

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**“La complementación con maíz durante los últimos 12 días de gestación en
cabras mantenidas extensivamente refuerza la selectividad maternal a 2
horas postparto”**

**POR
JAVIER VILLEGAS VELIZ**

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO 2016

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

'La complementación con maíz durante los últimos 12 días de gestación en cabras mantenidas extensivamente refuerza la selectividad maternal a 2 horas postparto'

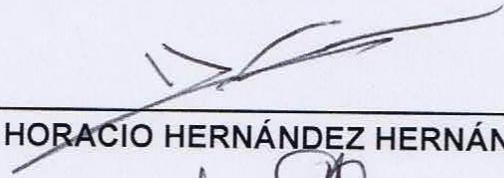
POR
JAVIER VILLEGAS VELIZ

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

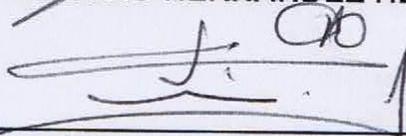
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADO POR

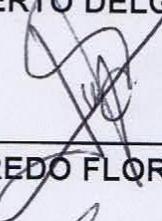
PRESIDENTE:


DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

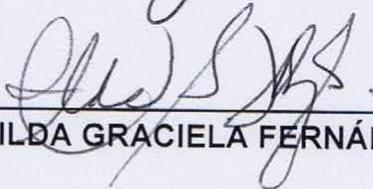
VOCAL:

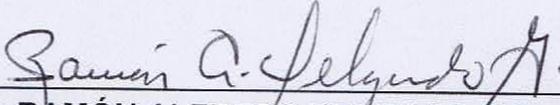

DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

VOCAL:


DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

VOCAL SUPLENTE:


DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA


M.C.V. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

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

“La complementación con maíz durante los últimos 12 días de gestación en cabras mantenidas extensivamente refuerza la selectividad maternal a 2 horas postparto”

POR
JAVIER VILLEGAS VELIZ
TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADO POR

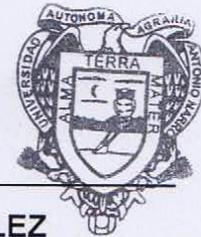
ASESOR PRINCIPAL: _____

DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

Ramón A. Delgado G.

M.C.V. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División
Animal

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO 2016

AGRADECIMIENTOS

A Dios nuestro señor por darme salud, bienestar, paciencia y así haberme permitido terminar mi carrera profesional.

A mi esposa e hija, mis padres y hermanos (as) en general por todos sus consejos y por su apoyo incondicional que me han brindado siempre, de corazón mil gracias por todo.

A mi Alma Terra Mater UAAAN UL por darme la oportunidad de enriquecer y fortalecer mis conocimientos y formarme como un profesionista de la Medicina Veterinaria y Zootecnia.

A todos los que integran el CIRCA les agradezco infinitamente por permitirme trabajar con este gran equipo en especial a mi asesor principal por su gran apoyo y a mis asesores por haberse tomado el tiempo de revisar la presente tesis:

- Dr. Horacio Hernández Hernández
- Dr. José A. Delgadillo Sánchez
- Dr. José A. Flores Cabrera
- Dra. Ilda Graciela Fernández García
- Dr. Gerardo Duarte Moreno
- Dr. Jesús Vielma Sifuentes
- M.C. Ethel Caterina García y González
- Dr. Gonzalo Fitz Rodríguez

DEDICATORIAS

Antes que nada dedico esta tesis a mi padre Dios y le doy gracias por darme la vida, salud y por permitirme alcanzar mis metas.

Así mismo, de manera especial A mis padres **Luis Villegas Viaña, Irene Veliz Moreno** que por su infinito amor, apoyo y sacrificios, he terminado mi carrera profesional. Y gracias por ser los mejores padres y por no desampararme nunca.

A mi hija **Anna Lucia Villegas Balderas** que fue para mí el gran motivó a seguir superándome y salir adelante, sin importar los obstáculos que la vida me puso y también por compartir los momentos muy lindos y especiales de mi vida.

A mi esposa **Nancy Betsabe Balderas Ruiz** que es para mí una persona muy especial y maravillosa que me motivo a terminar mi carrera sin importar el tiempo y los sacrificios que implica y también por darme los momentos mas lindos y especiales de mi vida.

A mis hermanos (as) **Margarita Villegas Veliz, Luis Pablo Villegas Veliz, Carmen Irene Villegas Veliz y Guadalupe Adriana Villegas Veliz** que quiero demasiado y agradezco todos sus apoyos incondicionales, sus consejos y preocupaciones por mí.

ÍNDICE

Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
RESUMEN.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. <i>Conducta Materna</i>	4
2.2. <i>Conducta materna preparto</i>	5
2.3. <i>Conductas al parto</i>	6
2.4. <i>Formación de un vínculo selectivo madre-cría</i>	8
2.5. <i>Control fisiológico y sensorial de la conducta materna</i>	8
2.6. <i>Influencias de una complementación alimenticia durante la gestación tardía sobre la producción de calostro y la actividad madre-cría</i>	12
2.7. <i>Planteamiento del Problema</i>	13
OBJETIVO.....	15
HIPÓTESIS.....	15
MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1. <i>Lugar del estudio</i>	16
3.2. <i>Animales y manejo</i>	17
3.3. <i>Determinación de la selectividad maternal</i>	18
3.4. <i>Condición corporal (CC) de las hembras antes y después del parto</i>	20
3.5. <i>Análisis estadísticos de los datos</i>	20
RESULTADOS.....	21
4.1. <i>Ocurrencia de partos y tamaño de camada</i>	21
4.2. <i>Prueba de selectividad</i>	21
4.2.1. <i>Balidos bajos</i>	21
4.2.2. <i>Balidos altos</i>	22
4.2.3. <i>Tiempo cerca de la ubre</i>	23
4.2.4. <i>Aceptaciones a la ubre</i>	24

4.2.5. <i>Rechazos a la ubre</i>	26
4.2.6. <i>Conductas agresivas</i>	27
4.3. <i>Condición corporal</i>	28
DISCUSIÓN.....	29
CONCLUSIÓN	32
BIBLIOGRAFÍA.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Frecuencia promedio (\pm EEM) de emisión de balidos bajos durante la prueba de selectividad maternal realizada después de 2 horas. 22
- Figura 2. Frecuencia promedio (\pm EEM) de emisión de balidos altos durante la prueba de selectividad maternal realizada después de 2 horas. 23
- Figura 3. Tiempo promedio (\pm EEM) que la madre permitió a cada cabrito estar cerca de la ubre. 24
- Figura 4. Frecuencia promedio (\pm EEM) de aceptaciones a la ubre durante la prueba de selectividad maternal.. 25
- Figura 5. Frecuencia promedio (\pm EEM) en que la madre rechazó acercarse, a realizar un amamantamiento o intento de amamantamiento en la prueba de selectividad maternal.. 26
- Figura 6 Frecuencia promedio (\pm EEM) en que la madre mostró conductas agresivas durante la prueba de selectividad maternal.. 27

RESUMEN

La presente tesis se realizó con el objetivo de investigar si en las cabras gestantes mantenidas en pastoreo extensivo la complementación con maíz durante los últimos 12 días de la gestación refuerza la conducta maternal selectiva después de 2 h de interacción madre-cría. Catorce cabras fueron mantenidas durante toda la gestación con solo lo disponible en las áreas de pastoreo semi-árido y no recibieron complementación alimenticia alguna (grupo Testigo). Otras 14 cabras gestantes también se mantuvieron como el grupo anterior, pero además durante los últimos 12 (± 3.0) días se les ofreció diariamente 0.6 kg de maíz rolado (grupo Complementado). Todas las madres fueron sometidas a una prueba de selectividad maternal (5 min) a los 45 min después de permanecer continuamente con sus crías durante las primeras 2 h postparto. Esta prueba consistió en registrar las conductas de la madre cuando en un corral de prueba se expuso a una cría propia o ajena durante 5 min. En ambos grupos, el número de balidos bajos (indicadores de calma) emitidos durante la prueba fue mayor cuando se presentó a la cría propia que a la ajena ($P < 0.05$); aunque en las madres testigo se observó mayor frecuencia de estos balidos a la cría ajena, ello no difirió del registrado en las madres complementadas ($P > 0.05$). En cambio, el número de balidos altos (indicadores de agitación) registrados por las madres complementadas fue mayor cuando se presentó la cría ajena que cuando se presentó a la propia ($P < 0.05$). En las cabras testigo, la frecuencia de estos balidos no difirió con la cría propia y la ajena ($P > 0.05$). Sin embargo, la frecuencia de balidos altos no difirió entre grupos independientemente de la identidad de la cría ($P > 0.05$). El tiempo que las

madre testigo permitieron a las crías estar cerca de la ubre no fue diferente entre la cría propia y la ajena ($P > 0.05$). En cambio, en las cabras complementadas este tiempo fue mayor para las crías propias que para las ajenas ($P < 0.05$). Además, el tiempo que permitieron estar cerca de la ubre a la cría propia fue significativamente mayor en las madres complementadas que en las testigo ($P < 0.05$). En ambos grupos, la frecuencia de aceptaciones a la ubre fue significativamente mayor cuando se presentó a la cría propia que cuando se presentó a la ajena ($P < 0.05$, en ambos casos). Sin embargo, la frecuencia de rechazos a la ubre en las cabras testigo no difirió entre la cría propia y la ajena ($P > 0.05$). Por el contrario, las madres complementadas rechazaron más a la cría ajena y no rechazaron a la propia ($P < 0.05$). Además, se observó que solo las madres testigo y no las complementadas rechazaron a su propia cría ($P < 0.05$). Por último, las madres de ambos grupos mostraron más conductas agresivas cuando se les presentó a la cría ajena que cuando se les presentó a la propia ($P < 0.05$, en ambos casos). Con estos resultados se puede concluir que en las cabras mantenidas en el pastoreo extensivo, la complementación con maíz durante los últimos 12 días de gestación refuerza de manera importante la conducta selectiva de la madre después de 2 h de interacción madre-cría.

Palabras clave: Cabras, Selectividad maternal, Complementación alimenticia, Postparto, Crías.

INTRODUCCIÓN

En la Comarca Lagunera, la caprinocultura es una actividad importante ya que con ella, gran porcentaje de la población rural obtiene los recursos para cubrir sus necesidades básicas. De acuerdo a las estadísticas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2011), la población caprina en México para el año 2009 fue de 8, 952,144 cabezas y creció 3% durante el periodo 2000-2009. El inventario de cabras en la Comarca Lagunera en 2014 fue de aproximadamente 412, 000 cabezas (SIAP, 2014). Los caprinos de esta región muestran un patrón de reproducción estacional (Delgadillo *et al.*, 2003). La actividad sexual del macho cabrío se presenta de mayo a diciembre, existiendo un periodo de reposo sexual que comprende de enero a abril (Delgadillo *et al.*, 1999). En las hembras, la actividad sexual se presenta de agosto a febrero, observándose un periodo de anestro de marzo a agosto (Duarte *et al.*, 2008).

Esta estacionalidad provoca a su vez, que los partos se concentren en cierta época de año. De manera que existen épocas definidas de partos (Delgadillo, 2011). Lo anterior implica que existen épocas en las que se pudiese encontrar varias hembras paridas en unos pocos días. Por lo que éstos pequeños ruminantes han desarrollado un mecanismo conductual para que la madre invierta su lactancia en su propia camada y no en crías ajenas que pudieran ser de mayor edad. Este mecanismo se le conoce como “selectividad maternal” y refiere al hecho de que la madre permitirá el acceso a la ubre solo a su propia cría y

rechazará activamente a crías ajenas (Poindron *et al.*, 2007a).

En la Comarca Lagunera la mayoría (90%) de los hatos caprinos se mantienen en un sistema de producción extensivo sedentario, en el cual los animales se alimentan de la flora natural de los agostaderos y ocasionalmente de residuos de cosecha, sin recibir un suplemento alimenticio en el corral. La disponibilidad de la vegetación natural que consumen los caprinos en cantidad y calidad disminuye drásticamente de noviembre a marzo y lo anterior puede variar de un año a otro dependiendo del comportamiento de las precipitaciones (Sáenz-Escárcega *et al.*, 1991).

Bajo estas condiciones, es posible que en ocasiones el estado grávido del animal coincida con una menor disponibilidad de alimento en las áreas de pastoreo. Ello podría tener repercusiones importantes tanto para la conducta de la madre como para su prole. Al respecto, en los pequeños rumiantes, como las ovejas y cabras la mayoría de los trabajos sobre las características de la conducta materna se han realizado en animales que reciben una adecuada nutrición durante toda la gestación (González-Mariscal y Poindron, 2007). Sin embargo, poca es la literatura sobre los factores fisiológicos, sensoriales y ambientales que pudieran afectar la conducta materna en animales mantenidos bajo condiciones de pastoreo. Por ejemplo, Ramírez-Vera *et al.* (2012a), demostraron que en las cabras de la Comarca Lagunera, que se mantuvieron del pastoreo extensivo, una complementación con maíz durante los últimos 12 días de gestación mejoró de manera importante el vínculo selectivo madre-cría cuando las madres fueron probadas a 4 horas postparto. Sin embargo, al contrario de la abundante literatura

disponible en ovinos sobre este tema, en la cabra no se ha determinado si esta conducta selectiva está presente en etapas más tempranas como a 2 h postparto y si una complementación energética pudiera influir en ese despliegue de la selectividad maternal.

El objetivo de la presente tesis es investigar si la complementación con maíz durante los últimos 12 días de la gestación en las cabras mantenidas en pastoreo extensivo refuerza la selectividad maternal después de 2 h de contacto madre-cría.

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Conducta Materna

La conducta maternal, se refiere a los comportamientos (lamer, cuidar, trasladar) que muestra la madre antes, durante y después del parto. Generalmente, esta conducta es en respuesta a factores fisiológicos internos y a la presencia de las crías (Numan *et al.*, 2006).

El despliegue de la conducta materna se debe de abordar en dos perspectivas: el control hormonal y la expresión conductual. El control hormonal se resume en tres etapas fisiológicas importantes en las hembras: la gestación, el parto y la lactancia. Los eventos hormonales al final de la gestación y al parto, son muy similares tanto en cabras como en ovejas; tanto estrógenos como progesterona son los responsables del despliegue de la conducta materna (Poindron *et al.*, 2007)

El hecho de que un animal transmita sus genes a su prole no garantiza su éxito reproductivo. La prole deberá sobrevivir hasta que se reproduzcan y para esto los padres deberán invertir tiempo y energía en ellos. Esta inversión dependerá del número de crías: entre más hijos tenga al mismo tiempo, mayor será la inversión; varias crías pueden requerir más atenciones porque sus demandas individuales al juntarse se incrementan (Nowak *et al.*, 2000; Maier, 2001). Las hembras mamíferas proporcionan nutrientes a través de la placenta.

Además, las madres asumen los cuidados de las crías pues son las que están presentes al momento del parto y las únicas que puede producir leche (Maier, 2001). Por lo tanto la supervivencia de las crías depende de la madre y de su capacidad de proporcionar alimento, calor, refugio y protección de los depredadores. En los mamíferos placentarios, la sincronización de la conducta maternal con el parto y la lactancia asegura que la madre responda a las necesidades de las crías en el momento adecuado (Nowak *et al.*, 2000; Maier, 2001; Numan *et al.*, 2006).

El comportamiento materno comienza en el parto o poco antes. Al nacimiento, la hembra muestra interés en el recién nacido. La limpieza de los recién nacidos y el consumo de líquido amniótico y la placenta son comportamientos muy comunes entre los mamíferos, excepto en mamíferos acuáticos (cetáceos) o mamíferos semi-acuáticos (pinnípedos). Las madres de muchos mamíferos también emiten vocalizaciones características en respuesta a su cría, o tienen comportamientos de protección contra depredadores y tienden a mantener a sus crías en estrecha proximidad.

2.2. Conducta materna preparto

De 1 a 2 días antes del parto la hembra comienza a manifestar cambios en su apariencia física, la base de la cola se observa inusualmente prominente y flexible; se observa relajación de los ligamentos de la pelvis, abdomen hundido, aumento en el tamaño del hueco del flanco y la ubre se observa aumentada de tamaño. Aproximadamente a 24 horas antes del parto la ubre se vuelve amplia y

turgente (Lickliter, 1985). Entre los cambios conductuales que son observados en las cabras parturientas es la tendencia de asilarse del resto de los conspecíficos a lugares menos concurridos (Poindronet *al.*, 2007) pero que le proporcione protección del sol y de otros factores. Esto permitirá reducir los riesgos de depredación y dará a la madre y a la cría, un espacio para desarrollar un fuerte vínculo selectivo (O'Brien, 1983, 1984). Además, la cabra en este periodo está más nerviosa o inquieta pues patea el suelo repetidamente, así como aumenta la frecuencia de echarse y ponerse de pie. En este momento, las hembras por lo general se encuentran echadas durante unos minutos, se levantan y caminan brevemente alrededor de un área pequeña, que en muchas veces será el lugar del parto. Posteriormente, las hembras vuelven a echarse, esta secuencia puede repetirse hasta 15 veces durante varias horas antes del parto. Así mismo emite vocalizaciones frecuentemente, que se caracterizan por ser sonidos de baja amplitud y frecuencia como tipo gruñidos cortos (también conocidos como balidos bajos y con la boca cerrada); además, la hembra parturienta se muestra más agresiva defendiendo el lugar que ha elegido para el parto. Entre estas manifestaciones se puede mencionar que muestra en bestir a los que se aproximen a ella (Lickliter, 1984, 1985; Ramírez *et al.*, 1995; Das y Tomer, 1997; Gonzalez-Stagnaroy Madrid-Bury, 2004; Poindronet *al.*, 2007b)

2.3. Conductas al parto

Muy poco antes del parto, es común observar que la hembra restregar el piso o la cama con las extremidades delanteras, y a medida que se aproxima el parto, se echará y levantará con más continuidad y con signos de pujo. En las

primeras etapas de trabajo de parto las contracciones abdominales son intermitentes y después el intervalo de contracciones disminuye notablemente de 14 minutos a 2 segundos (Collias, 1956; Poindronet *al.*, 1998). Todas las hembras se echan al menos en una parte del proceso, suelen parir echadas en posición latero ventral con el cuello levantado. Generalmente cuando se encuentran en esta posición las hembras muestran mayor esfuerzo para expulsar a la cría. Además, la mayor parte de los partos en las cabras domésticas se llevan a cabo entre las 11:00 y las 16:00 h (Collias, 1956; Lickliter, 1984,1985; Sampsonet *al.*, 2012).

Cuando se rompe la bolsa amniótica, la hembra puede ingerir fluido amniótico del suelo; las extremidades delanteras de la crías suelen ser visibles de 3 a 38 minutos (media 12 minutos) antes de terminar el parto. Las crías suelen tener una presentación de vista anterior, longitudinal, en posición dorso-sacra, con la cabeza apoyada en las extremidades delanteras extendidas. Inmediatamente después del parto, la cabra lame al cabrito para limpiar las membranas que se encuentran sobre el fluido amniótico, permitiendo un contacto estrecho madre-cría, asimismo, esta conducta sirve para estimularlo (Collias, 1956; Lickliter, 1985; Ramírezet *al.*, 1995).

El parto es corto y el cabrito es expulsado durante los primeros 30 minutos o pueden tardar 4 horas después de iniciadas las primeras contracciones. El intervalo entre el nacimiento de gemelos (entre el primero y el segundo nacido) oscila entre 2 a 42 minutos, pero en general es menos a 10 min. La mayor parte de este tiempo del parto abarca la salida de la cabeza y del miembro anterior a

través del canal del parto, en estos momentos se presentan las contracciones más intensas y se observa que los miembros pelvianos de la hembra llegan a levantarse de 15 a 20 cm del suelo (Collias, 1956; Lickliter, 1985).

La hembra puede comerse la placenta, la cual suele ser arrojada entre media hora y 4 horas después del parto. La cabra puede dar un "llamado de parto" que consiste en un balido corto de tono bajo dirigido hacia su cría o en respuesta al llamado de cualquier cría (O'Brien, 1983, 1984).

2.4. Formación de un vínculo selectivo madre-cría

Todas estas interacciones que ocurren entre la madre y sus crías permiten el establecimiento de un vínculo selectivo entre la madre y su camada. Esto es, a partir de que ese vínculo exclusivo ha sido formado la madre permitirá el acceso a la ubre solo a su prole y rechazará a menudo con conducta agresiva cualquier otra cría que intente amamantarse (Hersheret *al.*, 1963; Bouissou, 1968; Poindron, 1976; Romeyeret *al.*, 1994). De tal forma que se ha determinado que en ovejas y cabras con tan solo 3 horas de interacción madre-cría podrían ser suficientes para establecer dicho vínculo selectivo.

2.5. Control fisiológico y sensorial de la conducta materna

Los eventos hormonales al final de la gestación y al parto, son muy similares tanto en cabras como en ovejas; tanto estrógenos como progesterona son los responsables del despliegue de la conducta materna (Poindronet *al.*, 2007). Sin embargo, entre ambas especies hay una diferencia: mientras para las

borregas vacías (no gestantes) un tratamiento exógeno de estradiol y progesterona induce la lactancia y facilita la conducta materna, este no funciona en las cabras (Rosenblatt y Siegel, 1981; Hernández *et al.*, 2012)

El mecanismo de acción del estradiol ha sido estudiado principalmente en la rata, especie en la cual esta hormona tiene un papel facilitador de la conducta materna, más marcado aún que en la oveja (Rosenblatt *et al.*, 1979, 1988; Bleche *et al.*, 1994;). Numan y Smith(1984) y Numan(1994) han establecido claramente que el área medial preóptica(APOM) es la estructura blanco más importante para la facilitación de la conducta materna por el estradiol. Esta estructura muestra un incremento en el número de los receptores a estradiol al final de la gestación (Giordano *et al.*, 1989, 1990). En la coneja, los resultados obtenidos hasta el momento sugieren un papel similar de esta estructura como en la rata (González-Mariscal *et al.*, 2001; Caba *et al.*, 2003).

Varios estudios han permitido demostrar que en la oveja, el proceso de expulsión del producto es el factor que dispara la manifestación de la conducta materna. Por otra parte, en hembras no gestantes y no lactantes, pero tratadas con estradiol, la aplicación de una estimulación vagino-cervical artificial (EVC) permite activar una conducta maternal intensa con una lactancia corta (menor a 30 min; Keverne *et al.*, 1983; Poindron *et al.*, 1988). En hembras parturientas que todavía no han establecido un vínculo selectivo, la aplicación de una EVC aumenta de manera muy significativa el interés hacia corderos recién nacidos (Keverne *et al.*, 1983). Asimismo, la atracción hacia el líquido amniótico, que desaparece en pocas horas después del parto, puede ser re-inducida por la (EVC)

(Poindronet *al.*, 1988). Por otra parte, la supresión de la EVC al momento del parto por aplicación de una anestesia epidural, impide el desarrollo de la conducta materna, en particular en hembras sin experiencia previa (Krehbiele*etal.*, 1987). En la cabra, se han mostrado efectos similares aunque dichos efectos de la anestesia epidural no son tan marcados, posiblemente debido a una mayor variabilidad en la intervención del tracto genital en esta especie (Poindronet *al.*, 1988). Asimismo, se han reportado efectos positivos de la EVC para inducir la conducta materna en hembras no gestantes. Además de su acción sobre la activación de la conducta materna, la EVC juega también un papel facilitador en la formación del vínculo maternal selectivo. La aplicación de una EVC artificial de 5 minutos, dos horas después del parto, en madres que ya han establecido su selectividad, permite en el 80% de los casos la aceptación de un cordero ajeno (Keverneet *al.*, 1983).

La oxitocina también juega un rol central como facilitadora de la conducta materna. Se ha descubierto que hay una liberación intracerebral de dicha hormona cuando se efectúa una EVC, emulado al parto; aunque falta mucho por dilucidar en cuanto a la transmisión de información entre la vagina y el cerebro (Hernándezet *al.*, 2012). La EVC induce la liberación de oxitocina en varias regiones del cerebro. Este efecto a nivel intracerebral es muy importante, ya que la oxitocina liberada de la circulación periférica no puede cruzar la barrera hematoencefálica y actuar a nivel cerebral. Paralelamente, se sabe que la inyección intracerebroventricular de oxitocina puede inducir una conducta materna con una latencia muy corta (Kendricket *al.*, 1987), y que la inhibición de la conducta maternal al parto por la anestesia epidural, puede también ser contrarrestada por

la inyección ICV de oxitocina (Lévy *et al.*, 1992). Dentro de las estructuras en donde la liberación de oxitocina ha sido registrada al momento del parto, el nucleoparaventricular y el bulbo olfatorio, son de particular importancia para la activación de la conducta materna, mientras que en el área preóptica media parece tener un papel posiblemente menor que en la rata (Pedersen *et al.* 1994).

Estudios de los efectos de varios grados de separación madre-cría en ovinos, durante el periodo sensible, han permitido aclarar que la estimulación táctil, causada por la interacción con el cordero, no es un elemento crítico para el mantenimiento de la conducta materna. En cambio, privar a la madre de la percepción de las señales olfatorias de la cría, conduce a la desaparición de la conducta materna en la mayoría de las madres en menos de 8 horas. De hecho, madres intactas que pueden ver y escuchar su cordero, pero que no lo pueden oler, no mantienen su receptividad maternal mejor que madres totalmente separadas de su cría (Poindron *et al.*, 1980; Poindron *et al.*, 1988)

Estos resultados son congruentes también con los estudios de los efectos de la privación del líquido amniótico sobre el desarrollo de la conducta materna al parto. Hembras parturientas aceptan más fácilmente corderos recién nacidos que corderos de 12 horas o más edad (Poindron *et al.*, 1980), un efecto debido principalmente a la presencia de líquido amniótico en el pelaje de los recién nacido (Lévy y Poindron, 1984). Al contrario, la supresión de dicho líquido en el recién nacido, reduce dramáticamente la conducta de lamido, e incluso impide la manifestación de la conducta materna en madres sin experiencia previa (Lévy y Poindron, 1987).

Todo indica entonces, que uno de los mecanismos importantes por los cuales la madre es receptiva al recién nacido al momento del parto, es por la modulación sobre la función olfativa inducida por el estradiol y la EVC causada por la expulsión del feto. De alguna manera, la percepción de la información olfativa por la madre es necesaria para el buen desarrollo de su conducta maternal.

2.6. Influencias de una complementación alimenticia durante la gestación tardía sobre la producción de calostro y la actividad madre-cría.

En ovejas la suplementación con maíz, alimento alto en energía, durante los últimos 8 días de gestación incrementó la producción de calostro al parto, comparado con aquellas hembras alimentadas en condiciones de pastoreo extensivo y que no recibieron dicho suplemento (635 vs. 206g, respectivamente; Banchemo *et al.*, 2007, 2009). Lo anterior está probablemente asociado a que dicha suplementación incrementó considerablemente el volumen de la ubre al parto (Banchemo *et al.*, 2006). Además, en las ovejas suplementadas durante ese periodo, la producción de calostro fue mayor durante las primeras 10 h postparto que las no suplementadas (Banchemo *et al.*, 2004b; 2007). De la misma manera, la suplementación energética con maíz durante los últimos 8 días de gestación incrementó la producción de calostro tanto en hembras que paren crías únicas (control: 475 vs. Suplementado: 730 g) o gemelas (control: 631 vs. Suplementado: 1.259 g), durante las primeras 10 h postparto (Banchemo *et al.*, 2004a; 2007). Los estudios mencionados previamente confirman la importancia de una suplementación energética durante la gestación tardía para obtener una mayor producción de calostro al parto y que ello pueda ser resultado de un mayor

crecimiento de las glándulas mamarias. En las cabras de la Comarca Lagunera explotadas de manera extensiva, se ha determinado también que la complementación con maíz durante los últimos 12 días de gestación incrementa la producción de calostro (Ramírez-Vera *et al.*, 2012a). Asimismo, dicha complementación incrementó durante los primeros 90 min de vida de las crías, la emisión de balidos bajos, la frecuencia de búsqueda de la ubre y los amamantamientos (Ramírez-Vera *et al.*, 2012b). Todo esto último, indica que la complementación con maíz mejora de manera considerable los aspectos de la relación madre-cría.

2.7. Planteamiento del Problema

Como se mencionó anteriormente, una característica importante de la conducta materna en cabras y ovejas, es que la madre entable un vínculo selectivo con su progenie, esto es, la madre solo acepta a sus crías al amamantamiento y rechaza activamente a crías ajenas. A ello se le ha denominado como selectividad maternal. Sin embargo, la mayoría de los estudios sobre la conducta materna y sobre la selectividad maternal se han realizado en la oveja y bajo condiciones en las que los animales son alimentados adecuadamente durante toda la gestación. En animales mantenidos en pastoreo, hasta hoy esta característica de la conducta materna selectiva fue estudiada a 2 y 4 horas después del parto (Ramírez-Vera *et al.*, 2012b; Catalán, 2015). En el caso de Catalán (2015), él reportó en las cabras en pastoreo extensivo que efectivamente con tan solo 2 horas de interacción madre-cría, la madre ya es capaz de mostrar la conducta maternal selectiva. En el caso de Ramírez-Vera *et al.* (2012) ellos

demonstraron que al ofrecer una complementación con maíz a las cabras durante los últimos 12 días de gestación reforzó la conducta maternal selectiva cuando las madres fueron probadas a 4 horas postparto. Entonces, es muy probable que si a las madres se les proporciona una complementación energética con maíz durante los últimos 12 días de gestación se refuerce la conducta maternal selectiva a 2 horas postparto.

OBJETIVO

Investigar si en las cabras mantenidas en pastoreo extensivo, la complementación con maíz durante los últimos 12 días de gestación refuerza la conducta maternal selectiva, después de 2 horas de interacción madre-cría.

HIPÓTESIS

En las cabras mantenidas en pastoreo extensivo, la complementación con maíz durante los últimos 12 días de gestación refuerza la conducta maternal selectiva, después de 2 horas de interacción madre-cría.

MATERIALES Y MÉTODOS

El procedimiento experimental reportado en la presente tesis está en acuerdo con las especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de animales de laboratorio descritas en la Norma Oficial Mexicana (NOM-062-ZOO-1999; SAGARPA, 2001).

3.1. Lugar del estudio

La siguiente investigación se llevó a cabo en un hato particular en el ejido Santo Tomás, ubicado en el municipio de Matamoros, Coahuila. Este municipio es parte de la Comarca Lagunera, la cual está situada a una latitud 25° 36'N, Longitud 104° 47' W. Esta localidad se encuentra ubicada a una altitud de 1110 m.s.n.m. La precipitación pluvial se presenta de junio a septiembre con un promedio de 266 mm/año (rango 163 a 540 mm/año). Además, esta región posee un clima seco con una temperatura promedio anual de 21°C variando de 37°C (Mayo-Agosto) a 6°C (Diciembre-Enero; CONAGUA, 2005).

En las áreas de pastoreo, entre otras especies vegetales los animales consumían pastos como buffel (*Cenchrusciliare*), bermuda (*Cynodondactylon*), navajita (*Boutelouaspp.*), Johnson (*Sorghumhalepense*), árboles como mezquite (*Acacia farnesiana*), huizache (*Prosopis granulosa*), arbustos y hierbas nativas. Estudios previos, han mostrado que los animales que pastan en estas áreas semi-áridas consumen en promedio 135 g de proteína cruda/kg de materia seca y 2.1

Mcal/día de energía metabolizable (Cerrillo *et al.*, 2006; Juárez-Reyes *et al.*, 2004). Sin embargo, en los meses de julio a septiembre, los animales pueden tener acceso a esquilmos de cosecha como sorgo, melón y sandía (INIFAP, 2010).

3.2. Animales y manejo

Se utilizaron 28 cabras gestantes criollas multíparas con encaste de varios fenotipos (Saanen, Alpino y Nubio), cuya edad aproximada fue de 2 años. Con el fin de que los partos ocurrieran en lapso de tiempo corto, a dichas cabras se les sincronizó el celo y la ovulación utilizando el protocolo de aplicación por 12 días de esponjas intravaginales que contenían acetato de flurogestona (Chronogest-MSD, Lyon, Francia). Dos días antes del retiro de las esponjas se aplicaron vía muscular 250 UI de eCG (Folligon-MSD, Boxmeer, Holanda). Al retiro de las esponjas, las cabras presentaron celo y se introdujo un macho para que las montara. Durante toda la gestación las cabras se alimentaron mediante el sistema de pastoreo extensivo. Estudios previos, han mostrado que las cabras consumen en promedio 135 g de PC/kg MS y 2.1 Mcal/día de EM (Juárez-Reyes *et al.*, 2004; Cerrillo *et al.*, 2006). Los animales fueron sacados al pastoreo de las 10:00 a las 19:00 horas del día. Al regreso del pastoreo, los animales tuvieron acceso libre a agua y a blocks de sales minerales.

Veinte días antes de la fecha promedio del parto (± 3.0 días) las cabras gestantes fueron divididas en 2 grupos. En el grupo testigo ($n = 14$) las cabras gestantes se alimentaron durante toda la gestación con lo disponible en las áreas de pastoreo y no recibieron ninguna complementación alimenticia. En el grupo

complementado (n = 14) las cabras se mantuvieron durante toda la gestación con lo obtenido en el pastoreo, pero además durante los últimos 12 días de la gestación (± 3.0) las cabras se les ofreció 0.6 kg de maíz roado. El maíz fue proporcionado en 2 partes, antes del salir al pastoreo (0.3 kg; am) y al regreso del mismo (0.3 kg; pm). Para ello, el maíz fue pesado en una báscula digital con una capacidad para 40 kg y una precisión de 5 g. Además para ofrecer el maíz se utilizaron cubetas de plástico con una capacidad de 4 L. Diariamente se verificó que las hembras consumieran la cantidad ofrecida de maíz. El maíz ofrecido proporcionó 3.2 Mcal/kg de MS de EM y 8.6% de PC.

Conforme se aproximó el día del parto, las hembras fueron vigiladas frecuentemente con el fin de supervisar que los partos ocurran de manera normal. Al parto, en el lugar donde ocurrió, a la madre y su camada se les provisionó un corral armable con el fin de que no fueran molestados por otros animales y se pudiera llevar adecuadamente la vinculación madre-crías. En el corral armable se le colocó una cubeta con agua y otra que contenía heno de alfalfa. Los animales permanecieron en este corral durante las primeras 2 horas postparto.

3.3. Determinación de la selectividad maternal

Pasadas las 2 horas postparto, la madre y sus crías fueron separadas durante 45 min, con el fin de que al realizar la prueba de selectividad, la madre y su camada estuvieran más motivadas para buscarse entre ellos. La prueba de selectividad maternal se realizó de la siguiente manera: en un corral de 2 x 2 m se

colocó a la madre 10 min antes de realizar la prueba, con el fin de familiarizarla a las condiciones de ésta. Posteriormente, se colocó en el corral de prueba a una cría, la cual podría ser una cría propia o bien una cría ajena. Se procuró que la cría utilizada como ajena fuera del mismo tiempo de nacida y de color y aparienciasimilar a la propia. El tiempo que transcurrió al terminar de presentarle una cría y presentarle la otra fue de 5 min. En la prueba se registraron en una hoja pre-formateada la frecuencia y los tiempos de duración de las siguientes conductas de la madre:

Balidos bajos: Son vocalizaciones que realizó la madre generalmente con la boca cerrada. Estos balidos son representativos de calma y/o aceptación de la cría.

Balidos altos: Son vocalizaciones que realizó la madre con la boca abierta. Estos balidos son característicos de un estado de agitación o protesta del animal hacia la cría.

Tiempo cerca de la ubre: Es el tiempo que la madre permitió que la cría se acerque a la región inguinal y no mostró signos de rechazo.

Aceptaciones a la ubre: Es cuando la cría intentó realizar un amamantamiento, se acercó a la ubre y pudo o no realizar el amamantamiento.

Rechazos a la ubre: Es cuando la cría intentó realizar un amamantamiento y la madre detectó la intención, entonces la madre no permitió el acercamiento a la parte inguinal o bien no permitió el contacto a la ubre. Generalmente, la madre evitó a la cría cambiando de lugar.

Conductas agresivas: Es cuando la madre muestra topeteos, mordidas y amenazas hacia la cría a la que estuvo expuesta, incluso si la cría no intentó amamantarse.

Al final de la prueba, las crías utilizadas fueron regresadas con su madre correspondiente.

3.4. Condición corporal (CC) de las hembras antes y después del parto

La CC fue medida en las cabras de ambos grupos 20 días antes del parto y al parto. El método para determinar esta variable corporal fue el descrito previamente en esta especie por Walkden-Brown et al. (1996). Dicho método incluye una palpación de la cantidad de tejido graso y muscular en el área de la región lumbar. Este método considera una escala 1 (muy flaco) a 4 (obeso) con puntos intermedios de 0.5.

3.5. Análisis estadísticos de los datos

La comparación de las frecuencias de las diferentes conductas mostradas por la madre en la situación con su propia cría contra la situación con la cría ajena fue realizada utilizando la prueba de rangos de Wilcoxon. Para comparar entre los 2 grupos las diferentes variables conductuales se usó la prueba *U* de Mann-Whitney. La misma prueba se usó para comparar la CC entre grupos. El nivel de significancia fue establecido con una $P \leq 0.05$. Los resultados son expresados en promedio \pm error estándar del promedio.

RESULTADOS

4.1. Ocurrencia de partos y tamaño de camada

La fecha promedio del parto de todas las hembras fue el 17 de noviembre de 2014 \pm 1.0 días. En el grupo testigo, 7 madres parieron crías de parto sencillo, mientras que las otras 7 madres parieron crías gemelares. En el grupo complementado 8 cabras parieron crías de parto sencillo y 6 parieron crías de parto gemelar.

4.2. Prueba de selectividad

4.2.1. Balidos bajos

El número de balidos bajos que las madres de los 2 grupos emitieron durante los 5 min que duró la prueba fue mayor cuando se expusieron a la cría propia que cuando se expusieron a una cría ajena (Fig. 1; $P < 0.05$, comparación intra-grupo). Sin embargo no existió una diferencia entre los 2 grupos al comparar la situación con el propio y con el ajeno (Fig. 1; $P > 0.05$, comparación inter-grupos).

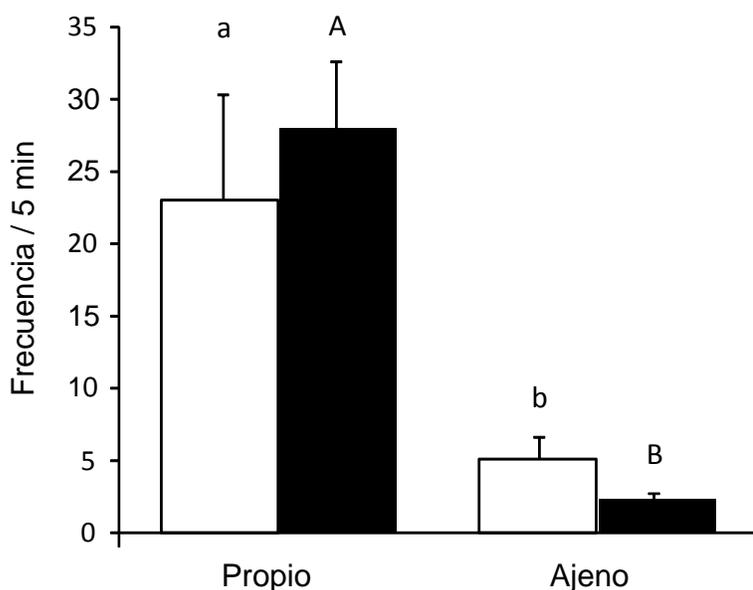


Figura 1. Frecuencia promedio (\pm EEM) de emisión de balidos bajos durante la prueba de selectividad materna realizada después de 2 horas de interacción madre-cría en las cabras testigo (□) y en las cabras complementadas con maíz durante los últimos 12 días de gestación (■). Las madres fueron expuestas a su cría (5 min) o a una cría ajena (5 min) en un corral de 2 x 2 m. a, b = Diferente literal indica diferencia significativa en el grupo testigo ($P < 0.05$). A, B = Diferente literal indica diferencia significativa en el grupo complementado.

4.2.2. Balidos altos

En la Fig. 2 se observa que el número de balidos altos que las madres testigo emitieron durante los 5 min que duró la prueba no fue diferente con el cabrito propio o el ajeno (Fig. 2; $P > 0.05$, comparación intra-grupo). En cambio, las madres complementadas emitieron más balidos altos con el cabrito ajeno que con el propio ($P < 0.05$; comparación intra-grupos). Sin embargo, no existió una diferencia entre los 2 grupos al comparar la situación con el propio y con el ajeno (Fig. 2; $P > 0.05$, comparación inter-grupos).

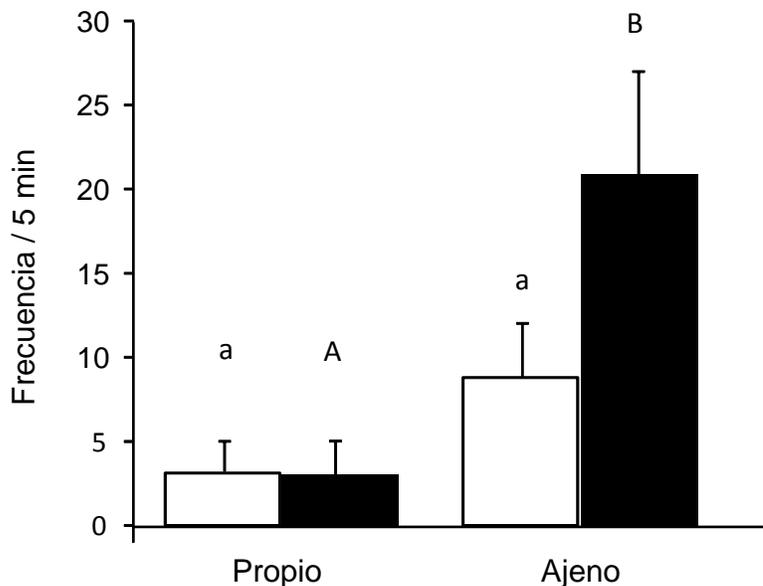


Figura 2. Frecuencia promedio (\pm EEM) de emisión de balidos altos durante la prueba de selectividad maternal realizada después de 2 horas de interacción madre-cría en las cabras testigo (□) y en las cabras complementadas con maíz durante los últimos 12 días de gestación (■). La madre fue expuesta a su cría (5 min) o a una cría ajena (5 min) en un corral de 2 x 2 m. a = Misma literal indica no diferencia significativa en el grupo testigo ($P < 0.05$). A, B = Diferente literal indica diferencia significativa en el grupo complementado.

4.2.3. Tiempo cerca de la ubre

En la Fig. 3 se observa que el tiempo en que las madres testigo permitieron estar cerca de la ubre durante los 5 min que duró la prueba no fue diferente con el cabrito propio o el ajeno (Fig. 2; $P > 0.05$, comparación intra-grupo). En cambio, las madres complementadas permitieron estar más tiempo cerca de la ubre al cabrito propio que al ajeno ($P < 0.05$; comparación intra-grupo). Además, el tiempo que las madres permitieron estar cerca de ubre a los cabritos

propios fue mayor en el grupo complementado que en el grupo testigo ($P < 0.05$, comparación inter-grupos).

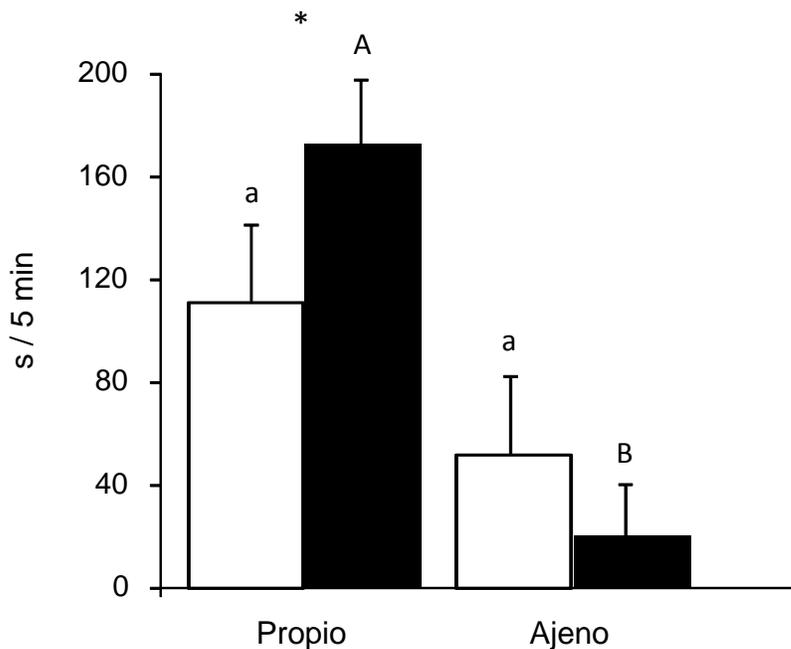


Figura 3. Tiempo promedio (\pm EEM) en que las madres testigo (□) y las cabras complementadas con maíz durante los últimos 12 días de gestación (■) permitieron estar cerca de la ubre durante la prueba de selectividad maternal realizada después de 2 horas de interacción madre-cría. La madre fue expuesta a su cría (5 min) o a una cría ajena (5 min) en un corral de 2 x 2 m. a = Misma literal indica no diferencia significativa entre la cría propia y la ajena el grupo testigo ($P < 0.05$). A, B = Diferente literal indica diferencia significativa entre la cría propia y la ajena en el grupo complementado.* = Diferencia significativa entre grupos ($P < 0.05$).

4.2.4. Aceptaciones a la ubre

El número de veces en que las madres de ambos grupos aceptaron a las crías acercarse, realizar un amamantamiento o un intento de amamantamiento

(aceptaciones a la ubre) fue mayor con el cabrito propio que con el cabrito ajeno (Fig. 4; $P < 0.05$). Sin embargo, no existió diferencia entre grupos entre el cabrito propio y el ajeno en esta variable ($P > 0.05$).

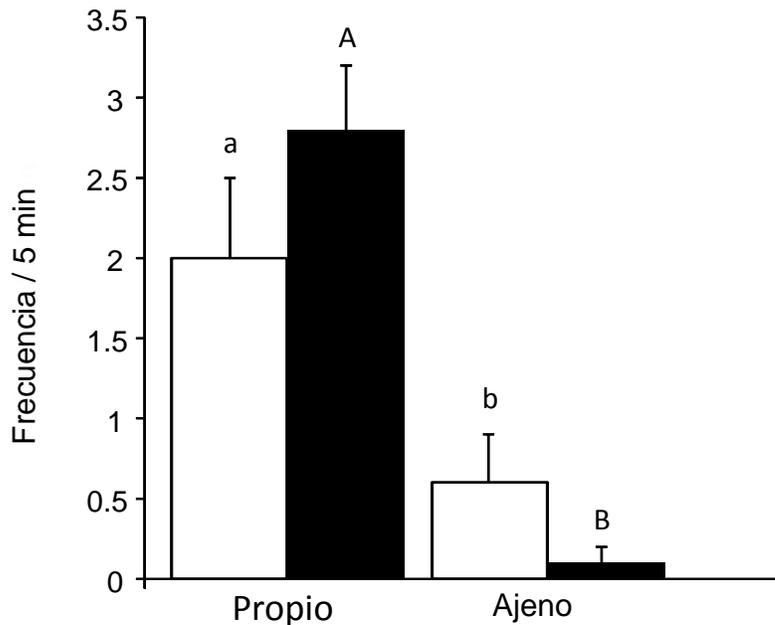


Figura 4. Frecuencia promedio (\pm EEM) de aceptaciones a la ubre durante la prueba de selectividad materna realizada después de 2 horas de interacción madre-cría en las cabras testigo (□) y en las cabras complementadas con maíz durante los últimos 12 días de gestación (■). La madre fue expuesta a su cría (5 min) o a una cría ajena (5 min) en un corral de 2 x 2 m. a, b = Diferente literal indica diferencia significativa en el grupo testigo ($P < 0.05$). A, B = Diferente literal indica diferencia significativa en el grupo complementado ($P < 0.05$).

4.2.5. Rechazos a la ubre

En la Fig. 5 se muestra que el número de veces en que la madre rechazó acercarse, realizar un amamantamiento o intento de amamantamiento a cierto cabrito fue mayor cuando se expuso al cabrito ajeno que al propio solo en el grupo complementado ($P < 0.05$). Además, en las cabras de este grupo no se registraron rechazos al propio, lo cual si existió en las cabras testigo ($P < 0.05$).

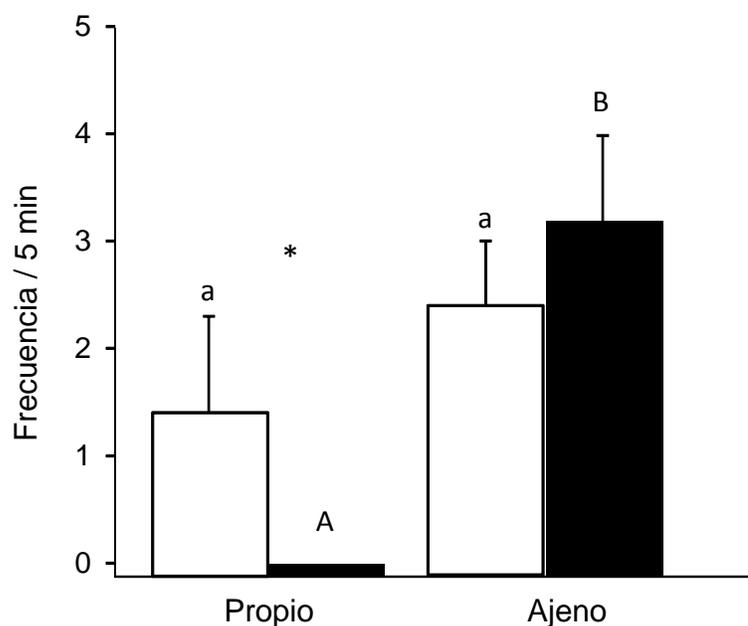


Figura 5. Frecuencia promedio (\pm EEM) en que la madre rechazó acercarse, a realizar un amamantamiento o intento de amamantamiento durante la prueba de selectividad maternal realizada después de 2 horas de interacción madre-cría en las cabras testigo (\square) y en las cabras complementadas con maíz durante los últimos 12 días de gestación (\blacksquare). La madre fue expuesta a su cría (5 min) o a una cría ajena (5 min) en un corral de 2 x 2 m. a= Misma literal indica no diferencia significativa en el grupo testigo ($P > 0.05$). A, B = Diferente literal indica diferencia significativa en el grupo complementado ($P < 0.05$). * = Diferencia entre grupos ($P < 0.05$).

4.2.6. Conductas agresivas

En la Fig. 6 se puede apreciar que en las madres de ambos grupos el número de conductas agresivas (amenazas, topeteos, mordidas) fue significativamente mayor cuando se expusieron a un cabrito ajeno que cuando se expusieron al propio ($P < 0.05$).

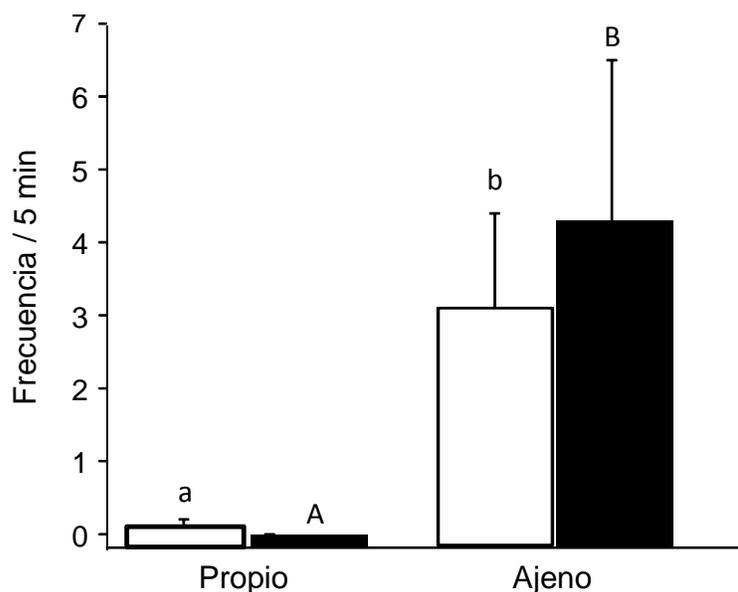


Figura 6. Frecuencia promedio (\pm EEM) en que la madre mostró conductas agresivas durante la prueba de selectividad maternal realizada después de 2 horas de interacción madre-cría en las cabras testigo (□) y en las cabras complementadas con maíz durante los últimos 12 días de gestación (■). La madre fue expuesta a su cría (5 min) o a una cría ajena (5 min) en un corral de 2 x 2 m. a, b = Diferente literal indica diferencia significativa en el grupo testigo ($P < 0.05$). A, B = Diferente literal indica diferencia significativa en el grupo complementado ($P < 0.05$).

4.3. Condición corporal

La CC a 20 días antes del parto no fue diferente entre las cabras del grupo testigo y las del grupo complementado (2.1 ± 0.06 vs 2.1 ± 0.07 ; $P = 0.68$). Sin embargo, al parto la CC de las cabras del grupo testigo fue menor que la registrada en las cabras del grupo complementado (1.7 ± 0.05 vs 2.0 ± 0.04 ; $P = 0.001$). La comparación dentro del mismo grupo mostró que la CC disminuyó significativamente del día 130 de gestación al parto solo en el grupo testigo ($P = 0.0001$), mientras que en las cabras del grupo complementado esta disminución no fue significativa ($P = 0.11$).

DISCUSIÓN

Los resultados de la presente tesis muestran que en las cabras alimentadas con el pastoreo en una región semi-árida, el ofrecimiento de una complementación con maíz durante los últimos 12 días de gestación refuerza de manera importante la conducta maternal selectiva después de 2 horas de interacción madre-cría.

Estos hallazgos resultan interesantes desde un punto de vista de generación de conocimiento, ya que es la primera vez en que en las madres caprinas mantenidas en condiciones de pastoreo extensivo se demuestra que ellas despliegan la conducta maternal selectiva después de tan solo 2 horas de interacción inicial madre-cría. Además, los hallazgos presentes tienen una implicación potencial en la producción caprina, ya que al proporcionarles una complementación con maíz, alimento energético, reforzó significativamente esa conducta selectiva de la madre. En los ovinos esta estrategia alimenticia podría disminuir las muertes de las crías debido a una débil vinculación madre-cría. Al respecto, recientemente se demostró que la mala habilidad materna contribuye hasta en un 25% de esa mortalidad (Refshaug *et al.*, 2015, en prensa).

Los resultados presentes confirman lo anteriormente reportado en estas cabras locales de la Comarca Lagunera por Ramírez-Vera *et al.* (2012b). Estos últimos autores demostraron que el ofrecimiento de maíz en los últimos 12 días de

la gestación a las cabras gestantes mantenidas en pastoreo reforzó la conducta maternal selectiva a las 3 horas postparto.

La explicación de cómo la complementación con maíz mejora la capacidad de la madre para aceptar solo a su progenie y rechazar activamente a crías ajenas es posiblemente debido varios factores: 1) está demostrado que la complementación con maíz al final de la gestación incrementa considerablemente la disponibilidad de calostro en la madre. En efecto, Ramírez-Vera *et al.* (2012a) observó que una complementación con maíz al final de la gestación en las cabras mantenidas en pastoreo extensivo incrementó la producción de calostro a más del doble que en las cabras no complementadas. Al respecto, en corderos se ha reportado que si existiera un retraso en la primera toma de calostro ello interfiere en que la cría pueda tener una relación preferencial con su madre (Nowak *et al.*, 1997; Val-Laillet *et al.*, 2004). Asimismo, en esta última especie se demostró que la ingesta temprana de calostro induce los mecanismos que facilitan el establecimiento del proceso de vinculación madre-cría (Goursaud y Nowak, 1999). 2) previamente se reportó que en cabras complementadas con maíz al final de la gestación que la frecuencia de amamantamiento registrada en la primera hora de interacción con su propia cría se correlacionó positivamente con los rechazos a la ubre a la cría ajena en la prueba de selectividad a 3 h postparto ($r = 0.043$; $P < 0.05$). Además, la duración del amamantamiento registrado durante los primeros 30 min de interacción con su cría fue correlacionado positivamente con la duración del amamantamiento a su propia cría en la prueba de selectividad a 3 h postparto (Ramírez-Vera *et al.*, 2012b). En conjunto, toda esta mejoría en la vinculación

temprana madre-cría mencionada anteriormente resultó en que las madres complementadas incrementaran la expresión de la selectividad maternal después de 2 h de interacción madre- cría.

Además, como se indicó en los resultados, es muy probable que las madres del grupo testigo, movilizaron más reservas corporales que las madres del grupo complementado poco antes del parto, lo anterior resultó en una dramática reducción en esta variable corporal al parto en las madres del grupo testigo. Este efecto ha sido observado previamente en estas mismas cabras locales que no recibieron una complementación (Ramírez-Vera *et al.*, 2012b).

Lo mencionado anteriormente podría tener consecuenciasdetrimentes sobre el propio despliegue de la conducta maternal.Por ejemplo, a las ovejas desnutridas experimentalmente requieren más tiempo poder interactuar con sus corderos (Thomson y Thomson, 1949), tambiénmuestran más agresiones hacia sus corderose invierten menos tiempo en limpiarlos y se dedican más a comer alimento (Dwyer *et al.*, 2003) que las ovejas bien nutridas. En los roedores, las madres subnutridas durante la gestación fueron menos eficientes en el acarreo de las crías al nido y en el lamer a las crías a los 8 y 10 días postparto que las madres bien nutridas (Smart yPreece, 1973). De manera general, los argumentos anteriores indican que la baja CC al parto de las madres del grupo testigo pudo influir en mostrar un menor desempeño para el establecimiento de la selectividad maternal.

CONCLUSIÓN

Los resultados de la presente tesis demuestran que en las cabras mantenidas durante toda la gestación en un sistema de explotación extensivo, la complementación con maíz durante los últimos 12 días de gestación refuerza de manera importante la conducta selectiva de la madre después de 2 horas de interacción madre-cría.

BIBLIOGRAFÍA

Banchero GE, Perez-Clariget RC, Bencini R, Lindsay DR, Milton JTB, Martin GB. 2006. Endocrine and metabolic factors involved in the effect of nutrition on the production of colostrum in female sheep. *Reprod Nutr Dev.* 46:447–460.

Banchero GE, Quintans G, Vazquez A, Gigena F, La Manna, Lindsay DR. 2007. Effect of supplementation of ewes with barley or maize during the last week of pregnancy on colostrum production. *Animal* 1:625–630.

Banchero GE, Quintans G, Lindsay DR, Milton JTB. 2009. A pre-partum lift in ewe nutrition from a high-energy lick or maize or by grazing *Lotus uliginosus* pasture, increases colostrum production and lamb survival. *Animal* 3:1183–1188.

Banchero GE, Quintan G, Martin GB, Lindsay D R, Milton JTB. 2004a. Nutrition and colostrum production in sheep. 1. Metabolic and hormonal responses to a high-energy supplement in the final stages of pregnancy. *Reprod Fertil Dev.* 16:633–643.

Banchero GE, Quintans G, Martin GB, Milton JTB. 2004b. Nutrition and colostrum production in sheep. 2. Metabolic and hormonal responses to different energy sources in the final stages of pregnancy. *Reprod. Fertil. Dev.* 16:645–653

- Blache D, Batailler M, Fabre-Nys C. 1994. Oestrogen receptors in the preoptico-hypothalamic continuum: Immunohistochemical study of the distribution and cell density during oestrous cycle in ovariectomized ewes. *J. Neuroendocrinol.* 6:329-339.
- Bouissou M.F. 1968. Effet de l' ablation des bulbesolfactif sur la reconnaissance du jeune par sa mere chez les ovins. *Rev Comp Anim.* 3: 77-83.
- Caba M, Beyer C, González-Mariscal G, Morrell JI. 2003. Immunocytochemical detection of estrogen receptor- α in the female rabbit forebrain: topography and regulation by estradiol. *Neuroendocrinology.* 77:208–222.
- Catalán AG. 2015. La selectividad maternal en cabras mantenidas extensivamente, se establece después de 2 horas de interacción madre-cría. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL. Torreón Coahuila, México.
- Cerrillo MA, López OO, Nevarez CG, Ramírez RG, Juárez RAS. 2006. Nutrient content, intake and in vitro gas production of diets by Spanish goats browsing a thorn shrubland in North Mexico. *Small Rumin. Res.* 66: 76-84
- Collias NE. 1956. The analysis of socialization in sheep and goats. *Ecology.* 37: 228-239.
- Das N, Tomer OS. 1997. Time pattern on parturition sequences in beetal goats and crosses: comparison between primiparous and multiparous does. *Small Rumin. Res.* 26: 157-161.

- Delgadillo JA, Canedo GA, Chemineau P, Guillaume D, Malpoux B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical northern México. *Theriogenology*. 52: 727-737.
- Delgadillo JA, De La Torre-Villegas S, Arellano-Solís V, Duarte G, Malpoux B. 2011. Refractoriness to short and long days determines the end and onset of the breeding season in subtropical goats. *Theriogenology*. 76:1146-1151
- Delgadillo JA, Flores JA, Véliz FG, Duarte G, Vielma J, Poindron P, Malpoux B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. *Vet.Méx.* 34:69-79
- Duarte G, Flores JA, Malpoux B, Delgadillo JA. 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Domest.Anim.Endocr.* 35:362-370
- Dwyer CM, Lawrence AB, Bishop SC, Lewis M. 2003. Ewe-lamb bonding behaviours at birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. *Br. J. Nutr.* 89, 123-136.
- Giordano AL, Ahdieh HB, Mayer AD, Siegel HI, Rosenblatt JS. 1990. Cytosol and nuclear estrogen receptor binding in the preoptic area and hypothalamus of female rats during pregnancy and ovariectomized, nulliparous rats after steroid priming: Correlation with maternal behavior. *Horm.Behav.* 24: 232-255.

- Giordano AL, Siegel HI, Rosenblatt JS. 1989. Nuclear estrogen receptor binding in the proctocárea and hypothalamus of pregnancy-terminated rats: Correlation with the onset of maternal behavior. *Neuroendocrinology*. 50: 248-258.
- González-Stagnaro C, Madrid-Bury N. 2004. Parturition in native goats. *Rev. Cient. Fac. Cien. Vet. Univ. Zulia*. 14: 124-132.
- González-Mariscal G, Poindron P. 2007. Parental care in mammals: Immediate internal and sensory factors of control. In: Pfaff, D.W. Arnold, A.P., Etgen, A.M., Farbach, S.E. and Rubin, R.T. (Eds.). *Hormones, Brain and Behavior*. Academic Press, New York. pp. 215-298.
- Goursaud AP, Nowak R. 1999. Colostrum mediates the development of mother preference by newborn lambs. *Physiol. Behav.* 67: 49-56.
- Hernández H, Terrazas A, Poindron P, Ramírez-Vera S, Flores JA, Vielma J, Duarte G, Fernández IG, Fitz-Rodríguez G, Retana-Márquez S, Muñoz-Gutiérrez M, Serafin N. 2012. Sensorial and physiological control of maternal behavior in small ruminants: Sheep and Goats (Review). *Trop. Subtrop. Agroecol. Sup 1*: S91 – S102.
- Hersher L, Richmond JB, Moore AU. 1963. Modifiability of the critical period for the development of maternal behavior in sheep and goats. *Behaviour*. 20: 311-320.

CONAGUA. Disponible en <http://www.conagua.gob.mx/dlcoah/Contenido.aspx?n1=1&n2=3>. Fecha de acceso 12/10/2015.

SIAP. Disponible en <http://www.siap.gob.mx/opt/poblagand/caprino.pdf> fecha de acceso 12/10/2015.

INIFAP. 2010. Boletín técnico. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana: estados de Baja California, Sonora, Chihuahua, Zacatecas, Coahuila, Tamaulipas, Nuevo León, Durango y San Luis Potosí. 2: 13-78.

Juárez-Reyes AS, Cerrillo-Soto MA, Meza-Herrera CA, Nevárez-Carrasco G. 2004. Diet composition, intake, plasma metabolites, reproductive and metabolic hormones during pregnancy in goats under semi-arid grazing conditions. *J.Agric.Sci.* 142:697–704

Kendrick KM, Keverne EB, Baldwin BA. 1987. Intracerebroventricular oxytocin stimulates maternal behaviour in the sheep. *Neuroendocrinology.* 46: 56-61.

Keverne EB, Levy F, Poindron P, Lindsay DR. 1983. Vaginal stimulation: An important determinant of maternal bonding in sheep. *Science.* 219: 81-83.

Krehbiel D, Poindron P, Levy F, Prud'homme MJ. 1987. Peridural anesthesia disturbs maternal behavior in primiparous and multiparous parturient ewes. *Physiol. Behav.* 40: 463-472.

- Lévy F, Kendrick KM, Keverne EB, Piketty V, Poindron P. 1992. Intracerebral oxytocin is important for the onset of maternal behavior in inexperienced ewes delivered under peridural anesthesia. *Behav. Neurosci.* 106: 427-32.
- Lévy F, Poindron P. 1987. Importance of amniotic fluids for the establishment of maternal behaviour in relation with maternal experience in sheep. *Anim. Behav.* 35:1188-1192.
- Lévy F, Poindron P. 1984. Influence du liquide amniotique sur la manifestation du comportement maternel chez la brebis parturiente. *Biol. Behav.* 9: 271-278.
- Lickliter RE, Heron JR. 1984. Recognition of mother by newborn goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 12:187-192.
- Lickliter RE. 1985. Behavior associated with parturition in the domestic goat. *Appl. Anim. Ethol.* 13: 335-345.
- Maier, R. 2001. *Comportamiento Animal: Un enfoque evolutivo y ecológico.* McGraw Hill, SPA. pp. 62-66.
- Nowak R, Porter HR, Lévy F, Orgeur P, Schaal B. 2000. Role of mother-young interactions in the survival of offspring in domestic mammals. *Rev. Reprod.* 5: 153-163.
- Nowak R, Murphy TM, Lindsay DR, Alster P. 1997. Development of preferential relationship with the mother by the newborn lamb: importance of the sucking activity. *Physiol. Behav.* 62, 681-688.

- Numan M, Fleming AS, Lévy F. 2006. Maternal behavior. En: J.D. Neill(ed.), Knobil and Neill's Physiology of Reproduction. Vol. 2: Academic Press. 3th ed. pp.1921-1993.
- Numan M, Smith HG. 1984. Maternal behavior in rats: Evidence for the involvement of preoptic projections to the ventral tegmental area. Behav. Neurosci. 98: 712-27.
- Numan M. 1994. Maternal behavior in Knobil, E. and Neill, J.D. (eds). The Physiology of Reproduction. Raven Press, New York. U.S.A pp 221-302.
- O'Brien PH. 1983. Feral goat parturition and lying-out sites: spatial, physical and meteorological characteristics. Appl. Anim. Behav. Sci. 10: 325-339
- O'Brien PH. 1984. Leavers and stayers: maternal post-partum strategies in feral goats. Appl. Anim. Behav. Sci. 12: 233-243
- Pedersen CA, Caldwell JD, Walker C, Ayers G, Mason GA. 1994. Oxytocin activates the postpartum onset of rat maternal behavior in the ventral tegmental and medial preoptic areas. Behav. Neurosci. 108: 1163-1171.
- Poindron P, Keller M, Lévy F. 2007. Maternal responsiveness and maternal selectivity in domestic sheep and goats: The two facets of maternal attachment. Develop. Psychobiol. 49: 54-70.
- Poindron P, Le Neindre P. 1980. Endocrine and sensory regulation of maternal behavior in the ewe. Adv. Study Behav. 11: 75 -119.

- Poindron P, Lévy F, Krehbiel D. 1988. Genital, olfactory, and endocrine interactions in the development of maternal behaviour in the parturient ewe. *Psychoneuroendocrinology*. 13: 99-125.
- Poindron P, Terrazas A, Montes de Oca MdeL, Serafin N, Hernández H. 2007. Sensory and physiological determinants of maternal behavior in the goat (*Capra hircus*). *Horm. Behav.* 52: 99-105
- Poindron P. 1976. Mother–young relationships in intact or anosmic ewes at the time of suckling. *Biol. Behav.* 2:161-177.
- Ramírez A, Quiles A, Hevia M, Sotillo F. 1995. Behavior of the Murciano-Granadina goat in the hour before parturition. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 44: 29-35
- Ramírez-Vera, S., Terrazas, A., Delgadillo, J.A., Serafín, N., Flores, J.A., Elizundía, J.M., Hernández, H. 2012a. Feeding corn during the last 12 days of gestation improved colostrum production and neonatal activity in goats grazing subtropical semi-arid rangeland. *J. Anim. Sci.* 10:25-27
- Ramírez-Vera S, Terrazas A, Delgadillo JA, Flores A, Serafín N, Vielma J, Duarte G, Fernández IG, Fitz-Rodríguez G, Hernández H. 2012b. Inclusion of maize in the grazing diet of goats during the last 12 days of gestation reinforces the expression of maternal behaviour and selectivity during the sensitive period. *Livest. Sci.* 148: 52-59.

- Refshauge G, Brien FD, Hinch GN, Van de Ven R. 2015. Neonatal lamb mortality: factors associated with the death of Australian lambs. *Anim. Prod. Sci. Enpresa.*
- Romeyer A, Poindron P, Orgeur P. 1994. Olfaction mediates the establishment of selective bonding in goats. *Physiol. Behav.* 56:693-700.
- Rosenblatt JS, Mayer AD, Giordano AL. 1988. Hormonal basis during pregnancy for the onset of maternal behavior in the rat. *Psychoneuroendocrinology.* 13: 29-46.
- Rosenblatt JS, Siegel HI. 1981. Factors Governing the onset and maintenance of maternal behavior among nonprimate mammals. En: Gubernick, D.J. and Klopfer, P.H. (Eds.). *Parental care in mammals.* Plenum Press. New York, USA pp. 13-76.
- Rosenblatt JS, Siegel HI, Mayer AD. 1979. Progress in the study of maternal behavior in the rat: Hormonal, nonhormonal, sensory, and developmental aspects. *Adv. Study Behav.* 10: 225-311.
- Sáenz-Escárcega P, Hoyos FG, Salinas GH, Martínez DM, Espinoza A, Guerrero BA, Contreras GE. 1991. Establecimiento de módulos caprinos con productores cooperantes. *Evaluación de Módulos Caprinos en la Comarca Lagunera.* SARH. INIFAP. CIID. Matamoros Coahuila, México. pp. 24–34.
- Sampson JJ, Ducoing AE, Álvarez L. 2012. Horarios de ocurrencia de partos en cabras del valle de México (*Capra Hircus*). *Arch. Zootec.* 61: 297-300.

Secretaría De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2001. Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales del laboratorio. Diario Oficial de la Federación.

Smart JL, Preece J. 1973. Maternal behaviour of undernourished mother rats. *Anim. Behav.* 21:613-619.

Thomson AM, Thomson W. 1949. Lambing in relation to the diet of the pregnant ewe. *Br. J. Nutr.* 2: 290-305.

Val-Laillet D, Simon M, Nowak R. 2004. A full belly and colostrum: two major determinants of filial love. *Dev. Psychobiol.* 45: 163-173.

Walkden-Brown S W, Restall B J. 1996. Environmental and social factors affecting reproduction. En: *Proceedings of VI International Conference on Goats, China.* 2, pp. 762-775.