de los machos tratados y sin tratar con testosterona, donde mostraron un porcentaje mayor en el comportamiento sexual los machos que fueron tratados ($P < 0.01$) comparados con los animales que no recibieron ningún tratamiento hormonal. Esto se debe posiblemente a los niveles sanguíneos elevados de testosterona, ya que se ha reportado que los machos Cashemere de Australia después del contacto con hembras en estro, se incrementan sus niveles de testosterona (Walkden-Brown et al., 1999). Se sabe que la testosterona es la

responsable del comportamiento sexual, la cual disminuye durante el periodo de reposo sexual, por lo que los machos testigos presentaron un bajo comportamiento sexual (Carrillo et al., 2010).

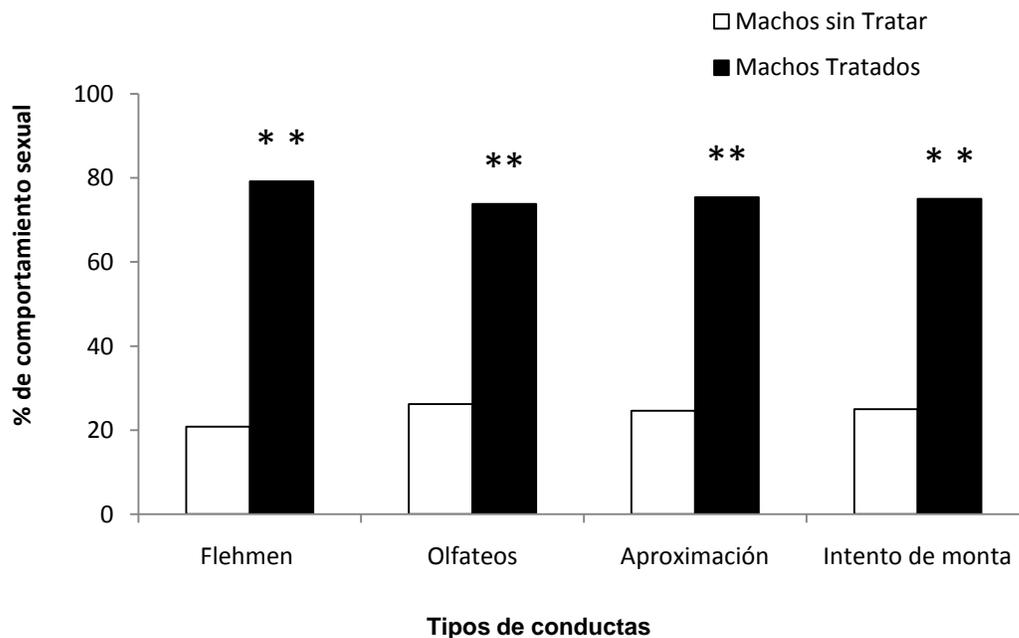


Figura 2. Comportamiento sexual de los machos tratados con testosterona y machos sin tratar. ** Indican diferencia significativa.

V. DISCUSIÓN

Los resultados del estudio indican que las hembras tratadas con dosis de progesterona presentan una alta actividad sexual en los primeros días a la introducción de los machos, ya que más del 90% de las hembras tratadas con 10 y 20 mg de progesterona presentaron actividad estral durante los primeros 5 días después de la introducción de los machos, y en la mayoría de los casos presentó un cuerpo lúteo de duración normal.

La alta respuesta sexual de las hembras tratadas en los primeros días y el bajo número de ciclos estrales de corta duración, posiblemente se debió a un efecto de la progesterona exógena lo que tal vez ocasionó que las ovulaciones fueran acompañadas de conducta estral, efectivamente, se ha demostrado que las cabras tratadas con dosis altas de progesterona exógena (25 mg) antes del efecto macho, permite que la mayoría de las hembras presenten actividad estral en los primeros 5 días (Chemineau et al., 2006). Por otra parte, la mayoría de las hembras que no fueron tratadas, presentaron un ciclo de corta duración similar a lo reportado en otras investigaciones (Chemineau et al., 2006).

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 6 o 7 días después de ponerlas en contacto con el macho (González-Bulnes et al., 2006).

Al igual que la oveja, el ciclo corto se caracteriza por una secreción baja (o nula) y transitoria de progesterona por el cuerpo lúteo (Álvarez y Zarco, 2001).

Los resultados del presente estudio confirman que en las cabras originarias de la Comarca Lagunera, disminuye la presencia de ciclos cortos estrales con la aplicación de progesterona antes de realizar el efecto macho comparadas con las que no reciben progesterona. Estos resultados fueron obtenidos al utilizar machos que previamente recibieron un tratamiento hormonal (testosterona) y que mostraban una intensa actividad sexual.

En efecto, se ha demostrado que los machos cabríos tratados con testosterona inducen a la mayoría de las hembras a la actividad sexual mientras que los machos control no estimulan a ninguna de las hembras (Luna-Orozco et al., 2011).

VI. CONCLUSIÓN

Los anteriores resultados sugieren que la aplicación de dosis bajas (10 mg) de progesterona en hembras anéstricas de la Comarca Lagunera disminuye la posibilidad de que presenten un ciclo estral corto.

LITERATURA CITADA

- Akusu, M.O., Osuawuh, A.I.A., Akpokodje, J.U., Egbunuke, G.N. 1986. Ovarian activities of the west African dwarf goat (*Capra hircus*) during oestrus. *J. Reprod. Fert.* 78: 459-462.
- Alvarez, R L, Zarco, Q L A. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet. Mex.* 32(2) 117-129.
- Asdell, S.A. 1926. Variation in the onset of the breeding year of the goat. *J. Agr. Sci. Cambr.* 16: 632-639.
- Augustin R, Pocar P, Wrenzycki C, Niemann H, Fischer B. 2003. Mitogenic and anti-apoptotic activity of insulin on bovine embryos produced in vitro. *Reproduction* 126:91-99.
- Boyazoglu J, Morand-Fehr P. 2001. Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality: A critical review. *Small Ruminant Research* 40:1-11.
- Bretzlaff, K.N., Ott, R.S., Weston, P.G., Hixon, J.E. 1981. Does of prostaglandin F_{2α} 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 F_{2α} *Am J Vet Res* 44, 1162-1164.
- Cantu JE. 2004. Zootecnia de ganado caprino. Mexico. 2° edición. Departamento de producción animal. UAAAN-UL.
- Carrillo E, Orozco V, Hernández JA, Gutiérrez CG, Hernández Cerón J. 2007. A single dose of bovine somatotropin five days before the end of progestin synchronization improves prolificity in sheep. *AnimReprodSci* 102:31-37
- Carrillo E, Meza-Herrera CA, Véliz FG. 2010. Estacionalidad reproductiva de los machos cabríos de la raza Alpino-Francés adaptados al subtrópico Mexicano. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 2: 169-178.

- 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., Thimonier, J. 1986. Methods for evaluation of reproductive and growth rate performance in local breeds of tropical sheep and goats in an experimental station. *World Rev. Anim. Prod.* 22, 27-33.
- 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., Daveua, 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., Morello, H., Malpaux, B. 2003. Estacionalidad reproductiva en pequeños rumiantes: mecanismos fisiológicos y técnicas para la inducción de una actividad sexual a contra-estacion. 3er Congreso ALEPRYCS, Viña del Mar, Chile. 1-18.
- Chemineau, P., Pellicer-Rubio, M.T., Lassoued, N., Khaldi, G., Monniaux, D. 2006. Male-induced short oestrous and ovarian cycles in sheep and goats: a working hypothesis. *Reprod. Nutr. Dev.* 46, 417-429.
- Córdova-Izquierdo, A., Córdova-Jiménez, M.S., Córdova-Jiménez, C.A. Guerra-Liera, J.E. 2008. Procedimientos para aumentar el potencial reproductivo en ovejas y cabras. *Rev. Vet.* 19(1), 67-79.
- 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., 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.
- Cruz-Castrejon U, Veliz FG, Muñoz RR, Flores JA, Hernández H, Moreno GD. 2007. Respuesta de la actividad sexual a la suplementación alimenticia de machos cabríos tratados con días largos, con un manejo extensivo a libre pastoreo. *Técnica pecuaria en México.* 45:93-100.
- Cueto, M., Gibbons, A., Lanari, M.R., Tadeo, H., Alberio, R. 2003. Estacionalidad reproductiva en Cabras Criollas Neuquinas de Patagonia Argentina. VI congreso Iberoamericano de Razas Criollas y Autóctonas. Recife, Brasil. 1-2.
- Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpoux, B. 1999. Evidence for an anual 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., Véliz, F.G., Darte, G., Vielma, J., Poindron, P. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtropico mexicano utilizando tratamientos fotoperiodicos y efecto macho. *Vet. Méx.* 34(1): 69-79.
- Delgadillo, J.A. 2005. Inseminación artificial en caprinos. Ed. Trillas. México. Pp. 25.
- 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., Gelez H., Ungerfeld R., Hawken P.A., Martin G.B. 2009. "The male effect in sheep and goats - revisiting the dogmas". *BehaviouralBrainResearch* 200: 304-314.
- Duarte G. 2000. Estacionalidad reproductiva y efecto del fotoperiodo sobre la actividad ovulatoria de las hembras caprinas de la Comarca Lagunera (Tesis de doctorado). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.

- 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(4): 362-370.
- El-Amrawi, G.A., Hussein, FM., El-Bawab, I.A. 1993. Oestrus synchronization and kidding rate in does treated with a vaginal sponge. *Assiut. Vet. Med. J.* 29: 249-259.
- FAO. 1999. *Perspectivas alimentarias*. 4:9909-9910.
- FAO. 2006. *Produccion*. FAO Publ. 52:235.
- Flores, J.A., Veliz, F.G., Perez-Villanueva, J.A., Martinez De La Escalera, G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpaux, 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.
- Forcada, F., Abecia J.A. 2006. "The effect of nutrition on the seasonality of reproduction in ewes". *Reproduction, Nutrition and Development* 46: 355-365.
- González-Bulnes, A., Carrizosa, J.A., Urrutia, B., Lopez-Sebastian, A. 2006. Oestrusbehaviour and development of preovulatory follicles in goats induced to ovulate using the male effect with and without progesterone priming. *Reprod. Fertil. Dev.* 18(7): 745-750.
- Gonzalez-Stagnaro C. 1993. *Comportamiento reproductivo de ovejas y cabras tropicales*. *Rev. FCV-LUZ* 3:173-196.
- Haenlein G F W. 2001. Past, Present, and Future Perspectives of Small Ruminant Dairy Research.. *Journal of Dairy Science.* 84 (9); 2097-2115.
- Hafez, E.S.E. 1993. *Reproduction in Farm Animals*, 6th edition. Lea and Febiger, Philadelphia, p. 330-342.
- Izadyar F, Zeintra E, Bevers MM. 2002. Follicle stimulating hormone and Growth hormone act development in superovulated cows and improves post-transfer pregnancy rates when given to lactating recipient cows. *Theriogenology* 57:1371-1387.

- Lincoln, G. y Short R. 1980. "Seasonal breeding: nature's contraceptive." *Recent Progress in Hormone Research* 36: 1-43.
- Lorenzo PL, Illera MJ, Illera JC, Illera M. 1994. Enhancement of cumulus expansion and nuclear maturation during bovine oocyte maturation in vitro by the addition of epidermal growth factor and insulin-like growth factor I. *J Reprod Fertil.* 101:697-701.
- Luna-Orozco, J R, Guillen-Muñoz J M, De Santiago-Miramontes M A, Garcia J E, Rodriguez-Martinez R, Meza-Herrera C A, Mellado M, Véliz F G. Influence of sexually inactive bucks subjected to long photoperiod or testosterone on the induction of estrus in anovulatory goats. *Tropic Animal health Prod.* Doi: 10.1007/s11250-011-9889. En prensa.
- Malpaux, B. 2006. "Seasonal regulation of reproduction in mammals". In: Knobil and Neill's *Physiology of reproduction, Nutrition and Development* 339: 355-366.
- Martin, 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.
- Martin, G.B., Walkden-Brown S.W. 1995. "Nutritional influences on reproduction in mature male sheep and goats". *Journal Reproduction Fertility* (49): 437-449.
- Martin, G.B. 2002. Socio-sexual signal and reproduction in mammals: an overview. *Curso internacional sobre feromonas y bioestimulación sexual FMVZ UNAN México.* DF.
- Martin, G.B., J. Rodger y D. Blache. 2004. "Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants." *Reproduction, Fertility and Development* 16(4): 491-501.
- Martínez M, Gutiérrez C, Domínguez Y M, Hernández J. 2011. Respuesta estral y tasa de preñez en cabras en anestro estacional tratadas con progestágenos y somatotropina bovina. *Rev. Mex. CiencPecu.* 2(2): 221-227.
- Menchaca A, Rubianes E. 2007. Pregnancy Rate Obtained with Short-term Protocol for Timed Artificial Insemination in Goats. *Reprod Dom Anim.* 42:590-593.

- Menchaca A, Rubianes E. 2004. New treatments associated with timed artificial insemination in small ruminants. *Reprod. Fertl. Dev.* 16:403-413.
- Montero A, Hernandez J, Valencia J, Gutierrez CG, Rojas S, Hernandez-Ceron J. 2007. Treatment with bST during progestin synchronization increases the blastocyst rate in ewes [abstract]. *J Anim Sci.* 85 (Suppl 1): 324.
- Moreira F, Bandinga L, Burnley C, Thatcher WW. 2002. Bovine somatotropin increases embryonic development in superovulated cows and improves post-transfer pregnancy rates when given to lactating recipient cows. *Theriogenology* 57:1371-1387.
- Nuti, L.C., Bretzlaff, K.N., Elmore, R.G., Meyers, S.A. 1992. Synchronization of estrus in dairy goats treated with F_{2α} at various stages of oestrous cycle. *Am. J. Vet. Res.* 53: 935-937.
- 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. 1986. 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.
- Rathbone, M.J., Macmillan, K.L., Jochle, W., Boland, M.P., Inskoop, 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.
- 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. Fertl. Dev.* 2(4): 377-384.

- 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.
- SAGARPA. 2003. Boletín informativo. México, DF.
- 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. 124-134.
- Thiéry, J.C., Chemineau, P., Hernandez, X., Migaud, M., Malpoux, B. 2002. Neuroendocrine 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(4): 479-490.
- Véliz, F.G., Poindron, P., Malpahux, B., Delgadillo, J.A. 2006a. Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrous female goats. *Anim. Reprod. Sci.* 92:300-309.
- Véliz, F.G., Poindron, P., Malpahux, B., Delgadillo, J.A. 2006b. Positive correlation between the live weight of anestrous goats and their response to the male effect with sexually active bucks. *Reprod. Nutr. Dev.* 46, 657-661.
- Véliz, F.G., Meza-Herrera, C.A., De Santiago-Miramontes M.A., Arellano-Rodríguez, G., Leyva, C., Rivas-Muñoz, R., Mellado, M. 2009. Effect of parity and progesterone priming on induction of reproductive function in Saanen goats by buck exposure. *Livest. Sci.* 125: 261-265.
- Walkden-Brown, S.W., Martin, G.B., Restall, B.J. 1999. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 52: 243-257.

