

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**CARACTERÍSTICAS DE LA RESPUESTA ESTRAL EN CABRAS
ANÉSTRICAS TRATADAS CON PROGESTERONA Y
SOMETIDAS AL EFECTO MACHO**

POR:

DANIEL AVISAÍ GARCÍA HERNÁNDEZ

TESIS:

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

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

OCTUBRE 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



CARACTERÍSTICAS DE LA RESPUESTA ESTRAL EN CABRAS
ANÉSTRICAS TRATADAS CON PROGESTERONA Y
SOMETIDAS AL EFECTO MACHO

TESIS

POR:

DANIEL AVISAÍ GARCÍA HERNÁNDEZ

ASESOR PRINCIPAL



DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

OCTUBRE 2008

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**CARACTERÍSTICAS DE LA RESPUESTA ESTRAL EN CABRAS
ANÉSTRICAS TRATADAS CON PROGESTERONA Y
SOMETIDAS AL EFECTO MACHO**

TESIS

POR:

DANIEL AVISAÍ GARCÍA HERNÁNDEZ

ASESOR PRINCIPAL



DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



M.V.Z. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELIAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

OCTUBRE 2008

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

DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

OCTUBRE 2008

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**CARACTERÍSTICAS DE LA RESPUESTA ESTRAL EN CABRAS
ANÉSTRICAS TRATADAS CON PROGESTERONA Y
SOMETIDAS AL EFECTO MACHO**

POR:

DANIEL AVISAÍ GARCÍA HERNÁNDEZ

**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
DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

OCTUBRE 2008

AGRADECIMIENTO

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

A MIS PADRE DANIEL AVISAI GRACIA JUAREZ E ISIDORA GUADALUPE HERNANDEZ VILLAGRANA por su apoyo, cariño y comprensión. Y por que siempre han creído en lo que puedo hacer.

A mis hermanos **JUAN AVISAI GARCIA HERNANDEZ Y JUDITH AMERICA GARCIA HERNANDEZ** por que he contado con su confianza y cariño.

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

Al **Dr. JOSE ALFREDO FLORES CABRERA** por su apoyo permitiéndome concluir con mi servicio social y su buena amistad.

Al **M.C. SANTIAGO RAMIREZ VERA** por su ayuda y amistad.

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

Al grupo de mi generación sección “E” en especial a Alberto Contreras, Efraín López, Araceli Serrano, Víctor Nájera, Felipe Mejía, Alfonso Martínez, Roberto Hidalgo y Fernando Santamaría. Gracias por su valiosa amistad.

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

INDICE

| | PÁGINA |
|---|---------------|
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| 2.1 Estrategias reproductivas en caprinos | 4 |
| 2.1.1 Actividad sexual anual de los caprinos en diferentes zonas ecológicas | 4 |
| 2.3. Métodos utilizados para el control en la actividad sexual en los caprinos | 5 |
| 2.3.1. Métodos usados durante la estación natural de reproducción | 6 |
| 2.3.1.1. Empleo de prostaglandinas | 6 |
| 2.3.2. Métodos usados para la inducción y sincronización de la actividad sexual durante el anestro estacional | 7 |
| 2.3.2.1. Uso del dispositivo interno de liberación controlada (CIDR) | 7 |
| 2.3.2.2 Tratamiento con esponjas vaginales (aplicación de progestágenos, prostaglandinas y eCG (gonadotropina coriónica equina) | 8 |
| 2.3.3.- Efecto macho | 9 |
| 2.3.2.4. Uso del efecto macho en conjunto con la aplicación de progesterona | 10 |
| OBJETIVO | 12 |
| HIPÓTESIS | 12 |
| CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS | 13 |

| | |
|--|----|
| 2.1 Localización del estudio | 13 |
| 2.2 Animales y manejo zootécnico | 13 |
| 3.3 Tratamientos experimentales y efecto macho | 14 |
| 3.4 Variables determinadas | 15 |
| Análisis de datos | 17 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS | 18 |
| 4.1. Proporción total de cabras en estro en los 15 días de exposición al macho | 18 |
| 4.2. Proporción de cabras que mostraron un ciclo estral corto | 19 |
| 4.3. Duración de los ciclos cortos | 19 |
| 4.4. Latencia al primer estro | 19 |
| 4.5. Duración del primer estro | 19 |
| 4.6. Fertilidad a los 70 días pos-exposición al macho | 19 |
| CAPÍTULO V. DISCUSIÓN | 20 |
| CAPÍTULO VI. CONCLUSIÓN | 22 |
| LITERATURA CITADA | 23 |

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

| | PÁGINA |
|--|--------|
| Tabla 1. Condición corporal (CC) promedio \pm desviación estándar (sd) de las cabras Criollas de ambos grupos experimentales antes de someterlas al efecto macho en los dos grupos experimentales. | 15 |
| Figura 1. Proporción diaria acumulada de cabras en estro en el grupo EM (efecto macho solo; n=12) y en el grupo EM+P4 (efecto macho más progesterona; n= 11). | 18 |

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue investigar si la administración de progesterona al momento del efecto macho, modifica la respuesta estral y la fertilidad en las cabras anéstricas. Para ello, se realizó un estudio a partir del día 29 de mayo, en el cual se utilizaron 2 grupos homogéneos de cabras Criollas multíparas anéstricas. En el primer grupo las cabras fueron sometidas a efecto macho y no recibieron tratamiento hormonal (grupo EM; n=12). En otro grupo de cabras momentos antes de someterlas a efecto macho, cada cabra recibió intramuscularmente 25 mg de progesterona (P4) (grupo EM+P4 ; n=11). Los machos utilizados fueron previamente inducidos a una intensa actividad sexual mediante un tratamiento fotoperiódico de días largos. En las cabras de ambos grupos, el estro se determinó dos veces por día (en las mañanas y en las tardes) durante los 15 días que permanecieron los machos. No existió diferencia significativa en la proporción total de cabras que mostraron estro en ambos grupos durante los 15 días que permanecieron los machos (100% en ambos; $P > 0.05$). El tiempo transcurrido desde la introducción del macho al inicio del primer estro fue mayor ($P < 0.01$) en las cabras del grupo EM+P4 (58.0 ± 13.0 h) que en las cabras del grupo EM (38.0 ± 16.0 h). El tiempo en que las cabras permanecieron receptivas al macho no difirió estadísticamente entre los dos grupos ($P > 0.05$). Sin embargo, las cabras del grupo EM+P4 duraron 27.3 ± 17 h en estro, mientras que las cabras del grupo EM sólo estuvieron en estro durante 19.2 ± 8.0 h. Aunque no existió diferencia significativa en la proporción de cabras que mostraron un ciclo estral de corta duración entre los dos grupos ($P > 0.05$), el grupo EM un 58% de las hembras mostró dicho ciclo corto, mientras que en el grupo EM+P4 sólo un 36% de ellas mostró ciclo corto. La duración de los ciclos cortos en las cabras del grupo EM fue menor (5.5 ± 0.2 días) que en las cabras del grupo EM+P4 (7.0 ± 1.4 días; $P < 0.05$). Por último, la fertilidad a los 70 días post-exposición al macho no fue

diferente entre las cabras del grupo EM y las del grupo EM+P4 (83% vs. 91%, respectivamente; $P>0.05$; Chi-cuadrada). Los resultados obtenidos en la presente investigación indican que en las cabras de la Comarca Lagunera, la aplicación de P4 al momento del efecto macho retrasa en 20 h la presentación del primer estro y no fue diferente, se prolongó la duración del mismo. Sin embargo, ni la proporción total de cabras en estro, ni la fertilidad a los 70 días post-introducción de los machos se modificó debido al tratamiento con P4. Además, aunque no existió diferencia significativa, con la aplicación de P4 se disminuyó la proporción de cabras que mostraron un ciclo corto.

Palabras clave: Sincronización, Estro, Progesterona

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Los caprinos proporcionan al hombre alimentos (leche, carne y sus derivados), vestimenta (fibras, pelo y pieles). En algunas zonas los caprinos pueden utilizarse para el controlar la propagación de hierbas y malezas (Arbiza, 1986). 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 constituye una fuente importante de ingresos y de 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 de pastoreo sedentario. Sin embargo, con más frecuencia se incrementa la crianza intensiva de caprinos, donde también se explotan los bovinos lecheros. En esta comarca, los principales factores limitantes en la reproducción caprina están asociados a la carencia alimenticia y la concentración de los partos en el invierno. Además, 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).

En los caprinos de la Comarca Lagunera que se explotan de manera intensiva o extensiva, está demostrado que manifiestan variaciones

estacionales en su actividad reproductiva (Delgadillo *et al.*, 2004., Duarte *et al.*, 2008 en prensa). 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 (Delgadillo *et al.*, 1999., Duarte *et al.*, 2008 en prensa). En ambos sexos, esta estacionalidad es provocada por las variaciones de la duración del día. Los días cortos estimulan la actividad sexual y los días largos la inhiben. Este patrón estacional de la actividad reproductiva ocasiona que la producción de carne de cabrito y de leche se presente de manera estacional. A su vez esta variación provoca variaciones en el precio de estos productos, esto es, el precio es alto cuando hay poca cantidad y disminuye cuando se incrementa la producción (Salinas *et al.*, 1993).

Una manera de evitar que la producción de los caprinos en la Comarca Lagunera se concentre en ciertas épocas del año es induciendo la actividad reproductiva en los periodos de anestro. Sin embargo, las técnicas de inducción de actividad sexual tanto en las hembras como en los machos durante el periodo de anestro y reposo sexual, respectivamente, dichas técnicas deberán ser sencillas, de bajo costo y factibles, para incorporarse a los sistemas de explotación existentes.

Actualmente, los productores de cabras en estabulación invierten grandes cantidades de dinero al utilizar hormonas exógenas como: esponjas vaginales con acetato de fluorogestona, hormona gonadotrófica 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). Esta técnica consiste en introducir un macho cabrío sexualmente activo a un grupo de hembras anéstricas para estimular su actividad sexual. Con esta técnica se han obtenido hasta un 95% de fertilidad (Flores *et al.*, 2000). Sin embargo, esta técnica tiene el fenómeno de que en una alta proporción de cabras se presentan dos picos de actividad estral y dos picos de actividad ovulatoria. Ello provoca que ocurran dos picos de partos separados por algunos días, lo cual no sincroniza uniformemente las pariciones. Con la finalidad de suprimir la presentación de dichos ciclos cortos se ha determinado que la aplicación de progesterona al momento del EM evita la aparición de ciclos

cortos (Chemineau *et al.*, 2006). Por ello, la aplicación de progesterona (25 mg) al momento de introducir los machos resulta en un solo pico de estros y ovulaciones (Gonzalez-Bulnes *et al.*, 2006). Sin embargo, en las cabras locales de la Comarca Lagunera explotadas de manera extensiva con una condición corporal baja, hasta hoy no se conoce como la respuesta estral al efecto macho combinado con una aplicación de 25 mg de progesterona exógena.

Con estos antecedentes, el presente estudio se realiza con el propósito de conocer más detalladamente parte de las metodologías utilizadas para el control de la reproducción en estos caprinos. En particular, el objetivo es conocer la respuesta sexual de estas cabras sometidas al efecto macho en combinación con la progesterona exógena.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Estrategias reproductivas en caprinos

Dado que los pequeños rumiantes (caprinos y ovinos) se encuentran en diferentes zonas ecológicas, estas especies ha desarrollado diferentes estrategias reproductivas, con el fin de que los partos ocurran en épocas en las que el clima y la disposición de alimentos sea favorable para las madres y sus crías (Bronson., 1985).

2.1.1 Actividad sexual anual de los caprinos en diferentes zonas ecológicas

En las cabras originarias y criadas en zonas templadas, cuando los machos permanecen en contacto con las hembras, los partos ocurren únicamente durante algunos meses del año, esto se debe a que ambos sexos presentan variaciones marcadas de su actividad sexual. (Chemineau *et al.*, 2003). Por ejemplo, en el hemisferio norte, específicamente en Europa, el periodo natural de reproducción de las cabras de las razas Alpinas y Saanen, se desarrolla de septiembre a febrero (otoño e invierno) (Chemineau *et al.*, 1992).

En algunas razas de cabras originarias o adaptadas a las condiciones subtropicales, en los hemisferios norte (Delgadillo *et al.*, 2003) y sur (Rivera *et al.*, 2003), se ha reportado una estacionalidad en su actividad reproductiva (Restall, 1992). La estacionalidad en la actividad reproductiva en las cabras de esta zona subtropical se caracteriza por la alteración de un periodo de reposo

sexual o anestro seguido por un periodo de actividad sexual (Duarte *et al.*, 2008 en prensa).

En las hembras caprinas, el periodo de anestro esta asociado con la ausencia de estros y ovulaciones, y se presenta desde el inicio de la primavera hasta finales de verano. Por el contrario, la estación sexual se caracteriza por la sucesión de los ciclos estrales y ováricos de 21 ± 0.3 días de duración. Ejemplo de ello son las cabras Criollas de Argentina (30° S), las Cashmere de Australia (28° S) y las cabras Criollas de la Comarca Lagunera (26° N). En estas razas, la estación sexual inicia en el otoño y termina a finales del invierno (Restall 1992a; Delgadillo *et al.*, 2003, Rivera *et al.*, 2003). Por ejemplo, en las cabras de la Comarca Lagunera, región subtropical de México, las hembras muestran actividad sexual (ovulaciones) del mes de septiembre al mes de febrero (Duarte *et al.*, 2008 en prensa). Estos periodos de actividad e inactividad sexual se registran año con año, lo que sugiere que la repetibilidad del ciclo anual de reproducción en las hembras y machos, es sincronizada por un factor ambiental poco variable de un año a otro. El factor responsable de la actividad sexual estacional en las cabras es el fotoperíodo (Malpaux *et al.*, 1999; Duarte *et al.*, 2008 en prensa; Delgadillo *et al.*, 2000).

En zonas tropicales, los pequeños rumiantes han desarrollado una estrategia reproductiva de tipo oportunista que les permite iniciar su actividad sexual cuando los factores ambientales son propicios: alimentación, temperatura, presencia de individuos del sexo opuesto, etc. (Bronson., 1985). Así, se ha reportado que tanto en ovejas como en cabras explotadas en estas latitudes, las concepciones ocurren durante todos los meses del año, aumentando en las épocas de mayor disponibilidad de forraje (Delgadillo *et al.*, 2003).

2.3. Métodos utilizados para el control en la actividad sexual en los caprinos

Existen diversas razones para manipular la actividad sexual en los caprinos. Primero, la sincronización del estro puede servir de estrategia para

controlar la reproducción y la ocurrencia de los partos del rebaño. De esta manera se optimizan los programas de inseminación artificial. De igual modo, el control de la reproducción, permite inducir la actividad sexual en animales, con actividad reproductiva estacional, que disminuye el intervalo generacional. Finalmente, la sincronización del estro es facilitar la obtención de cabras donadoras y receptoras en los programas de transferencia de embriones.

2.3.1. Método usado durante la estación natural de reproducción

2.3.1.1. El empleo de prostaglandinas (PGF 2α)

La administración de PGF 2α o sus análogos (cloprostenol) pueden ser utilizados durante la estación natural de reproducción para la sincronización del estro. La administración de PGF 2α causa la regresión del cuerpo lúteo (CL) y el cese de la producción de P4. Se ha demostrado efectividad, al aplicarse día 4 al 17 del ciclo estral de la cabra (Ott *et al.*, 1980). Así, durante el período natural de reproducción de las cabras, es posible sincronizar el estro mediante la administración de una inyección intramuscular de 1.25 a 2.5 mg de PGF 2α (Bretzlaff *et al.*, 1981, 1983) o bien con 125 μ g de cloprostenol (Nutti *et al.*, 1992), con el cual las cabras inician el estro 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 dosis a los 10-11 días después. Con estas 2 dosis, al menos todas aquellas cabras cíclicas deberían responder. Ott *et al.*, (1980) sincronizaron cabras Criollas usando 2 dosis de 8 mg de PGF 2α aplicadas intramuscularmente con un intervalo de 11 días cada aplicación. Ellos observaron que el 70% de las hembras mostraron estro a ~54 h después de la primera inyección y un 94% de ellas estuvieron en estro 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 estro en las primeras 48 h después de la primer

dosis, el 80% de ellas resultaron gestantes después de la cubriciones. En un estudio realizado con cabras enanas Africanas, Akusu *et al.*, (1986) reportaron que la mayoría de las cabras estuvieron en estro a ~42 y 59 h después de la segunda dosis de 5 y 10 mg de un análogo de PGF₂ α , respectivamente. Ellos observaron que existió un intervalo de 20 a 48 h entre el inicio del estro y la presentación de la ovulación. En cabras Boer, dos inyecciones intramusculares de prostaglandinas o análogos de prostaglandinas (cloprostenol) con un intervalo de 10 a 14 días son mejores que una dosis cuando se desconoce el momento del ciclo estral en las cabras de la raza Boer. En esta raza, más hembras presentan un estro después de la segunda (93.8%) que la primera inyección (77.1%). La dosis mínima recomendada para inducir una luteólisis es de 62.5 μ g de un análogo de la prostaglandina (cloprostenol; Greiling y Van Niekerk, 1986).

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

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

El CIDR es un tubo de silicón intravaginal que contiene progesterona (P4; Rathbone, *et al.*, 1998). El uso de este dispositivo 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 vs las esponjas tradicionales que contienen acetato de Fluorogestona (FGA; ver siguiente apartado), para su uso en esquemas de inseminación artificial. En esos ensayos, las cabras fueron tratadas intravaginalmente con esos productos durante 15 a 20 días con el fin de evitar los ciclos cortos que son característicos del 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 10h en el grupo CIDR, ya que estas cabras ovularon 10h antes que las tratadas con FGA. En esos experimentos, la

fecundidad (número de fetos/ número de cabras gestantes) fue mayor en las cabras tratadas con el CIDR cuando la inseminación se realizó a las 39 h (1.27) que cuando se realizó a las 45 h (1.20) después del término del tratamiento.

2.3.2.2 Tratamiento con esponjas vaginales, prostaglandinas y eCG (gonadotropina coriónica equina)

Las esponjas vaginales es el método más antiguo en 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, cuando se retiraban 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 mostraron estro en 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 momento en la inyección de la eCG. Así, la eCG fue inyectada 48 h antes de que la esponja fuera retirada. Con ello, el estro fue inducido en aproximadamente un 100% de las cabras tratadas y en un 84% de ellas, el estro se presentó en un período de 24 h, iniciándose 12 h después del retiro de la esponja.

Posteriormente, se realizaron varias investigaciones y se encontró que con una permanencia de sólo 11 días de las esponjas se obtuvieron buenos resultados en cuanto a fertilidad. Así, Corteel *et al.*, (1988) demostraron en cabras Alpinas y Saanen que utilizando semen congelado se obtuvo una mayor fertilidad cuando las esponjas (FGA) permanecieron durante 11 días (61.1%) que cuando las esponjas permanecían por 21 días (56.7%). Por ello, actualmente este último tratamiento es el más usado para el control del estro 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 depende 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 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).

2.3.3.- Efecto macho

La introducción de un macho 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; Álvarez y Zarco,2001; Rosa y Bryant, 2002; Delgadillo *et al.*,2006).

Se ha demostrado en cabras locales de la Comarca Lagunera que más del 80% de las cabras que son expuestas a machos sexualmente activos manifiestan actividad estral y ovárica a los pocos días de ser puestas en contacto con dichos machos. Por el contrario, solo alrededor del 10% de las hembras caprinas manifiestan estrus cuando son expuestas a machos en reposo sexual, que no fueron tratados previamente (Flores *et al.*.,2000; Delgadillo *et al.*, 2002). En las razas caprinas estacionales, la respuesta de las hembras al efecto macho es mejor cuando se realiza un mes antes del inicio del periodo natural de actividad sexual o un mes después del final de la estación sexual anual (Martín *et al.*, 1983; Restall, 1992b; Mellado *et al.*., 2000).

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

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

2.3.2.4. Uso del efecto macho en conjunto con 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 manifiesta actividad estral y ovulación de 24 a 36 h después del contacto, 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 la mayoría de las cabras presentan un ciclo estral corto (Gonzalez-Bulnes *et al.*, 2006). Esta luteólisis que se presenta del día 4 al 5 después de introducir el macho provoca bajas concentraciones de P4 (progesterona) en torrente sanguíneo (entre 0.5 y 1.0 ng/ml). Después de este ciclo corto las hembras vuelven a presentar un segundo estro y vuelven ovular en un tiempo de 6 a 9 días después de la introducción del macho. Esta segunda ovulación siempre es seguida de un ciclo de duración normal.

Bajo este esquema de respuesta una buena proporción de cabras presenta dos picos de actividad estral y ovulatoria. La aplicación de P4 al momento de introducir los machos suprime la presentación de ciclos cortos, probablemente no debido a un retraso en la ovulación, sino más bien por un bloqueo en la síntesis de prostaglandinas impidiendo la luteólisis (Chemineau *et al.*, 2006). Por ello, en las cabras actualmente se aplica de P4 (25 mg) al momento del contacto con los machos resultando en un solo pico de estros y ovulaciones (Gonzalez-Bulnes *et al.*, 2006).

En las cabras locales de la Comarca Lagunera el efecto macho ha sido realizado exitosamente. La respuesta estral y ovulatoria de estas cabras presentan característicamente dos picos como se ha reportado en otros estudios (Flores, *et al.*, 2000; Delgadillo, *et al.*, 2006). Sin embargo, hasta hoy, en estos animales locales, no se conoce si aplicando la P4 al momento de realizar el efecto macho se suprime la presentación de los dos picos de estros. Por ello, el objetivo de la presente tesis es investigar si en las cabras Criollas la combinación del efecto macho más la aplicación de P4 mejoran la respuesta sexual inducida por el efecto macho.

OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo es investigar si la administración de progesterona exógena al momento del efecto macho, mejora la respuesta estral y la fertilidad en cabras anovulatorias sometidas al efecto macho.

HIPÓTESIS

La administración de progesterona exógena en cabras anovulatorias sometidas al efecto macho mejora la respuesta sexual al provocar un solo pico de actividad estral y mejora la fertilidad.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localización del estudio

El estudio se realizó en el Ejido Providencia del municipio de Torreón Coahuila. Ubicado en la región de la Comarca Lagunera, la cual se sitúa a una latitud de 26° N, y con una altitud que varía de 1100 a 1400 m sobre el nivel del mar. La precipitación promedio anual es de 230 mm y las temperatura promedio mínima y máxima son de 3.9 y 40.5°C, respectivamente. Estas temperaturas se presentan durante el mes de diciembre y junio, respectivamente (CONAGUA, 2005).

2.2 Animales y manejo zootécnico

Para este estudio se seleccionaron 23 cabras Criollas multíparas de 3-4 años de edad provenientes de un hato de 100 cabras. Previo al presente estudio, dichas cabras fueron mantenidas bajo un sistema de explotación extensivo. La alimentación en el campo consistió en varias especies de plantas y algunos forrajes nativos disponibles. El horario diario de pastoreo en esos animales fue de las 09:00 a las 18:00 h.

Al momento de realizar el estudio, los animales fueron estabulados y se sometieron durante 15 días, a una alimentación intensiva (de mantenimiento). Dicha alimentación consistió en 2 kg de heno de alfalfa (17% de PC y 1.95 Mcal de EM/kg) y 300g de concentrado comercial (14% de PC y 1.7 Mcal de EM/kg) por día y por animal. Durante todo el estudio, el agua y las sales minerales estuvieron a libre acceso en ambos grupos.

El estudio se inició el 29 de mayo, época determinada como período de anestro estacional en estos animales (Delgadillo *et al.*, 2004). Lo anterior fue confirmado mediante el estado acíclico de las cabras, realizando 10 días antes del estudio, un ultrasonido transrectal utilizando para ello un Scanner modo-B (*Aloka SSD 550, Tokio, Japón*) equipado con un transductor lineal de 7.5 MHz para verificar la ausencia de cuerpos lúteos.

3.3 Tratamientos experimentales y efecto macho

Una semana antes de iniciar el estudio, se seleccionaron 23 cabras multíparas con las cuales se establecieron 2 grupos homogéneos de cabras de acuerdo a la condición corporal (ver Tabla 1). Un primer grupo de cabras (Efecto Macho; grupo EM, n=12), se expuso únicamente al macho y no recibió tratamiento hormonal. Un segundo grupo de cabras (Efecto Macho+Progesterona; grupo EM+P4; n=11), además de la exposición al macho, a estas hembras se les aplicó IM 25 mg de progesterona® (Laboratorio Fort Dodge) el mismo día de la introducción del macho. En ambos grupos de cabras solo se introdujo y permaneció un macho por grupo (uno por cada corral) durante los 15 días de exposición, pero se usaron 8 machos que eran rotados en ambos corrales de hembras.

Todos los machos utilizados en ambos grupos fueron inducidos previamente a una intensa actividad sexual mediante un tratamiento fotoperiódico, que consistió de la exposición a días largos artificiales desde el 1 de noviembre del año anterior (Flores, *et al.*, 2000). Todas las cabras experimentales fueron alojadas en corrales hechos con malla ciclónica y cuyas dimensiones fueron de 5 x 6 m. Estos corrales disponían de comederos, bebederos y una lona amplia que les proporcionó un área amplia de sombra.

Tabla 1. Condición corporal (CC) promedio \pm desviación estándar (sd) de las cabras Criollas de ambos grupos experimentales antes de someterlas al efecto macho en los dos grupos experimentales.

| grupo EM | | grupo EM+P4 | |
|----------|------------|-------------|------------|
| Cabra | CC | Cabra | CC |
| 800 | 2.0 | 801 | 2.0 |
| 807 | 2.0 | 810 | 2.0 |
| 820 | 2.0 | 811 | 2.5 |
| 823 | 2.0 | 812 | 2.0 |
| 827 | 2.5 | 813 | 2.0 |
| 830 | 2.0 | 814 | 2.5 |
| 836 | 2.0 | 818 | 2.0 |
| 841 | 2.0 | 828 | 2.0 |
| 849 | 2.0 | 844 | 2.0 |
| 852 | 2.0 | 846 | 2.0 |
| 859 | 2.0 | 847 | 2.0 |
| 861 | 2.0 | | |
| Promedio | 2.04 | | 2.09 |
| sd | ± 0.15 | | ± 0.20 |

3.4 Variables determinadas

Actividad estral

En todas las cabras la conducta estral se determinó 2 veces/día (mañana y tarde) a partir de la introducción del macho. Para ello, en las mañanas y en las tardes los machos presentes en los dos corrales, fueron cambiados de corral y se identificó cuales hembras aceptaban la monta. Así, las cabras que permitieron ser montadas fueron consideradas que mostraban conducta estral (Chemineau y Thimonier, 1986). Inmediatamente después de observar la aceptación de la monta la hembra fue retirada del corral con el fin de que el macho continuara buscando otras hembras en estro. La detección de los estros se realizó hasta los 15 días post-introducción de los machos. Posteriormente, con estos datos se calcularon las siguientes variables:

- *Proporción total de cabras en estro en los 15 días de exposición al macho.*

Esta es el número total de cabras que mostró al menos una conducta de estro en los 15 días que estuvo el macho con las hembras en cada grupo.

- *Proporción de cabras que mostraron un ciclo estral corto*

Es el número de cabras que mostraron un ciclo estral corto. Se definió como un ciclo estral de corta duración cuando el intervalo entre el inicio de un estro al inicio del segundo estro fue menor a 17 días (Chemineau, 1987).

- *Duración de los ciclos cortos*

Es el tiempo que transcurre desde la aparición del primer estro hasta la aparición del estro subsiguiente.

- *Latencia al primer estro*

Es el tiempo que transcurrió desde la introducción del macho y el inicio del estro (aceptación de la monta). Este dato esta expresado en horas

- *Duración del primer estro*

Es el tiempo total durante el cual la hembra permaneció receptiva al macho. Este dato es expresado en horas.

- *Fertilidad a los 70 días post-exposición al macho*

Con la finalidad de determinar las cabras gestantes en ambos grupos se realizó un ultrasonido trans-abdominal a los 70 días post-exposición al macho utilizando un equipo marca Aloka SSD 550 (Tokio, Japón) provisto de un transductor abdominal de 5.0 MHz.

Análisis de Datos

La proporción total de cabras que mostraron estro en ambos grupos se comparó mediante una prueba de Chi cuadrada. El mismo procedimiento se utilizó para comparar la presentación de ciclos estrales cortos. La latencia al estro y la duración del mismo se compararon entre grupos mediante una prueba de t de student. Por último, la fertilidad a los 70 días post-introducción del macho se comparó también con una Chi cuadrada. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete estadístico SYSTAT 10 (SYSTAT 10, 2000). Los resultados son expresados en promedio \pm desviación estándar del promedio (\pm sd).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Proporción total de cabras en estro en los 15 días de exposición al macho

No existió diferencia significativa ($P>0.05$) en esta proporción entre el grupo EM y el grupo EM+P4. En efecto, en ambos grupos experimentales el 100% de las cabras mostraron al menos un estro durante los 15 días que permanecieron los machos.

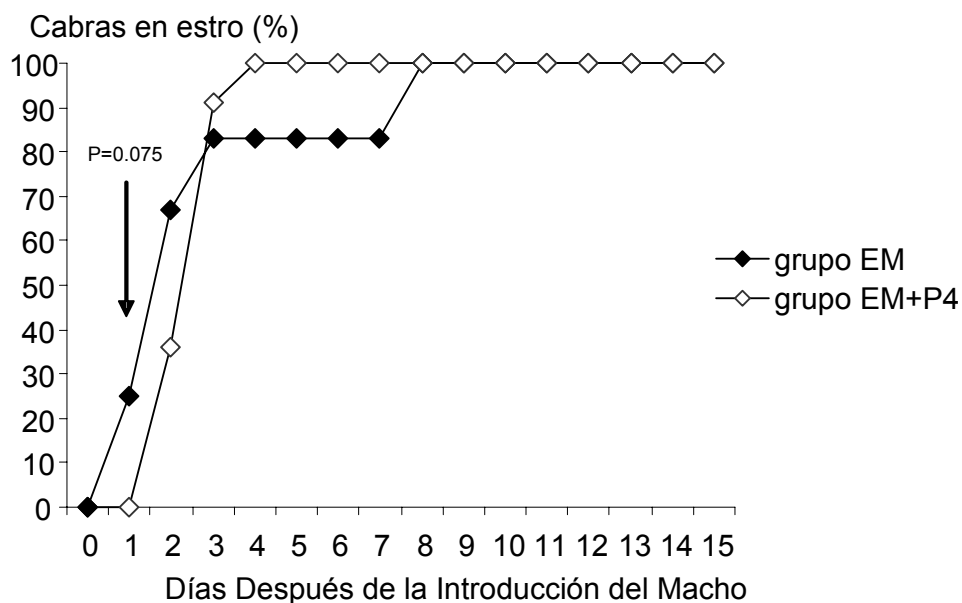


Figura 1. Proporción diaria acumulada de cabras en estro en el grupo EM (efecto macho solo; $n=12$) y en el grupo EM+P4 (efecto macho más progesterona; $n=11$).

4.2. Proporción de cabras que mostraron un ciclo estral corto

La proporción de cabras que mostraron un ciclo estral de corta duración no difirió entre los dos grupos ($P>0.05$). Sin embargo, en el grupo EM un 58% de las hembras presentó un ciclo corto, mientras que en el grupo EM+P4 solamente un 36% de ellas mostró dicho ciclo estral de corta duración.

4.3. Duración de los ciclos cortos

La duración de los ciclos cortos de las cabras que mostraron dicho ciclo fue diferente entre los dos grupos. Así, las cabras del grupo EM presentaron un ciclo corto de menor duración (5.5 ± 0.2 días) que las cabras del grupo EM+P4 (7.0 ± 1.4 días; $P<0.05$).

4.4. Latencia al primer estro

El tiempo transcurrido desde la introducción del macho al momento de detectar el primer estro fue diferente entre los dos grupos ($P<0.01$). Efectivamente, las cabras del grupo EM mostraron estro a las 38.0 ± 16.0 h, en cambio, las cabras del grupo EM+P4 el estro se retrasó hasta las 58.0 ± 13.0 h.

4.5. Duración del primer estro

El tiempo en que las cabras permanecieron receptivas al macho no difirió estadísticamente entre los dos grupos ($P>0.05$). Sin embargo, las cabras del grupo EM+P4 duraron 27.3 ± 17.0 h en estro, mientras que las cabras del grupo EM solo estuvieron en estro durante 19.2 ± 8.0 h.

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

La fertilidad a los 70 días post-exposición al macho no fue diferente entre las cabras del grupo EM y las del grupo EM+P4 (83% vs. 91%, respectivamente; $P>0.05$; Chi-cuadrada).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, indican que en las cabras de la Comarca Lagunera, la aplicación de P4 al momento del efecto macho retrasa en 20 h la presentación del primer estro. Sin embargo, ni la proporción total de cabras en estro, ni la fertilidad a los 70 días post-introducción de los machos se modificó debido al tratamiento con P4. Asimismo, aunque no alcanzó significancia este tratamiento disminuyó la proporción de cabras que mostraron un ciclo corto.

La respuesta sexual obtenida en el grupo EM concuerda con la obtenida previamente en estas mismas cabras, cuando se utilizan machos sexualmente activos (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Valera, 2007). Por ejemplo, en el trabajo de Valera (2007) un 50% de las cabras mostraron un ciclo de corta duración y la proporción total de cabras que mostraron al menos un estro en 15 días fue del 90%. Además, la duración de los ciclos cortos mostrados por las cabras del grupo EM es similar a la reportada por Rivas-Muñoz *et al.* (2007), quienes encontraron que las cabras mantenidas intensivamente y extensivamente la duración de dichos ciclos fue de 5.4 y 5.6 días respectivamente. De igual manera, la latencia al estro en el grupo EM de la presente tesis es similar a la encontrada por Aguilar (2007), quien reportó que las cabras mostraron estro en promedio a las 49 h después de ponerlas en contacto con los machos.

El retraso observado en la presentación al primer estro en las cabras del grupo EM+P4 en el presente estudio, pudo deberse a que la aplicación de P4 al momento de iniciar el efecto macho estimula la emergencia de una nueva oleada folicular, en la que dichos folículos requieren al menos 24 h para crecer

lo suficiente y producir el estradiol requerido para que se despliegue la conducta de estro (Gonzalez-Bulnes *et al.*, 2006). En cambio, en las cabras sin aplicación previa de P4 se ha documentado que cuando se usan machos sexualmente activos el estímulo proporcionado induce un incremento abrupto en las gonadotropinas que estimulan el folículo para que produzca estradiol y con ello se presente la conducta estral ya al segundo día después del contacto. Los resultados de la presente tesis son diferentes a los encontrados en esta misma especie por Gonzalez-Bulnes, *et al.* (2006), quienes encontraron que las cabras tratadas con P4 iniciaron el estro más pronto que las cabras no tratadas. Además en dicho estudio (Gonzalez-Bulnes, *et al.*, 2006), solamente un 20% de las hembras no tratadas con P4 mostraron conducta estral en respuesta al efecto macho, en cambio en el presente trabajo el 100% de las cabras respondieron mostrando estro en respuesta al macho. Esta bien conocido que cuando se utilizan machos sexualmente activos para el efecto macho, como lo fue en el presente trabajo, la mayoría de las cabras (>90%) muestran actividad estral dentro de los primeros 2 días después de que se ponen contacto (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2006). Por lo tanto, la diferencia en la respuesta estral obtenida por Gonzalez-Bulnes y la obtenida en el presente estudio se debió muy posiblemente a la intensa actividad sexual mostrada por los machos usados en el presente estudio.

En conjunto, los resultados obtenidos en la presente tesis muestran que la aplicación de progesterona al momento del efecto macho retrasa la presentación del primer estro. Sin embargo, aunque la diferencia no fue significativa, se observó que este tratamiento con P4 disminuye la presentación de ciclos cortos. Por último, en el presente trabajo se pudo confirmar que la fertilidad no se modificó debido al tratamiento con P4.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente tesis demuestran que en las cabras Criollas de la Comarca Lagunera la aplicación de progesterona al momento del efecto macho retrasa la presentación del primer estro. Sin embargo, aunque la diferencia no fue significativa, se observó que este tratamiento con P4 disminuye la presentación de ciclos cortos. Por último, en el presente trabajo se pudo confirmar que la fertilidad no se modificó debido al tratamiento con P4. Sería interesante, repetir el presente trabajo pero incrementando el número de animales para confirmar si la presentación de ciclos estrales de corta duración disminuye significativamente al aplicar la P4 exógena.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, E. 2007. El suplemento alimenticio mejora la tasa de gestación en cabras expuestas al efecto macho. (Tesis de Licenciatura), Torreón Coahuila México, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. p 23.
- Arbiza, S.I. 1986. Los caprinos en México. En: Producción de caprinos (Arbiza-Santos I. ed), AGT Editor, México D.F. pp. 47-75.
- 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.
- Álvarez, L., Zarco, L. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. Vet. Méx. 32: 117-129.
- Bronson, F.H. 1985. Mammalian reproduction: An ecological perspective. Biol. Reprod. 32, 1-26.
- Bretzlaff, K.N., Ott, R.S., Weston, P.G., Hixon, J.E. 1981. Doses of prostaglandin F₂α effective for induction of oestrus in goats. Theriogenology 16: 587-591.
- Bretzlaff, K.N., Ott, Weston., R.S., Hixon, P.G. 1983. Induction of luteolysis in goats with prostaglandin F₂α Am J. Vet. Res. 44: 1162-1164.
- Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID). 25 de mayo de 1998.
- Chemineau, P. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and estrous cycles in anovulatory goats. A review. Livest. Prod. Sci. 17, 135-147.
- Chemineau, P., Pellicer-Rubio, M.T., Lassued, N., Khaldi, G., Monniaux, D. 2006. Male-induced short oestrus and ovarian cycles in sheep and goats: a working hypothesis. Reprod. Nutr. Dev. 46, 417-429.
- Chemineau, P., Morello, H., Delgadillo, J.A., Malpoux, B. 2003. Estacionalidad reproductiva en pequeños rumiantes: Mecanismo fisiológico y técnicas para la inducción de una actividad sexual a contra-estación. 3er Congreso ALEPRYCS, Viña del Mar, Chile. Mayo 7-9, pp. 1-18.

- Chemineau, P., Daveau, A., Maurice, F., Delgadillo, J.A. 1992. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Rumin. Res.* 8, 299-312.
- Chemineau, P. 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.
- Corteel, J.M. 1975. The use of the progestagens to control the estrus cycle of the dairy goats *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 15: 353-363.
- Corteel, J.M., Mauleon, P., Thimonier, J., Ortavant, R. 1968. Reserches experimentales de gestations synchrone avant le debut de la saison sexuelle de la Chevre administration vaginale d' Acetate fluorogestona et injection intramusculaire de PMSG VI th intern. Cong. Anim. Reprod. Artif. Insem. 2: 1411-1412.
- 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 Rumin. Res:* 19-36.
- CONAGUA. 2005. Comisión Nacional del Agua, Subdelegación Región Lagunera. Registro de archivos de esta dependencia.
- Chemineau, P., Thimonier, J. 1986. Methods for evaluation of reproductive and growth rate performance in local breeds of tropical sheep and goats in a experimental station. *World Rev. Anim. Prod.* 22: 27-33.
- 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. pp 77.
- Duarte, G., Flores, J.A., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persist independently of food availability. *Domest. Anim. Endo.* En Prensa.
- Delgadillo, J, A., Fitz-Rodríguez, G., Duarte, G., Veliz, F.G., Carrillo, E., Flores J.A. 2004. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reprod Fertil Dev.*16:471-478.
- Delgadillo, J. A., Veliz, F.G., Hernandez, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, p., Malpaux, B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J. Anim. Sci.* 80:2780-2786.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Veliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Malpaux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del

subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. *Vet. Mex.* 34:69-79.

Delgadillo, J.A., Cortes-López, M.E., Duarte, G. Malpaux, B. 2000. El fotoperiodo modifica la actividad sexual de los machos cabrios Criollos del subtropico mexicano. XX Congreso Latinoamericano de Ciencias Fisiológicas, 2 al 7 Septiembre, Cancún, Quintana Roo, Medico C191.

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.

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

Flores, J. A., Véliz, F. G., Pérez-Villanueva, J. A., Martínez 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.

Greiling, J.P.C., Van Niekerk C.H. 1991 Different synchronization techniques in Boer goat does outside the normal breeding season *Small Ruminant Res* 5: 233-243.

Gonzalez-Bulnes, A., Carrizosa, J.A., Urrutia, B., López-Sebastián. 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.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2000-2005. Sector alimentario en México, estadística del sector agropecuario. pp. 80-86.

Malpaux, B. 1999. The neuroendocrine control of seasonal rhythms. In:Conn PM Freeman ME, editors. *Neuroendocrinology in physiology and medicine.* Totowa (NJ): Human Press 435-451.

Martin, G.B., Scaramuzzi,R.J., Linsay D.R. 1983. The effect of the introduction of rams during the anoestrous season on the pulsatile secretion of LH in ovariectomized ewes. *J. Reprod. Fertil.* 67:47-55

- 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. 2002. Socio-sexual signals and reproduction in mammals: an overview. *Curso internacional sobre feromonas y bioestimulacion sexual FMVZ UNAM. México. D.F.*
- Mellado, M., Cárdenas, C., Ruiz, F. 2000. Mating behavior of bucks and does in goat operations under range conditions. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 67:89-96.
- Nuti, L.C., Bretzlaff, K.N., Elmore, R.G., Meyers, S.A. 1992. Synchronization 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. Peripheral serum progesterone luteinizing hormone concentrations of goats during synchronized oestrous and ovulation with prostaglandin F2 α . *Am. J. Vet. Res.* 1434
- Restall, B.J. 1992. Seasonal variations in reproductive activity in Australian goats. *Anim. Reprod. Sci.*;27: 305–318.
- 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.
- Rivas-Muñoz, R., Fitz-Rodríguez, G., Poindron, P., Malpaux, b., Delgadillo, J. A. 2007. Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous exposure to males *J. Anim. Sci.* 85:1257-1263.
- Rathbone, M.J., Macmillan, K.L., Jochle, W., Boland, M.P., Inskeep, 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.
- 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.

- 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.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2005. Es México primer productor en caprinocultura de América latina con nueve millones 500 mil cabezas. Coordinación General de Comunicación Social. 097/05.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Delegación en la Región Lagunera, Subdelegación de Ganadería. 2006. Periódico El siglo de Torreón, 1 de enero de 2006. Coahuila México.
- Salinas, G.M., Hoyos, F.I.G., Cavarria, F., Falcón, A. 1993. Sistema de producción en el noreste de México en: “Seminario nacional sobre producción y comercialización del ganado caprino”, 10-20 Noviembre 1993, Monterrey N.L. México, pp. 38-48.
- Ungerfeld, R., Forsberg, M., Rubianes, E. 2004. Overview of the response of anoestrous ewes to the ram effect. *Reprod. Fertil. Dev.* 16:479-490.
- Valera, M. 2007. La inexperiencia sexual de los machos cabrios no disminuye su eficiencia para estimular la actividad estral de las cabras anéstricas mediante el efecto macho (Tesis de Maestría) Torreón Coahuila, Méx, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. pp. 24.
- 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.