

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**LA RESPUESTA SEXUAL DE LAS CABRAS NULÍPARAS NO
DIFIERE A LA RESPUESTA DE LAS MULTÍPARAS CUANDO SON
SOMETIDAS AL EFECTO MACHO Y TRATADAS CON
PROGESTERONA**

POR:

JULIO CÉSAR SALAZAR PONCE

TESIS:

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE 2009

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



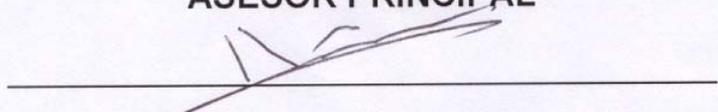
**LA RESPUESTA SEXUAL DE LAS CABRAS NULÍPARAS NO
DIFIERE A LA RESPUESTA DE LAS MULTÍPARAS CUANDO SON
SOMETIDAS AL EFECTO MACHO Y TRATADAS CON
PROGESTERONA**

TESIS

POR:

JULIO CÉSAR SALAZAR PONCE

ASESOR PRINCIPAL


DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



LA RESPUESTA SEXUAL DE LAS CABRAS NULÍPARAS NO
DIFIERE A LA RESPUESTA DE LAS MULTÍPARAS CUANDO SON
SOMETIDAS AL EFECTO MACHO Y TRATADAS CON
PROGESTERONA

TESIS

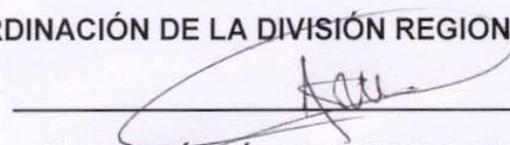
POR:

JULIO CÉSAR SALAZAR PONCE

ASESOR PRINCIPAL


DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL


M.C. JOSÉ LUÍS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
REGIONAL
CIENCIA ANIMAL

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

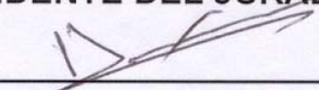
NOVIEMBRE 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

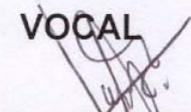


PRESIDENTE DEL JURADO



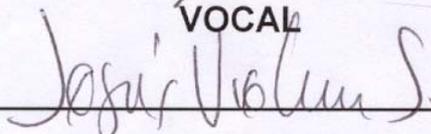
DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

VOCAL



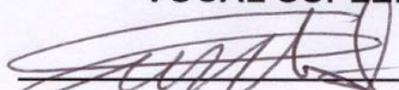
DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

VOCAL



DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES

VOCAL SUPLENTE



DR. GERARDO DUARTE MORENO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**LA RESPUESTA SEXUAL DE LAS CABRAS NULÍPARAS NO
DIFIERE A LA RESPUESTA DE LAS MULTÍPARAS CUANDO SON
SOMETIDAS AL EFECTO MACHO Y TRATADAS CON
PROGESTERONA**

POR:

JULIO CÉSAR SALAZAR PONCE

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría

ASESOR PRINCIPAL:

DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

ASESORES:

DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES

DR. GERARDO DUARTE MORENO

DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE 2009

AGRADECIMIENTO

A DIOS por darme la oportunidad de vivir y de seguir con salud para terminar mi carrera.

A MIS PADRES NICOLAS SALAZAR FLORES Y ALEJANDRA PONCE MEDINA por su apoyo, cariño y comprensión. Y por que siempre han creído en lo que puedo hacer.

A mis hermanos porque he contado con su confianza y cariño.

Al **Dr. Horacio Hernández Hernández** por permitir elaborar mi tesis con su gran ayuda y su sincera amistad.

Al **M.C. Santiago Ramírez Vera** por su ayuda y amistad.

Al grupo de maestros que integran el Centro de Investigación en Reproducción Caprina (**CIRCA**).

Al propietario de las cabras q.p.d.e Sr. **José Sergio López Rosales** por permitirnos utilizar sus animales para realizar este experimento.

A la **Dra. Angélica Terrazas García de la FESC-UNAM**, por colaborar en la realización del presente trabajo de Investigación.

Proyecto parcialmente apoyado por **PAPIIT-IN207508**.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO.....	vi
INDICE DE CONTENIDO	vii
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS	x
RESUMEN	xi
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	4
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. Método usado para la sincronización de la actividad durante la estación natural de reproducción.	7
2.5.1.1. Empleo de prostaglandinas (PGF-2 α)	7
2.5.2. Métodos usados para la inducción y sincronización de la actividad sexual durante el anestro estacional	8
2.5.2.1. Uso del dispositivo interno de liberación controlada de progesterona (CIDR).....	8

2.5.2.2. Tratamiento con esponjas vaginales, prostaglandinas y eCG (gonadotropina coriónica equina)	9
2.5.2.3. Utilización del efecto macho	10
2.5.2.4. Uso del efecto macho y aplicación de progesterona.....	11
OBJETIVO.....	13
HIPÓTESIS	13
CAPITULO III	14
MATERIALES Y METODOS	14
3.1. Localización del experimento.....	14
3.2. Animales experimentales	14
3.2.1. Machos y manejo zootécnico.....	14
3.2.1.1. Tratamiento fotoperiodico de los machos	15
3.2.2 Hembras experimentales	15
3.2.3 Diseño experimental y efecto macho	16
3.3 Variables determinadas	18
3.3.1. Proporción de cabras que mostraron conducta estral en los primeros 15 días post-introducción de los machos	18
3.3.2. Proporción total de cabras que ovularon por la exposición durante 15 días a los machos.....	18
3.3.4. Tasa ovulatoria.....	19
3.3.5. Fertilidad a los 70 días post-exposición al macho.....	19
3.4 Análisis de datos	19
CAPÍTULO IV	20
RESULTADOS	20
4.1. Porcentaje total de cabras en celo durante los 15 días que permanecieron los machos.....	20

4.2. Latencia al primer celo	21
4.3 Duración del celo	21
4.4. Proporción total de cabras que ovularon.....	21
4.5 Tasa ovulatoria.....	21
4.6. Fertilidad a los 70 días post-exposición al macho.....	21
CAPÍTULO V	22
DISCUSIÓN	22
CAPÍTULO VI	24
CONCLUSIÓN	24
LITERATURA CITADA.....	25

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1	Condición corporal (CC) promedio \pm EEM de las cabras Criollas antes de someterlas al efecto macho en los dos grupos experimentales. Las cabras de GEM solamente fueron expuestas al macho, mientras que las cabras del GEM+P4 además de exponerlas al macho recibieron cada una de ellas 20 mg. de progesterona el día de la introducción del macho.....	17
Figura 1	Proporción diaria acumulada de cabras en celo en el GEM (grupo efecto macho solo; n=12) y en el GEM+P4 (grupo efecto macho más progesterona.....	20

RESUMEN

En la presente tesis se investigó si la respuesta sexual al efecto macho (EM) de las cabras nulíparas difiere a la respuesta de las cabras multíparas cuando se utiliza una aplicación previa de progesterona (P4). Se utilizó un grupo de cabras criollas de más de 3 años de edad, que previamente habían tenido al menos un parto (grupo multíparas GM; n= 11) y un grupo de cabras criollas nulíparas de aproximadamente 1.5 años de edad que no habían tenido partos previos (grupo nulíparas GN; n=9). La ciclicidad de las hembras se determinó mediante una ecografía transrectal 10 días antes de la introducción de los machos. Para el efecto macho se utilizaron machos sexualmente activos. Momentos antes de exponer las cabras al macho a todas se les aplicó por vía IM 25 mg de P4. El 29 de mayo del 2008 a las 11:30 horas los machos fueron introducidos en cada grupo de hembras. En ambos grupos, los machos permanecieron con las hembras durante 15 días. En ambos grupos de cabras el 100% de las hembras mostró conducta de celo durante los 15 días en que permanecieron los machos ($P>0.05$). No existió diferencia significativa entre los grupos en la latencia al celo, ni en su duración ($P>0.05$, en ambas variables). En ambos grupos de cabras el 100% de las hembras ovuló en respuesta a los 15 días de exposición con los machos ($P>0.05$). De igual modo, la tasa ovulatoria no difirió entre las cabras de los 2 grupos ($P>0.05$). Aunque el número de cabras gestantes a los 70 días después del contacto de los machos fue de 91% en las cabras del GM y de 78% en las cabras del GN, la diferencia no alcanzó significancia. Los resultados del presente trabajo nos permiten concluir que la respuesta sexual de las cabras nulíparas sometidas al EM y tratadas con P4 no difiere de la respuesta sexual mostrada por las cabras multíparas.

Palabras clave: Efecto macho, progesterona, paridad, actividad sexual, cabras.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los caprinos en México tiene una gran importancia, ya que existe una 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 es una fuente importante de alimentación y sustento para las familias dedicadas a esta actividad (INEGI, 2000-2005).

En la Comarca Lagunera, el sistema 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 locales de 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. Por ello, 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 periodos de anestro. Sin 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 cabras 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, ampliándose en algunos días el período de 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; Contreras, 2008). 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 paridad¹ de las hembras pueda influir sobre la respuesta al efecto macho cuando se utiliza un tratamiento conjunto con aplicación de progesterona.

¹ En la presente tesis el término paridad se refiere al número de partos que ha experimentado una cabra.

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-verano y máxima en otoño-invierno. Esta estacionalidad reproductiva resulta de una combinación de factores medioambientales, de los cuales el fotoperiodo es el principal responsable de las variaciones de la actividad sexual al sincronizar el ritmo endógeno circanual de reproducción (Thiéry *et al.*, 2002).

La estacionalidad reproductiva representa un proceso de adaptación para que el nacimiento de las crías ocurra en un periodo en el que la disponibilidad de alimento es mayor, favoreciendo la sobrevivencia y el crecimiento de la progenie (Bronson, 1985).

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 la 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 desarrollan de septiembre a febrero, es decir en otoño e invierno (Chemineau *et al.*, 1992). En la región norte de la provincia de Neuquen en la Patagonia argentina (41° sur), las hembras caprinas criollas presentaron una actividad reproductiva estacional. Esto es, las hembras presentaron un periodo de ovulaciones totales (con o sin estros) que se extendió desde fines de marzo hasta principios de septiembre (Cueto *et al.*, 2003).

2.4. Actividad sexual de las cabras localizadas en regiones subtropicales

En 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 anestros sexual 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), concluyéndose que el fotoperiodo es uno de los factores medioambientales que modulan la actividad reproductiva.

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. Por ello, en los caprinos de estas regiones subtropicales debería de estudiarse los métodos para inducir y sincronizar la actividad sexual fuera del periodo 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 por ello la ocurrencia de los partos. Ello mejora el manejo de los rebaños y facilita 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 ó 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 progesterona (P4). Se ha demostrado que esto es efectivo del día 4 al día 17 del ciclo estral de la cabra (Ott, 1980, 1986). Así, durante el periodo natural de reproducción de las cabras es posible sincronizar el estro mediante la administración de una inyección 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 o 12 días después. Con estas 2 inyecciones, al menos todas las cabras cíclicas deberían de 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 dos aplicaciones y ellos observaron que el 70% de las hembras mostraron celo a ~54h después de la primera inyección y un 94% de ellas estuvieron en celo a ~53h 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 las mayorías 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 de progesterona (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 cashmere, Ritar *et al.*, (1990) compararon el CIDR y las esponjas tradicionales que contienen acetato de flurogestona (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 (efecto macho; EM). Además, al final del tratamiento 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 el 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 y el 93% de ellas entraron en celo dentro de las primeras 24h, 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 48% 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 permanencia de las esponjas de sólo 11 días se obtuvieron buenos resultados en cuanto a fertilidad. Así, Corteel *et al.* (1998) demostraron en cabras Alpinas y Saanen que usando semen congelado se obtuvo una mayor fertilidad cuando las esponjas 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 las vaginas 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 μ g

de cloprostenol. Debido que la dosis de eCG fue inicialmente calculada para cabras lecheras alpinas y saanen, debe 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 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 (Delgadillo *et al.*, 2009). 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 h después del primer contacto con el macho y la ovulación ocurre de 24 a 36 h 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 frecuentemente dos 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 del 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 una intensa conducta sexual (Olor,

aproximaciones, vocalizaciones) las respuestas 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 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 de los machos resultando en un solo pico de celos y ovulaciones (Gonzales-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 paridad (en la presente tesis el término paridad se refiere al número de partos que ha experimentado una cabra) de las hembras pueda influir sobre la respuesta al efecto macho cuando se utiliza un tratamiento conjunto con aplicación de progesterona.

OBJETIVO

El objetivo de la presente tesis es determinar si la respuesta al efecto macho de las cabras nulíparas difiere a la respuesta de las cabras multíparas cuando se utiliza una aplicación previa de progesterona.

HIPÓTESIS

El uso del efecto macho en combinación con progesterona induce una mayor respuesta sexual en las cabras multíparas que en las cabras nulíparas.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del experimento

Este estudio se realizó del 29 de mayo al 12 de junio del 2008 en el ejido Providencia municipio de Torreón Coahuila. Esta localidad se encuentra ubicada en la Comarca Lagunera, la cual está situada a una latitud 26° Norte y una altitud que varia de 1100 a 1400 metros sobre el nivel del mar. La precipitación promedio anual es de 230 mm y las temperaturas promedio mínimas y máximas son de 3.9 y 40.5 °C presentándose en los meses de diciembre y junio, respectivamente (CONAGUA, 2008).

3.2. Animales experimentales

3.2.1. Machos y manejo zootécnico

Para este estudio se utilizaron ocho 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 despezuñados.

3.2.1.1. Tratamiento fotoperiodico de los machos

Los machos se sometieron del 1 de noviembre del 2007 al 29 de mayo del 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 fijo 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 alas 22:00 horas. Esto permitió que los animales percibieran días largos de 16 horas de luz por día. Esta demostrado que este tratamiento permite inducir una intensa actividad sexual en los machos cabríos durante el periodo de reposos sexual (Flores *et al.*, 2000).

3.2.2 Hembras experimentales

Se utilizaron 20 hembras caprinas Criollas, cuya descripción se describirá en el siguiente apartado. Estas cabras 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 una ecografía transrectal 10 días antes de la introducción de los machos. Para ello, se utilizó un ultrasonido (Aloka SSD 550, Tokio, Japon) equipado con un transductor lineal de 7.5 MHz. Las hembras que se encontraban anovulatorias (es decir que no presentaban 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 los animales tuvieron libre acceso a agua y sales minerales. Las cabras utilizadas para este estudio fueron previamente descornadas, desparasitadas, vitaminadas y despezueñadas.

3.2.3 Diseño experimental y efecto macho

Con las 20 cabras seleccionadas se establecieron 2 grupos de cabras estandarizados de acuerdo a la condición corporal de las hembras (Cuadro 1): Un grupo de hembras multíparas de más de 3 años de edad que previamente habían tenido al menos un parto (Grupo multíparas GM; n= 11) y un grupo de cabras nulíparas de aproximadamente 1.5 años de edad que no habían tenido partos previos (Grupo nulíparas GN; n=9). Momentos antes de exponer las cabras al macho se les aplicó por vía IM 25 mg de P4 (0.5 ml de Progesterona ®Fort Dodge, México). Los animales de ambos grupos experimentales fueron alojados en corrales cada grupo 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 del 2008 a las 11:30 horas 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 EEM de las cabras antes de someterlas al efecto macho en el grupo GM (grupo múltiparas) y en las cabras del grupo GN (grupo nulíparas). En ambos grupos, las cabras fueron sometidas al efecto macho y además recibieron una inyección IM de 25 mg de progesterona el día de la introducción del macho.

GM (n=11)		GN (n=9)	
Cabra	CC	Cabra	CC
801	2.0	819	2.5
810	2.0	851	2.0
811	2.5	863	2.0
812	2.0	865	2.0
813	2.0	872	3.0
814	2.5	862	2.0
818	2.0	873	1.5
828	2.0	432	1.5
844	2.0	469	2.0
846	2.0		
847	2.0		
Promedio	2.1		2.1
EEM	± 0.06		± 0.20

3.3 Variables determinadas

3.3.1. Proporción de cabras que mostraron conducta estral 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 observó 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). La cabra que se detectada en celo era removida del corral para que el macho continuara la detección de otras hembras en celo. Al final, las cabras que habían sido removidas fueron reintroducidas al corral. En una hoja de registro se llevó el control de los animales en celo/día. Con estos datos se calcularon las siguientes variables:

3.3.1.1. Porcentaje total de cabras en celo. Es el número de cabras que mostraron celo durante los 15 días en que permaneció el macho en cada grupo experimental.

3.3.1.2. Latencia al primer celo. Es el tiempo promedio transcurrido (horas) desde el momento de la introducción del macho a la aparición de la primera conducta de estro.

3.3.1.3. Duración del primer celo. Es el tiempo promedio (horas) durante el cual las hembras permanecieron receptivas al macho.

3.3.2. Proporción total de cabras que ovularon por la exposición durante 15 días a los machos

Para determinar el número de cabras que ovularon en respuesta a la exposición durante 15 días de los machos, a los 22 días post-introducción, en las cabras se realizó un ultrasonido transrectal utilizando un equipo marca Aloka SSD 550 (Tokio, Japon) 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 2 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 total 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-Whitney. 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 (2000). Los resultados son expresados en porcentajes y en promedio \pm error estándar del promedio (\pm EEP).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Porcentaje total de cabras en celo durante los 15 días que permanecieron los machos

En ambos grupos de cabras el 100% de las hembras mostró conducta de celo durante los 15 días en que permanecieron los machos ($P>0.05$; Figura 1).

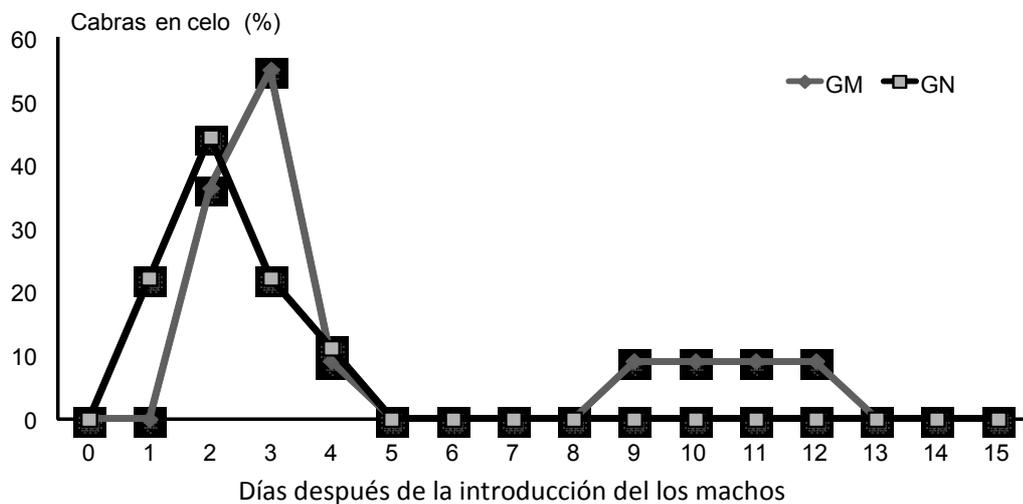


Figura 1. Porcentaje diario de cabras en celo durante los 15 días en que estuvieron los machos con las hembras en los dos grupos. Las cabras de ambos grupos recibieron una inyección IM de 25 mg de P4. En el GM todas las cabras fueron multíparas ($n=11$), mientras que en el GN éstas fueron nulíparas ($n=9$).

4.2. Latencia al primer celo

El tiempo transcurrido desde la introducción del macho al inicio del primer celo en las cabras multíparas (58.0 ± 4.0 h) no difirió al tiempo registrado en las cabras nulíparas (43.0 ± 8.0 h; $P>0.05$).

4.3 Duración del celo

El tiempo en que las cabras permanecieron receptivas al macho no difirió ($P>0.05$) entre las hembras del GM y del GN (31.0 ± 5.2 h y 33.0 ± 7.1 h, respectivamente).

4.4. Proporción total de cabras que ovularon

En ambos grupos de cabras el 100% de las hembras ovuló en respuesta a los 15 días de exposición con los machos ($P>0.05$).

4.5 Tasa ovulatoria

El número de cuerpos lúteos observados mediante el ultrasonido no fue diferente ($P>0.05$) entre las cabras del GM (1.5 ± 0.2) y las cabras del GN (1.4 ± 0.2).

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

El número de cabras gestantes a los 70 días después del contacto de los machos con las hembras no fue diferente ($P>0.05$) entre el GM y el GN (91% vs 78%, respectivamente).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

La paridad de las cabras no influyó sobre la respuesta sexual inducida mediante el EM en combinación con la aplicación de P4. En efecto, el 100% de las cabras del GN y del GM mostraron celo y ovularon en respuesta a la exposición de los machos.

Estos resultados concuerdan parcialmente con los recientemente reportados por Luna–Orozco *et al.* (2008), quienes realizaron también EM en cabras nulíparas y multíparas pero sin la aplicación de P4. Estos autores demostraron que la paridad de las cabras no modificó la respuesta estral y ovulatoria al EM. Sin embargo, la única diferencia entre estos 2 estudios es que en las cabras del GN del presente sólo se presentó un pico de actividad estral, mientras que en el estudio de Luna-Orozco *et al.* (2008) las cabras nulíparas mostraron dos picos de actividad estral. Lo anterior confirma que la aplicación de P4 al momento de realizar el EM suprime de manera importante la aparición de ciclos estrales cortos. 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. En ovejas, se ha determinado que 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 retardo importante en los 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). 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 *et al.*, 1998; Chemineau *et al.*, 2006). La ausencia de diferencia entre la respuesta sexual de las cabras nulíparas multíparas de la presente tesis concuerda también con lo reportado previamente en ovejas, en las que se observó que el porcentaje de ovulaciones en respuesta al EM no difirió entre animales multíparos y nulíparos (Oldham *et al.*, 1985).

Los resultados de la presente tesis difieren de previos estudios realizados en cabras y ovejas, en las cuales la respuesta estral fue menor en las nulíparas que en las multíparas (Walkden-Brown *et al.*, 1984; Mellado *et al.*, 2000). Lo anterior se explica posiblemente debido a que en el presente trabajo los machos utilizados fueron inducidos, mediante un tratamiento de días largos, a una intensa actividad sexual, mientras que en los estudios de Walkden-Brown *et al.* (1984) y en el de Mellado *et al.* (2000) no se utilizaron machos en esas condiciones. En efecto, los machos con intensa actividad sexual inducen una mayor respuesta sexual en las cabras que los machos no tratados (Flores *et al.*, 2000).

CAPÍTULO VI

CONCLUSIÓN

Con base a los resultados del presente estudio, se concluye que la respuesta sexual de las cabras nulíparas sometidas al EM y tratadas con P4 no difiere de la respuesta sexual mostrada por las cabras multíparas cuando se utilizan machos sexualmente activos.

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.
- Asdell, S.A. (1926). Variation in the onset of the breeding year of the goat. J. Agr. Sci. Cambr. 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. (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., 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., 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.
- Contreras, A. (2008). La aplicación de progesterona en combinación con el efecto macho no modifica la respuesta ovulatoria, ni la fertilidad en cabras. Tesis de Licenciatura, UAAAN, pp 29.
- 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., Leboef, B., Baril, G. (1988). Artificial breeding of adult goats and kids induced with hormones to ovulate outside the breeding season. Small Rumin. Res. 1, 19-35.

- 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.
- Cueto, M., Gibbons, A., Lanari, M.R., Taddeo, H., Alberio, R. (2003). Estacionalidad reproductiva en cabras criollas Neuquinas de Patagonia Argentina. Trabajo presentado 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. (2005). Inseminación artificial en caprinos. Ed. Trillas. México. pp 25.
- Duarte, G., Flores, J.A., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. (2008). Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists indepently of food availability Dom. Anim. Endo. 35, 362-370.
- 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.
- Gonzales-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.
- Martin, G.B. (2002). Socio-sexual signals and reproduction in mammals: an overview. Curso internacional sobre feromonas y bioestimulación sexual FMVZ UNAM México DF.
- Martin, G.B., Oldham, C.M., Cognie, Y., Pearce, D.T. (1986). The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction de rams: a review. Livest. Prod. Sci. 15, 219-247.
- Nuti, L.C., Bretzlaff, K.N., Elmore, R.G., Meyers, S.A. (1992). Sinchronization oestrous in dairy goats treated with F2 α 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 F2 α . Theriogenology 13, 341-345.

- 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. Fertil. Dev.* 2, 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.
- Sáens-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.
- 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 anoestrus 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.