

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



“En cabras en pastoreo, el reconocimiento acústico de la cría por su madre a 4 horas postparto es facilitado por una complementación energética en la gestación tardía”

POR:

DAVID RAMÍREZ GASPAR

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

“En cabras en pastoreo, el reconocimiento acústico de la cría por su madre a 4 horas postparto es facilitado por una complementación energética en la gestación tardía”

POR:

DAVID RAMÍREZ GASPAR

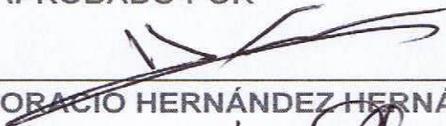
TESIS

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

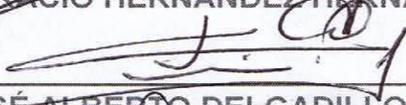
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADO POR

PRECIDENTE:


DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

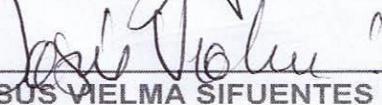
VOCAL:

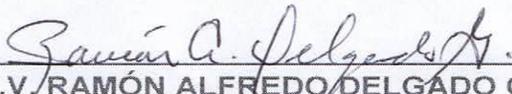

DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

VOCAL:


DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

VOCAL SUPLENTE:


DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES


M.C.V. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL


División Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

“En cabras en pastoreo, el reconocimiento acústico de la cría por su madre a 4 horas postparto es facilitado por una complementación energética en la gestación tardía”

POR:

DAVID RAMÍREZ GASPAR

TESIS

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

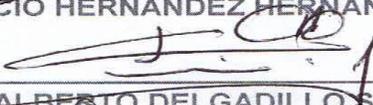
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADO POR

ASESOR PRINCIPAL:

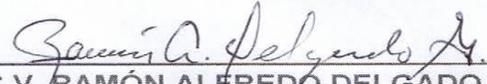

DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

ASESOR:


DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

ASESOR:


DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA


M.C.V. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  División Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO DE 2016

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Lucio Ramírez Mendoza y Silvia Gaspar Chávez que gracias a su apoyo incondicional, esfuerzo, sacrificio y palabras de aliento me han ayudado a crecer como persona y luchar por lo que quiero, gracias por fomentar los valores día a día en mi persona y ser constantes para que pueda cumplir mis metas.

A mi esposa, Sandra Itzel Flores Mondragón por sus palabras de motivación y confianza. Brindándome el tiempo necesario para realizarme profesionalmente.

A mis hermanas, Leidy Ramírez Gaspar y Silvia Lizbeth Ramírez Gaspar por su cariño y apoyo en todo momento.

A mi asesor, Dr. Horacio Hernández Hernández por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

Al jurado, Dr. José Alfredo Flores Cabrera, Dr. Jesús Vielma Sifuentes, Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez. Por su amable apoyo en la revisión de la presente tesis.

A mis profesores, que con su esfuerzo constante y dedicación me compartieron de sus conocimientos.

A mi universidad, Alma Terra Mater por abrirme las puertas para poder desarrollarme profesionalmente.

DEDICATORIAS

A dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera.

A mis padres, quienes con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante brindándome apoyo y consejos en todo momento para ser de mí una mejor persona.

A mi esposa, por ser la fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor. Aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado brindándome su comprensión cariño y amor.

A mis hermanas, por estar siempre conmigo en los momentos más difíciles y apoyándome cuando más las necesite.

A mis compañerosamigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas también a todas aquellas personas que durante estos cinco años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIAS	II
ÍNDICE	III
ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS	V
RESUMEN	VI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Conducta materna.....	4
2.2. Conducta materna preparto.	5
2.3. Conducta materna al parto.....	6
2.4. Formación del vínculo selectivo madre-cría.....	8
2.5. Generalidades sobre el control fisiológico y sensorial de la conducta materna.....	8
2.6. Información sensorial implicada en la activación de la conducta materna. ...	9
2.7. Mecanismos de reconocimiento mutuo madre-cría.....	10
2.8. Mecanismo de reconocimiento de la cría por su madre a distancia (reconocimiento no olfativo o reconocimiento distal).....	11
2.9. Efecto de la nutrición preparto sobre la producción de calostro.....	13
2.10. Interacción entre la nutrición preparto y el comportamiento mutuo madre- cría.....	14
2.11. Planteamiento del problema.....	15
OBJETIVOS	17
HIPÓTESIS	17
CAPÍTULO III	18
MATERIAL Y MÉTODOS.....	18
3.1. Localización del estudio.	18

3.2. Animales y manejo.....	19
3.3. Grupos experimentales.	19
3.4. Prueba de reconocimiento después de 4 horas de interacción madre-cría, exponiendo las madres a solo las vocalizaciones en vivo de las crías.	21
3.5. Peso y Condición corporal de las madres.	23
3.6. Análisis estadístico de los datos.	23
CAPÍTULO IV	25
RESULTADOS	25
4.1. Ocurrencia de partos.....	25
4.2. Prueba de reconocimiento después de 4 horas de interacción madre-cría, exponiendo las madres a solo las vocalizaciones en vivo de las crías.	25
4.2.1. Tiempo que la madre permaneció cerca del área de elección de cada cría.....	25
4.2.2. Tiempo que la madre permaneció observando a cada caja de cada cría, independientemente de su ubicación.	26
4.2.3. Frecuencia de visitas al área elegida de cada cría.	27
4.3. Peso y condición corporal de las madres.....	28
CAPÍTULO V	30
DISCUSIÓN	30
CAPÍTULO VI	33
CONCLUSIONES.....	33
CAPÍTULO VI	34
LITERATURA CITADA.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

- Figura 1. Corral de elección doble usado para evaluar la capacidad de reconocimiento de las crías después de 4 h de interacción madre-cría. Las líneas retocadas con negro representan paneles sólidos que no permitieron la visualización de las crías.22
- Figura 2. Tiempo promedio (\pm EEM) que las cabras permanecieron cerca de un área de elección (cabrito propio vs cabrito ajeno).26
- Figura 3. tiempo promedio (\pm EEM) que las cabras observaron a cada caja de cada cabrito durante la prueba.27
- Figura 4. frecuencia promedio (\pm EEM) que las cabras visitaron el área de cada cabrito durante la prueba.....28
- Tabla 1. Registro del peso y condición corporal de las cabras del grupo testigo (gt) que fueron alimentadas durante toda la gestación con lo disponible en el pastoreo y de las cabras complementadas (gc) que además del pastoreo cada una de ellas recibió 0.6 kg de maíz durante los últimos 12 días de la gestación. 29

RESUMEN

El objetivo de la presente fue investigar si en las cabras en pastoreo, una complementación energética durante los últimos 12 días de gestación mejora el reconocimiento acústico de sus cabritos a 4 horas postparto. Un grupo de cabras fue alimentado durante toda la gestación con solo lo disponible en las áreas de pastoreo (GT, n=14). Además, otro grupo se alimentó durante toda la gestación como las del GT, pero además durante los últimos 12 días de la gestación cada una recibió 0.6 kg de maíz roado (GC, n=12). En una prueba de elección doble las madres del GC pasaron mayor tiempo con el cabrito propio que las madres del GT (133 ± 12 s vs 65 ± 6 s, $P < 0.05$), en cambio, las madres del GT pasaron mayor tiempo con el cabrito ajeno que las madres del GC (82 ± 10 s vs 50 ± 11 s $P < 0.05$). El tiempo cerca del propio y del ajeno no fue diferente en las madres del GT ($P > 0.05$), en cambio, las madres del GC pasaron más tiempo con su cabrito que con el cabrito ajeno ($P < 0.05$). Las madres del GC observaron más al cabrito propio que las madres del GT (88 ± 8 s vs 62 ± 6 s, $P < 0.05$), por el contrario, las del GT observaron más al ajeno que las del GC (75 ± 7 s vs 37 ± 5 s, $P < 0.05$). En las madres del GT el tiempo de observar al cabrito propio y al ajeno no fue diferente ($P > 0.05$), en cambio, las madres del GC observaron más a su cabrito que al cabrito ajeno ($P < 0.05$). Las visitas al cabrito propio no fue diferente entre las madres del GT y del GC (3 ± 0.3 visitas vs 4 ± 0.1 , $P > 0.05$), por el contrario, las madres del GT visitaron más veces al cabrito ajeno que las madres del GC (4 ± 0.3 visitas vs 2 ± 0.3 visitas, $P < 0.05$). El número de visitas al cabrito propio y al ajeno no fue diferente en las madres del GT ($P > 0.05$), por el contrario, las madres del GC visitaron en más ocasiones a su cabrito que al ajeno ($P < 0.05$). Los resultados de la presente tesis muestran que la complementación energética poco antes del parto a las cabras en pastoreo mejora el reconocimiento acústico de los cabritos a 4 horas postparto.

Palabras clave: Cabrito, reconocimiento acústico, complementación, pastoreo, cabras.

INTRODUCCIÓN

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 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 ello éstos pequeños rumiantes 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 (Poindronet *al.*, 2007a). Sin embargo, esta selectividad es efectiva cuando las crías se localizan o se ubican a una distancia muy próxima de su madre (a corta distancia). Es también importante que la madre

posea la habilidad de discriminar a sus crías de otras crías ajenas, llamándosele a este tipo de interacción *reconocimiento distal o a distancia*.

Estudios en pequeños rumiantes silvestres sugieren que el reconocimiento distal de las crías se desarrolla más tarde en los caprinos que en los ovinos. Lo anterior, debido a que esos estudios muestran que en el caso de la cabra, la relación espacial entre la madre y sus crías durante el periodo inmediato al parto es de tipo “*escondidizo*” (Lent, 1974). Es decir, el cabrito permanece oculto en el lugar de nacimiento, mientras que las madres permanecen pastoreando con el resto de las hembras. Asimismo, el contacto madre-cría en esta etapa inicial es muy infrecuente, ya que la madre recurre a la cría solo algunas veces para amamantarlo (Lent, 1974). En cambio, la madre y las crías de ovinos su relación espacial en el período inmediato al parto es de tipo “*seguidor*”, pues los corderos siguen a su madre a cualquier lugar y el contacto madre-cría es más estrecho (Lent, 1974). Por esto último se piensa que el reconocimiento distal es más pronto en esta última especie. En efecto, Terrazas *et al.* (1999) sugirieron que en las ovejas el reconocimiento de su cordero discriminando de otra a distancia puede ocurrir desde las 8 h postparto con base a señales visuales y acústicas del cordero. De hecho, Sébeet *al.*, (2007) demostraron que las ovejas tienen la habilidad de discriminar a su cría de una ajena con solo las vocalizaciones de su cordero desde las 24 h postparto. En la cabra se reportó que esta habilidad se presenta hasta las 48 h postparto (Terrazas *et al.*, 2003). Sin embargo, todas estas investigaciones se han llevado a cabo en animales bien nutridos durante toda la gestación y en animales que están sujetos a variaciones en la disponibilidad de alimento como los

que pastorean, poco se conoce sobre el reconocimiento mutuo madre-cría. Al respecto, Ramírez-Vera (2012) demostró que en cabras en pastoreo en una región semi-árida a las que se les proporcionó un complemento energético poco antes del parto fueron más hábiles para distinguir a su cabrito de otro ajeno a 4 h postparto que las madres no complementadas. Lo anterior en una prueba de elección doble en la que solo se le permitió a la madre percibir las vocalizaciones y las características visuales de sus cabritos.

En la presente tesis se investigó en las cabras en pastoreo si la complementación energética poco antes del parto puede afectar la habilidad de las madres para reconocer a su críasde otrasa distancia con solo percibir las vocalizaciones en vivo de las crías después de 4 h de interacción madre-cría.

CAPÍTULO II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Conducta materna.

La conducta materna, se refiere a los comportamientos (lamer, cuidar, trasladar, alimentar) que muestra la madre con sus crías 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. El estrógeno y la progesterona son los responsables del despliegue de la conducta materna (Poindron *et al.*, 2007a).

El hecho de que un animal transmita sus genes a sus hijos no garantiza su éxito reproductor. Los hijos deben de sobrevivir hasta que se reproduzcan y para esto los padres deben de invertir tiempo y energía en ellos. Esta inversión dependerá del número de crías, pues cuantos 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 pueden producir leche (Maier, 2001). Por lo

tanto, la supervivencia de las crías depende de la madre y su capacidad de proporcionar comida, 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 con el parto o poco antes. Al nacimiento, la cabra muestra interés en el recién nacido. La limpieza de los recién nacidos y consumo del líquido amniótico y la placenta son comportamientos muy comunes entre los mamíferos, excepto en mamíferos acuáticos (cetáceos) o mamíferos semi-acuáticos (pinnípedos). Las madres 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 uno a dos días antes del parto, la cabra comienza a tener 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 se observa una ubre aumentada de tamaño. Aproximadamente 24 horas antes del parto, la vulva se vuelve amplia y turgente (Lickliter, 1985). Entre los cambios conductuales que son observados en las cabras parturientas, está tendencia de aislarse del resto de los coespecíficos a lugares menos concurridos (Poindron *et al.*, 2007b), pero que le proporcione protección del sol y otros factores.

Esto permite 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 muchas veces será el lugar del parto. Posteriormente, las hembras vuelven a acostarse, esta secuencia puede repetirse hasta 15 veces durante varias horas antes del parto. Asimismo, emite vocalizaciones frecuentemente, que se caracterizan por ser sonidos de baja amplitud y frecuencia como tipo gruñidos cortos (también conocidos como balidos bajos y son realizados por lo común con la boca cerrada). Además, la hembra parturienta se muestra más agresiva defendiendo el lugar que ha elegido para el parto. En estas manifestaciones se puede mencionar que muestra embestidas a los que se aproximen a ella (Lickliter, 1984, 1985; Ramírez *et al.*, 1995; Das y Tomer, 1997; Gonzáles-Stagnaro y Madrid-Bury, 2004; Poindronet *al.*, 2007b).

2.3. Conducta materna al parto.

Casi antes del parto, es común observar que la hembra rasca el piso o la cama (cabras estabuladas) con las patas delanteras, y a medida que se aproxima el parto, se echará en el piso y se 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.*, 1988). Todas las

hembras se recuestan al menos en una parte del proceso de parto, suelen parir echadas en posición latero ventral y frecuentemente levantando el cuello. Generalmente cuando se encuentran en esta posición, la hembra muestra mayor esfuerzo para expulsar a la cría. Además, la mayor parte de los partos en las cabras domésticas se lleva a cabo entre las 11:00 y 16:00 horas del día (Collias, 1956; Lickliter, 1984, 1985; Sampson *et al.*, 2012).

Las crías suelen tener una presentación de vista anterior, longitudinal, en posición dorso-sacra, con la cabeza apoyada en las patas delanteras extendidas. Cuando se rompe la bolsa amniótica, la hembra puede ingerir fluido amniótico del suelo; las patas delanteras de la cría suelen ser visibles de 3 a 38 minutos (media 12 minutos) antes de terminar el parto. 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 estimular a la cría (Collias, 1956; Lickliter, 1985; Ramírez *et al.*, 1998).

El parto por lo general es corto y el cabrito es expulsado dentro de los primeros 30 minutos, pero puede tardar hasta 4 horas después de iniciadas las primeras contracciones. El intervalo entre el nacimiento de gemelos (entre en primero y segundo nacido) oscila entre 2 a 42 minutos, pero en general es menos de 10 minutos. La mayor parte de este tiempo incluye la salida de la cabeza y de los hombros a través del canal de 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 centímetros del suelo (Lickliter, 1985; Collias, 1956).

La hembra puede ingerir 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 del 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 progenie y rechazará activamente con conducta agresiva cualquier otra cría que intente amamantarse (Hersher *et al.*, 1963; Bouissou, 1968; Poindron, 1976; Romeyer *et al.*, 1994). 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. Generalidades sobre el control fisiológico y sensorial de la conducta materna.

Los factores fisiológicos y sensoriales que controlan la expresión de la conducta materna son muy similares en ovejas y cabras, aunque en la cabra existe poca información generada acerca de este aspecto. El incremento en las concentraciones periféricas del estradiol y el descenso en la concentración de

progesterona al final de la gestación y la estimulación vagino-cervical (EVC) son treseventos fisiológicos de gran importancia para el despliegue de la conducta materna. Sin embargo, también las señales olfatorias provenientes del recién nacido están implicadas en el mantenimiento de la respuesta materna una vez que el parto ha ocurrido (para revisión: González-Mariscal y Poindron, 2002; Hernández *et al.*, 2012).

2.6. Información sensorial implicada en la activación de la conducta materna.

En la oveja, el periodo sensible está asociado de cierta forma con la información olfatoria del recién nacido. Así, en la oveja, el olor del líquido amniótico es totalmente repulsivo en cualquier momento del ciclo reproductivo, excepto durante un periodo muy corto alrededor del momento del parto. De hecho, en ese breve momento más que repulsivo, el líquido amniótico comienza a ser atractivo (Poindron *et al.*, 1980; Lévy *et al.*, 1983). Esta atracción que a su vez depende de la EVC causado por la expulsión del producto facilita establecer el primer contacto de la madre con el recién nacido, su limpieza y su aceptación en general. La presencia del líquido amniótico es también esencial en ovejas que paren por primera vez (sin previa experiencia materna). Dichas madres, rechazan a su cría, si éstas son limpiadas de todo el líquido amniótico antes de tener contacto con ella (Lévy *et al.*, 2004). El periodo sensible también representa una fase importante de aprendizaje olfatorio para la oveja. Dentro de los primeros 60 a 120 min, la oveja memoriza una “*firma olfatoria*” individual de su cría; así, este olor (o firma olfatoria) comienza a ser esencial para permitir la aceptación de la cría a la ubre para amamantarlo (Poindron y Le Neindre, 1980). Este aprendizaje es

regulado por factores fisiológicos maternos tales como la expulsión del producto y su consecuente liberación de algunos neurotransmisores en el sistema nervioso central. Finalmente, resultados recientes indican que probablemente la facilidad para establecer este proceso de aprendizaje debido a factores internos no depende sólo del olfato. En efecto, resultados recientes en ovejas y cabras han mostrado un reconocimiento visual y auditivo de la cría a las 8 horas o menos después del parto (Terrazas *et al.*, 1999; Ferreira *et al.*, 2000).

2.7. Mecanismos de reconocimiento mutuo madre-cría.

El reconocimiento mutuo es la capacidad de las madres y de las crías para reconocerse entre sí. En este proceso participan mecanismos sensoriales y neuroendocrinos tanto en la madre, como en la cría. En contraste con la mayoría de los roedores y los lagomorfos, los pequeños rumiantes desarrollan un vínculo exclusivo con su camada, a la cual permiten exclusivamente el acceso a la ubre (González-Mariscal y Poindron, 2002). Esta conducta selectiva ha sido estudiada principalmente en ovejas y cabras (Shillito Alexander, 1975; Shillito-Walser, 1980; Nowak y Lyndsay, 1992; Poindron *et al.*, 2003). En este reconocimiento mutuo participa la mayoría de las señales sensoriales (olfato, vista y oído), siendo muy importante el contacto directo madre-cría.

En todas las especies existen diferentes mecanismos sensoriales para el proceso de reconocimiento o de localización mutua madre-cría lo cual se determina de acuerdo al rango de distancia. De esta manera, el reconocimiento a corta distancia se refiere a un reconocimiento que es distancia muy cercana o un

contacto directo (*selectividad materna*; Kelleret *al.*, 2003). Por el contrario, el reconocimiento a distancia es aquel en el que la madre no puede reconocer a su cría mediante el olor, debido a la distancia a la que se encuentra (no olfatorio; Terrazas *et al.*, 2003; Poindronet *al.*, 2003).

2.8. Mecanismo de reconocimiento de la cría por su madre a distancia (reconocimiento no olfativo o reconocimiento distal).

De los resultados de los estudios de Alexander y Shillito (1977a) y Poindronet *al.* (2003), está claro que en ovejas y cabras el olfato materno no está implicado en el reconocimiento de sus crías a una distancia de varios metros. Esto se confirmó además por la existencia de un reconocimiento correcto de su cría a distancia en ovejas a las que se les hizo una anosmia (incapacidad inducida de detectar olores) 2 semanas antes del parto. Tanto las señales visuales y acústicas de los corderos están implicadas en el reconocimiento a distancia. Como se mencionó, el reconocimiento visual depende fuertemente de las características de la cabeza de los corderos, ya que oscureciendo la cara del cordero resultó en grandes perturbaciones en la madre en el reconocimiento, similar a cuando se pintó de color oscuro todo el cuerpo (Alexander y Shillito, 1977b). En la oveja, en la ausencia de señales visuales y olfativas, las madres son todavía capaces de discriminar a sus corderos con base a sus señales acústicas, esto es mediante las vocalizaciones emitidas por sus crías, cuando ellos cumplieron 3 semanas de vida (Poindron y Carrick, 1976).

En la cabra se había propuesto que como la madre y sus crías muestran una relación espacial de tipo “*escondidizo*” diferente a la mostrada por las ovejas y corderos de tipo “*seguidor*”, entonces ambas especies podrían usar diferentes vías sensoriales para su reconocimiento mutuo (Lickliter y Heron, 1984; Poindron *et al.*, 2003). Sin embargo, en las cabras se encontró que en ellas existe también un reconocimiento no olfativo de sus crías a menos de 24 horas posparto (Poindron *et al.*, 2003). De hecho, en esta especie la madre tiene la capacidad de realizar un reconocimiento no olfativo de sus crías a los dos días posparto con base en las puras vocalizaciones de ellas (Terrazas *et al.*, 2003). Estos últimos autores demostraron que cada cría posee una firma acústica. Sin embargo, la capacidad de reconocimiento de las crías mediante las vocalizaciones en cabras no siempre aplica a todos los ungulados con relación espacial “*escondidiza*”. En efecto, en venadas se observó que las madres fueron incapaces de discriminar entre las vocalizaciones de su cervatos a las de cervatos ajenos (Torriani *et al.*, 2006). Se demostró que a 4 horas postparto, las cabras mantenidas en pastoreo semi-árido no son capaces de discriminar a distancia a su cría en una prueba de elección doble. Sin embargo, cuando a esos animales se les ofreció una complementación energética con maíz durante los últimos 12 días de la gestación, las madres mostraron una clara preferencia por su cría, en ausencia de señales olfatorias (Ramírez-Vera, 2012). Además, este autor y colaboradores sugirieron que este mejor reconocimiento pudo deberse en parte a una mejoría en el estado energético de las madres debido a la complementación con maíz (Ramírez-Vera *et al.*, 2012a).

2.9. Efecto de la nutrición preparto sobre la producción de calostro.

Es conocido que en pequeños rumiantes, uno de los períodos más críticos de la nutrición es durante los últimos 45 días de gestación por la gran demanda de nutrientes utilizados para el desarrollo fetal, así como para la producción de calostro (Robinson, 1983; Rhind *et al.*, 2001; Sormunen-Cristian *et al.*, 2001; McGregor, 2003; Nowak y Poindron, 2006). En ovejas, una subnutrición durante la gestación tardía reduce el desarrollo de la ubre, lo cual a su vez, reduce la calidad y la cantidad de calostro (Banchero *et al.*, 2006). Asimismo, se conoce que el consumo de calostro del cordero es del 2 a 4.5% de su peso corporal (180-290 ml/kg). Sin embargo, no todas las madres pueden cubrir las necesidades de calostro que requiere la cría (Nowak y Poindron, 2006). Esta falta en la cantidad de calostro producido puede deberse a diversos factores. Por ejemplo, se ha determinado que las madres con parto múltiple producen más calostro que las madres de partos simples (Hall *et al.*, 1990). También, una suplementación a la mitad de la gestación incrementa la producción de calostro y el peso de la cría al nacimiento (Lynch *et al.*, 1990; Hall *et al.*, 1992). Durante la gestación, una disminución hasta el 70% en los requerimientos de energía metabolizable afecta la síntesis de calostro (Banchero *et al.*, 2006). En ovejas, una complementación energética ocho días antes del parto con maíz o con grano de cebada, alimentos que proporcionan una cantidad importante de almidón (que a su vez sirve de sustrato para la formación de calostro) incrementaron la producción de calostro (Banchero *et al.*, 2004c). De manera similar, en cabras en pastoreo en regiones

semi-áridas el ofrecimiento de maíz durante los últimos 12 días de la gestación incrementó a más del doble la cantidad de calostro disponible para las crías (Ramírez-Vera *et al.*, 2012a). Este efecto es explicado debido a que el maíz proporciona una mayor cantidad de formación de glucosa, la cual es utilizada para la síntesis de lactosa que finalmente se traduce en una mayor producción de calostro (Banchero *et al.*, 2004ab).

2.10. Interacción entre la nutrición preparto y el comportamiento mutuo madre-cría.

En ovejas y cabras, una deficiencia en los requerimientos nutricionales (agua, lípidos, carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas) durante la última etapa de gestación puede afectar la expresión de la conducta mutua madre-cría, lo que a su vez puede incrementar la mortalidad neonatal (Dwyer *et al.*, 2003; Robledo, 2005; Johnson *et al.*, 1997). Por ejemplo, en ovejas primíparas la subnutrición prolongó la latencia para interactuar con sus corderos después del parto; esas ovejas mostraron más conductas agresivas hacia los corderos e invirtieron mayor tiempo alimentándose que atendiendo su cría en la primera hora postparto (Thompson y Thompson, 1949). Las ovejas sometidas a una subnutrición moderada en la gestación (proporcionando sólo el 65% de sus requerimientos) limpiaron menos a sus corderos que las ovejas bien alimentadas (Dwyer *et al.*, 2003). Además, esta restricción alimenticia produjo corderos de menor peso, los cuales fueron más lentos para pararse y mostraron menos actividad de amamantamiento que los corderos provenientes de madres bien nutridas (Dwyer *et al.*, 2003). De hecho, se ha reportado que los corderos con bajo

peso están más predispuestos a muerte por inanición debido a sus pocas reservas energéticas y debilidad general.

En la cabra, pocos estudios reportan los efectos de la subnutrición durante la gestación sobre la relación madre-cría. Así, en esta especie cuando se les proporcionó experimentalmente sólo el 70% de sus requerimientos nutricionales (de energía y proteína) durante la segunda mitad de gestación, se perturbó la capacidad de reconocimiento mutuo madre-cría en el primer día posparto (Terrazas *et al.*, 2004; Robledo, 2005).

2.11. Planteamiento del problema.

La mayoría de los estudios sobre el comportamiento materno en ovejas y cabras han sido realizados en animales que fueron alimentados de manera adecuada durante toda la gestación. En cambio, en los animales mantenidos en pastoreo, poco se ha estudiado sobre las interacciones entre la nutrición y la conducta materna.

Además, los estudios de la relación espacial entre la madre y su cría inmediatamente después del parto sugieren que el reconocimiento distal mutuo es más tardado en la cabra debido a la fase escondidiza del cabrito. Sin embargo, tomando en consideración que cuando se ofreció una complementación energética a las cabras gestantes poco antes del parto, ello facilitó el reconocimiento de los cabritos por sus madres desde las 4 horas posparto, en ausencia de señales olfativas; estos resultados son muy similares a los obtenidos

en las ovejas. Es decir, esos resultados son muy similares a los obtenidos en una especie con relación espacial madre-cría de tipo seguidor.

En la presente tesis se investigó si en las cabras en pastoreo extensivo la complementación energética poco antes del parto puede mejorar el reconocimiento de los cabritos a las 4 horas postparto, en una condición en donde las madres solo percibirán las vocalizaciones en vivo de los cabritos.

OBJETIVOS

El objetivo de la presente tesis es investigar si en las cabras en pastoreo extensivo, una complementación energética proporcionada 12 días antes del parto puede mejorar el reconocimiento de los cabritos a 4 horas postparto con solo exponer las madres a las vocalizaciones en vivo de las crías.

HIPÓTESIS

En las cabras en pastoreo extensivo, una complementación energética 12 días antes del parto facilita el reconocimiento de su cría a las 4 horas postparto con solo exponer las madres a las vocalizaciones en vivo de las crías.

CAPÍTULO III

MATERIAL Y MÉTODOS

Los procedimientos y manejo de los animales en la presente tesis están en acuerdo con las especificaciones descritas en la guía ARRIVE publicadas por Kilkenny *et al.* (2010) y con las especificaciones técnicas de la Norma Oficial Mexicana para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio (NOM-062-ZOO-1999; SAGARPA, 2001).

3.1. Localización del estudio.

El presente trabajo se llevó a cabo 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, y 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 (*Cenchrus ciliaris*), bermuda (*Cynodon dactylon*), navajita (*Bouteloua spp.*), Johnson (*Sorghum halepense*), 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 (Juárez-Reyes *et al.*, 2004; Cerrillo *et al.*, 2006). 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 26 cabras gestantes criollas multíparas con encaste de varios fenotipos (Saanen, Alpino y Nubio), cuya edad promedio 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 intramuscular 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 la gestación las cabras se alimentaron mediante el sistema de pastoreo extensivo. Diariamente, los animales salían al pastoreo de las 10:00 a las 19:00 horas. Al regreso del pastoreo, los animales tuvieron acceso libre a agua y a blocks de sales minerales.

3.3. Grupos experimentales.

Aproximadamente a los 20 días antes del parto, y con base a su peso y condición corporal, los animales fueron asignados a uno de los 2 grupos experimentales:

En el grupo testigo (GT, n=14), las cabras se alimentaron durante toda la gestación con la vegetación disponible en las áreas de pastoreo y no recibieron complementación alimenticia alguna.

En el grupo complementado (GC, n=12), las cabras, además de alimentarse con lo disponible en las áreas de pastoreo, durante los últimos 12 ± 2.0 días de la gestación se le ofreció a cada cabra 0.6 kg de maíz roado por las mañanas antes de salir al pastoreo. El complemento fue incrementado de manera progresiva a cantidades de 0.4, 0.4, 0.5 kg y posteriormente alcanzar 0.6 kg a los 12 días antes del parto. El maíz complementó la dieta del pastoreo en el grupo tratado y proporcionó 87.3 g de PC/kg MS y 3.06 Mcal de EM/kg MS. Cuando las cabras regresaban del pastoreo por las tardes, ellas tuvieron acceso libre a agua y bloques de sales minerales (Cebú, Salinas del Rey, Torreón, México) que estaban compuestos de al menos 17% P, 3% Mg, 5% Ca, y 75% NaCl.

Conforme se aproximó el día del parto, las hembras fueron vigiladas frecuentemente con el fin de supervisar que los partos ocurrieran de manera normal. En el lugar donde ocurrió el parto, a la madre y su camada se les proporcionó un corral armable con el fin de que no fueran molestados por otros animales y se pudiera llevar adecuadamente la vinculación madre-cría. En el corral armable se colocó una cubeta con agua y otra que contenía heno de alfalfa. Los animales permanecieron en este corral durante las primeras 4 horas postparto.

3.4. Prueba de reconocimiento después de 4 horas de interacción madre-cría, exponiendo las madres a solo las vocalizaciones en vivo de las crías.

Para realizar la prueba, las madres y sus crías fueron separadas una hora antes (a las 4 h postparto). Lo anterior con la finalidad de que ambos individuos (madre y cría) estuvieran motivados para buscarse uno al otro. Los cabritos usados como ajenos en las pruebas fueron también separados de sus madres durante una hora. Este tiempo de separación estimuló la actividad vocal de los cabritos, para atraer la atención de la madre en la prueba. Con el fin de asegurarse de que los cabritos balaran a la hora de la prueba detrás de su corral (Figura 1), una persona que no estaba a la vista de la cabra estimulaba gentilmente con sus dedos al cabrito para inducir el balido. La duración de la prueba fue de 5 min. Antes de iniciar, la madre fue introducida en el corral de prueba durante 5 min con el fin de familiarizarse con dicho lugar. Momentos antes de la prueba en la base del triángulo (Figura 1) se colocaron en un corral la cría propia y en el otro una cría ajena (Figura 1). La madre que se probó se colocó en el corral de espera (Figura 1). Al comenzar la prueba, se abrió el corral de espera y la madre se expuso solo a las vocalizaciones en vivo de ambas crías. Con la ayuda de un formato en una hoja y de un cronómetro se registró el tiempo que la madre permaneció en cada área de elección (propia vs ajena).

Variables evaluadas en la madre durante la prueba.

- Tiempo que permanece cerca del área de elección de cada cría (área 3, Figura 1).

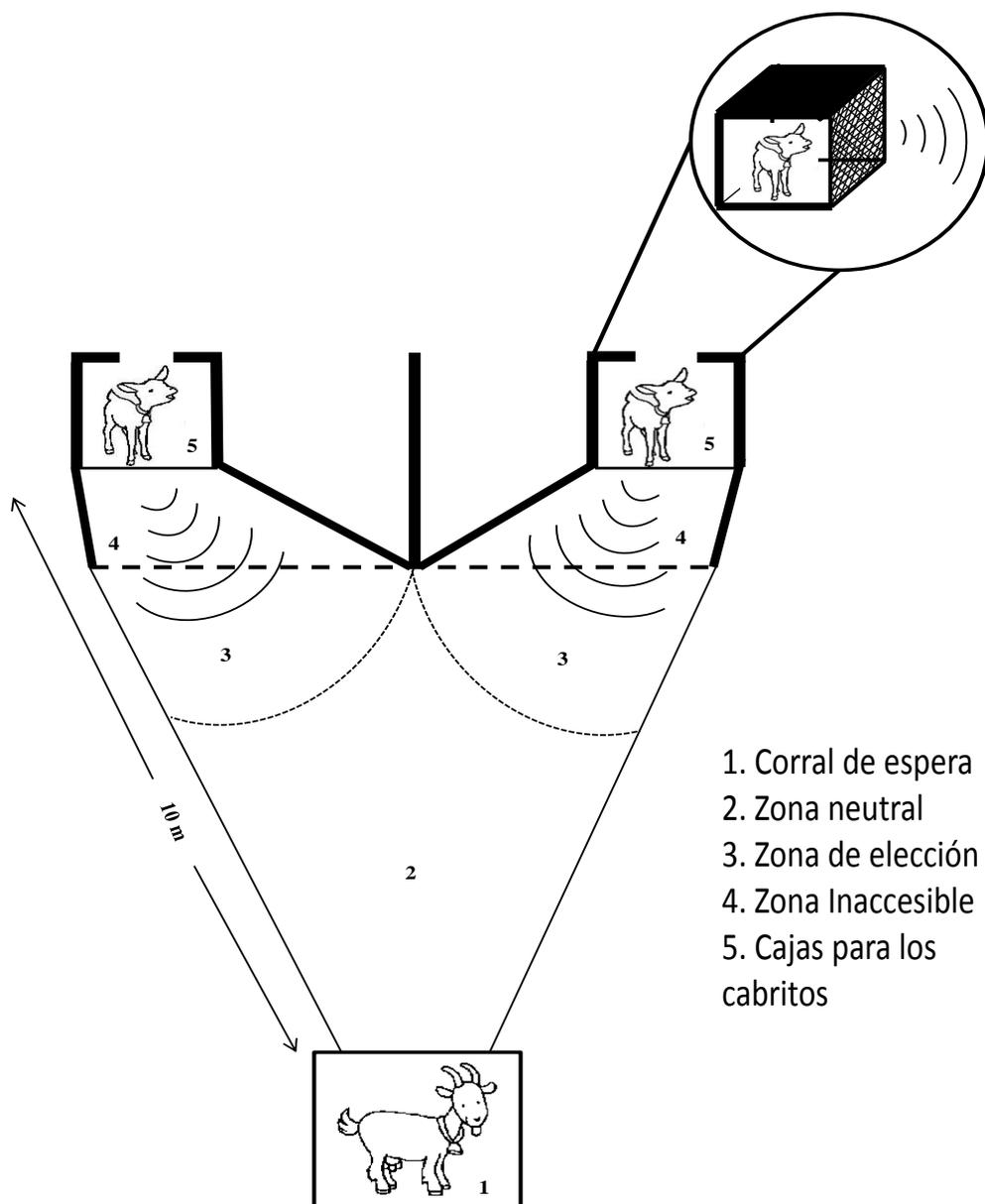


Figura 1. Corral de elección doble usado para evaluar la capacidad de reconocimiento de las crías después de 4 h de interacción madre-cría. Las líneas retocadas con negro representan paneles sólidos que no permitieron la visualización de las crías. Mediante este corral las madres solo pudieron escuchar las vocalizaciones de ambos cabritos durante la prueba. El frente de las cajas de los cabritos fue cubierto con una malla doble en color negro, que solo permitió la salida de las vocalizaciones.

- Tiempo que permanece mirando a cada caja de cada cría, independientemente de su ubicación (área 5, Figura 1).
- Número de visitas al área elegida de cada cría (área 3, Figura 1).

Al final de la prueba, la cría utilizada como ajena fue devuelta con su madre correspondiente.

3.5. Peso y Condición corporal de las madres.

Las madres fueron pesadas antes de la suplementación energética aproximadamente al día 130 de gestación (~ día -20 antes del parto) y un segundo pesaje fue realizado un día después del parto. Para este fin, se utilizó una báscula electrónica con una capacidad de 250 kg y una precisión de 0.05 kg. En estos mismos períodos se determinó la condición corporal de las hembras mediante la palpación de la región lumbar de la espina dorsal como lo describió previamente Walkden-Brown *et al.* (1997). Este procedimiento considera una escala que varía de 1 (animal muy delgado) a 4 (animal obeso) con puntos intermedios de 0.5.

3.6. Análisis estadístico de los datos.

Debido a la distribución no normal de los diferentes tiempos y ocurrencia de las diferentes variables en la prueba de reconocimiento, éstos fueron comparados entre los 2 grupos de cabras mediante una prueba de Wilcoxon. El peso de las cabras se comparó entre grupos mediante un MANOVA para mediciones repetidas a dos factores (tiempo y grupo). Debido a que la condición corporal es una variable ordinal, ésta fue analizada dentro del mismo grupo para el factor tiempo

con una prueba de Friedman. La comparación entre grupos de esta variable a cierto período fue realizada con una prueba U de Mann-Whitney. El nivel de significancia fue establecido con una $P \leq 0.05$. Todos los análisis se realizaron utilizando el software SYSTAT, 13 (Cranes, Karnataka, India).

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1. Ocurrencia de partos.

La fecha promedio del parto de todas las madres fue el 17 de noviembre ± 1.0 días. En el GT, 6 cabras parieron 1 cría y 8 cabras parieron crías gemelares. En el GC, 5 cabras parieron 1 cría, mientras que 7 cabras parieron crías gemelares.

4.2. Prueba de reconocimiento después de 4 horas de interacción madre-cría, exponiendo las madres a solo las vocalizaciones en vivo de las crías.

4.2.1. Tiempo que la madre permaneció cerca del área de elección de cada cría.

En la Figura 2, se aprecia el tiempo que las madres pasaron cerca del área de su propio cabrito y del cabrito ajeno. En esa Figura se puede apreciar que en el caso de las madres del GT, el tiempo que permanecieron con el cabrito propio y el ajeno no fue diferente estadísticamente ($P > 0.05$). En cambio, las madres del GC pasaron mayor tiempo cerca del cabrito propio que del ajeno ($P < 0.05$). Además, las madres del GC pasaron mayor tiempo ($P < 0.05$) con el cabrito propio que las madres del GT; en cambio, las madres del GT pasaron mayor tiempo ($P < 0.05$) con el cabrito ajeno que las madres del GC.

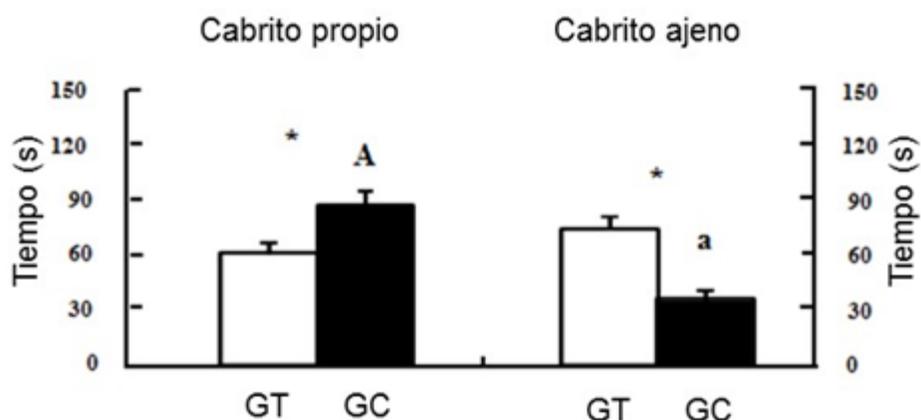


Figura 2. Tiempo promedio (\pm EEM) que las cabras permanecieron cerca de un área de elección (cabrito propio vs cabrito ajeno). Las cabras del grupo testigo (GT) fueron alimentadas durante toda la gestación con lo disponible en el pastoreo y las del grupo complementado (GC), además del pastoreo cada una de ellas recibió 0.6 kg de maíz durante los últimos 12 días de la gestación. El asterisco entre barras indica diferencia entre grupos ($P < 0.05$). Las letras mayúsculas y minúsculas indican diferencia entre el cabrito propio y el ajeno dentro del GC.

4.2.2. Tiempo que la madre permaneció observando a cada caja de cada cría, independientemente de su ubicación.

En la Figura 3, se muestra el tiempo que las madres observaron hacia la caja en donde se encontraba el cabrito propio o a la cual contenía el ajeno. Dicha figura resalta que en la prueba, las madres del GC este tiempo fue mayormente dirigido al cabrito propio ($P < 0.05$). En cambio, en las madres del GT, el tiempo dirigido a la caja del cabrito propio y a la del cabrito ajeno no fue diferente ($P > 0.05$). Además, las madres del GC observaron mayor tiempo a la caja del cabrito propio que las madres del GT ($P < 0.05$); en cambio, las madres del GT pasaron mayor tiempo observando a la caja del cabrito ajeno que las madres del GC ($P < 0.05$).

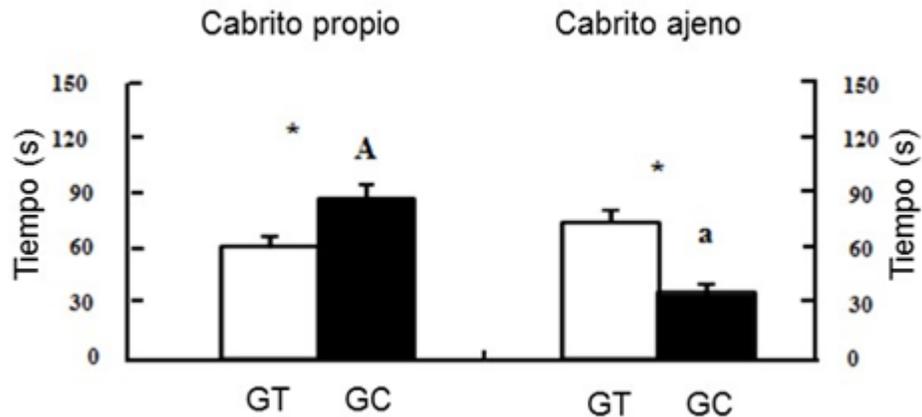


Figura 3. Tiempo promedio (\pm EEM) que las cabras observaron a cada caja de cada cabrito durante la prueba. Las cabras del grupo testigo (GT) fueron alimentadas durante toda la gestación con lo disponible en el pastoreo y las del grupo complementado (GC), además del pastoreo cada una de ellas recibió 0.6 kg de maíz durante los últimos 12 días de la gestación. El asterisco entre barras indica diferencia entre grupos ($P < 0.05$). Las letras mayúsculas y minúsculas indican diferencia entre el cabrito propio y el ajeno dentro del GC.

4.2.3. Frecuencia de visitas al área elegida de cada cría.

En la Figura 4, se muestra la frecuencia que las madres visitaron el área del cabrito propio o el área del ajeno. En dicha Figura se detalla que en la prueba las madres del GC visitaron con más frecuencia al cabrito propio ($P < 0.05$). En cambio, en las madres del GT la frecuencia de visitas al área del cabrito propio y a la del cabrito ajeno no fue diferente ($P > 0.05$). Además, las madres del GT visitaron con mayor frecuencia el área del cabrito ajeno que las madres del GC ($P < 0.05$).

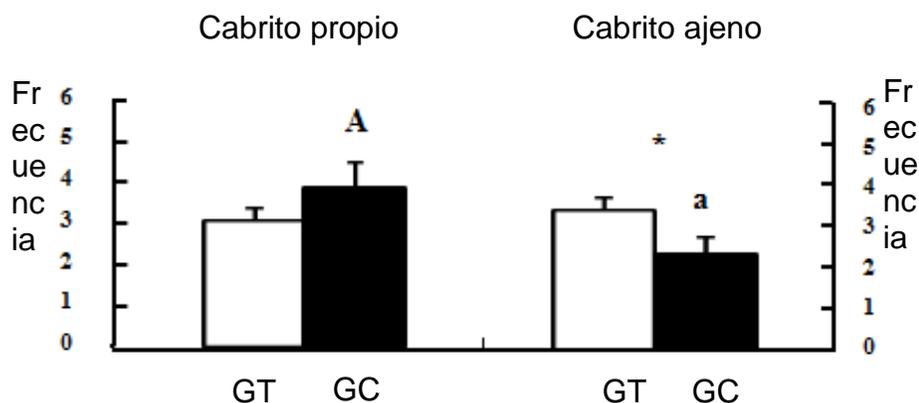


Figura 4. Frecuencia promedio (\pm EEM) que las cabras visitaron el área de cada cabrito durante la prueba. Las cabras del grupo testigo (GT) fueron alimentadas durante toda la gestación con lo disponible en el pastoreo y las del grupo complementado (GC), además del pastoreo cada una de ellas recibió 0.6 kg de maíz durante los últimos 12 días de la gestación. El asterisco entre barras indica diferencia entre grupos ($P < 0.05$). Las letras mayúsculas y minúsculas indican diferencia entre el cabrito propio y el ajeno dentro del GC.

4.3. Peso y condición corporal de las madres.

Los datos del peso y la condición corporal se muestran en la Tabla 1. En ella se puede ver que el peso corporal no fue diferente entre grupos ni a ~ 20 días antes del parto, ni al día 1 postparto ($P = 0.528$, en ambos casos). Lo que sí es claro, es que en ambos grupos el peso disminuyó significativamente al día 1 postparto ($P < 0.01$). La condición corporal registrada a ~ 20 días antes del parto no difirió entre las cabras de los 2 grupos ($P > 0.05$), en cambio, al día 1 postparto la condición corporal fue menor en las madres del GT que en las del GC ($P = 0.001$). Además, la condición corporal en las madres del GT disminuyó desde antes del

parto al día 1 postparto ($P < 0.05$), mientras que en las madres del GC, esta medida corporal no varió en esos períodos ($P > 0.05$).

Tabla 1. Registro del peso y condición corporal de las cabras del grupo testigo (GT) que fueron alimentadas durante toda la gestación con lo disponible en el pastoreo y de las cabras complementadas (GC) que además del pastoreo cada una de ellas recibió 0.6 kg de maíz durante los últimos 12 días de la gestación.

	Peso (kg)		Condición corporal	
	~ 20 días antes del parto.	Día 1 postparto.	~ 20 días antes del parto.	Día 1 postparto.
GT= (n: 14)	51.1 ± 0.7 ^a	43.2 ± 1.0 ^b	2.1 ± 0.1 ^a	1.7 ± 0.1 ^b
Probabilidad entre grupos	P = 0.528	P = 0.528	P = 0.68	P = 0.001
GC= (n: 12)	52.8 ± 1.2 ^A	42.7 ± 0.7 ^B	2.1 ± 0.1 ^A	2.0 ± 0.0 ^A

a,b = Diferente literal indica diferencia dentro del GT en cada variable ($P \leq 0.05$).

A,B = Diferente literal indica diferencia dentro del GC en cada variable ($P < 0.01$).

CAPÍTULO V DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente tesis muestran que en cabras mantenidas en pastoreo, una complementación energética poco antes del parto mejora el reconocimiento acústico de sus cabritos después de 4 horas de interacción madre-cabrito. En cambio, las cabras en pastoreo no complementadas no fueron capaces de reconocer a sus cabritos a 4 horas con base a las vocalizaciones en vivo.

Este resultado resalta de la literatura en el sentido de que es la vez primera en que en cabras en pastoreo se prueba la capacidad de la madre para reconocer a sus cabritos con solo exponerlas a las vocalizaciones de ellos. Sin embargo, como fue mencionado, dicho reconocimiento acústico no se presentó si las cabras no reciben una complementación energética. Este resultado contrasta con lo reportado en ovejas por Terrazas *et al.* (1999), quienes sugirieron que las ovejas pueden reconocer a distancia a su cordero de otro ajeno a las 8 horas postparto basándose en las características visuales y auditivas de sus corderos. Además, dichos autores sugirieron que los corderos y cabritos recién nacidos cuentan con una “*firmaacústica*” a las 24 horas de edad, lo cual a su vez, podría servir de base para que su madre los reconozca sólo por sus vocalizaciones. Así, en el caso de las ovejas, ellas pueden reconocer a sus corderos de otros en base a sus vocalizaciones a las 24 horas postparto (Sèbeet *al.*, 2007). Mientras que en las cabras se ha confirmado que esta habilidad está presente hasta las 48 horas

postparto (Terrazas *et al.*, 2003). Asimismo, en la presente tesis, la ineficiencia de las cabras no complementadas para reconocer a sus cabritos a 4 horas con base a solo sus vocalizaciones no concuerda con lo obtenido en este mismo tipo de cabras por Ramírez-Vera, (2012). Este autor demostró que en las cabras en pastoreo suplementadas energéticamente como las de la presente tesis fueron capaces de discriminar a su cría a distancia a las 4 h postparto. La diferencia en los resultados de las cabras no complementadas del presente estudio con los resultados citados anteriormente puede ser explicada por varios factores: 1) la diferencia con estudio en cabras en pastoreo y de las ovejas por Ramírez-Vera (2012) y Terrazas *et al.* (1999), respectivamente, probablemente se debió a que en ambos estudios al momento de la prueba, las madres, además de basarse en las señales auditivas provenientes de sus crías, la presencia de señales visuales de ellas contribuyó a una mejor identificación distal de las mismas. En cambio, en las madres del presente trabajo solo tuvieron acceso a las vocalizaciones en vivo de los cabritos. 2) en el caso particular del estudio en ovejas que pudieron reconocer a sus corderos a 24 horas postparto con solo las vocalizaciones de ellos (Sèbeet *al.*, 2007), la diferencia con los presentes resultados en cabras no complementadas se debió probablemente a un mejor estado nutricional en el estudio en ovejas (Sèbeet *al.*, 2007). Es decir, en el estudio con ovejas, las hembras fueron alimentadas adecuadamente durante toda la gestación, en cambio, en el caso de las cabras del GT del presente, ellas se alimentaron solo con lo disponible en el pastoreo. Por ello, cuando estas mismas cabras recibieron la complementación energética poco antes del parto, ellas fueron más hábiles en reconocer a sus cabritos que las madres no complementadas.

Finalmente, de los resultados obtenidos en las madres suplementadas, las cuales fueron capaces de reconocer a sus cabritos a 4 horas postparto de otros ajenos con solo escuchar sus vocalizaciones, deberá reconsiderarse que esta especie no muestra diferencias mayores de lo conocido en ovejas. Esto es, que en la cabra por poseer una relación espacial madre-cría de tipo escondidizo el reconocimiento distal es más tardado que en ovejas, especie con relación espacial de tipo seguidor. Además, de que en la cabra como en la oveja, la sola percepción las señales auditivas de sus crías son igualmente utilizadas para el reconocimiento distal.

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente tesis apoyan la hipótesis de que en las cabras mantenidas en pastoreo, una complementación energética a corto plazo antes del parto facilita el reconocimiento distal de sus cabritos a las 4 horas postparto utilizando solo las vocalizaciones de ellos en vivo. Por el contrario, las cabras gestantes que no fueron complementadas, no poseen esta habilidad del reconocimiento acústico de sus crías a 4 horas postparto.

CAPÍTULO VI LITERATURA CITADA

- Alexander G, Shillito EE. 1977a. The importance of odour, appearance and voice in maternal recognition of the young in Merino sheep (ovisaries). *Applied Animal Ethology*. 3: 127-135.
- Alexander G, Shillito EE. 1977b. Importance of visual clues from various body regions in maternal recognition of the young in merino sheep (ovisaries). *Applied Animal Ethology*. 3: 137-143.
- Banchero GB, Perez RC, Bencina 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. *Reproduction Nutrition and Development*. 46: 447-460.
- Banchero GB, Vazquez A, Gigena F, Quintans G, Lamanna A, Lindsay DR, Milton JTB. 2004c. Supplementation of ewes with Maite or barley during the last week of pregnancy doubles production of colostrum. *15th International Congress on Animal Reproduction*. 315: 8-12.
- Banchero GE, Quintans G, Martin GB, Lindsay DR, 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. *Reproduction, Fertility, and Development*. 16: 633-643.
- Banchero GE, Quintans G, Martin GB, Milton JTB, Lindsay DR. 2004b. Nutrition and colostrum production in sheep. 2. Metabolic and hormonal responses to different energy sources in the final stages of pregnancy. *Reproduction, Fertility and Development*. 16: 645-653.
- Bouissou MF, 1968. Effect de l'ablation des bulbesolfactif sur la reconnaissance du jeunepar la mère chez les ovins. *Revue du Comportement Animal*. 2: 77-83.
- 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 Ruminant Research*. 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 Ruminat Research*. 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-Solis 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. *Veterinaria México*. 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. *Domestic Animal Endocrinology*. 35:362-370.
- Dwyer CM. 2003. Behavioural development in the neonatal lamb: effect of maternal and birth-related factors. *Theriogenology*. 59: 1027-1050.
- Ferreira G, Terrazas A, Poindron P, Nowak R, Orgeur P, Lévy F. 2000. Learning of olfactory cues is not necessary for early lamb recognition by the mother. *Physiology and Behavior*. 69: 405-412.
- Gonzales-Stagnaro C, Madrid-Bury N. 2004. Parturition in native goats. *Revista Científica-Facultad de Ciencias Veterinarias*. 14: 124-132.
- González-Mariscal G, Poindron P. 2002. Parental care in mammals: Immediate internal and sensory factors of control. Eds. DW Pfaff, AP Arnol, AM Etgen, SE Fahrbach and RT Rubin. *Hormones, Brain and Behavior*.1: 215-298.
- Hall DG, Egan AR, Foot ZJ, Parr RA. 1990. Effect of litter size on colostrum production in crossbred ewes. *Proceedings of the Australian Society for Animal Production*. 18: 240-243.
- Hall DG, Holst PJ, Shutt DA.1992.The Effect of nutritional supplements in late pregnancy on ewe colostrum production plasma progesterone and IGF-1, concentrations. *Australian Journal of Agricultural Research*. 43: 325-337.
- 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). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. Sup 1: 91-102.
- 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.

- Johnson KA. 1997. Nutritional management of the sheep flock. Washington state cooperative extension, Washington, USA. 3-7.
- 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. *Journal of Agricultural Science*. 142: 697-704.
- Keller M, Meurisse M, Poindron P, Nowak R, Ferreira G, Shayit M, Levy F. 2003. Maternal experience influences the establishment of visual/auditory, but not olfactory recognition of the newborn lamb by ewes at parturition. *Developmental Psychobiology*. 43: 167-176.
- Lent PC. 1974. Mother-infant relationships in ungulates .In: The behavior of ungulates and its relation to management (Ed. by V. Geist & F. Walther). Morges, Switzerland : International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources. pp. 14-55
- Lévy F, Poindron P, Le Neindre P. 1983. Attraction and repulsion by amniotic fluids and their olfactory control in the ewe around parturition. *Physiology and Behavior*. 31: 687-692.
- Lickliter RE, Heron JR. 1984. Recognition of mother by newborn goats. *Applied Animal Behaviour Science*. 12:187-192.
- Lickliter RE. 1985. Behavior associated with parturition in the domestic goat. *Applied Animal Ethology*. 13: 335-345.
- Lynch JJ, Leng RA, Hinch GN, Nolan J, Bindon BM, Piper LR. 1990. Effects of cottonseed supplementation on birthweights and survival of lambs from a range of litter sizes. *Proceedings of the Australian Society for Animal Production*. 18: 516.
- Maier R. 2001. Comportamiento Animal: Un enfoque evolutivo y ecológico. McGraw Hill, SPA. pp 62-66.
- McGregor, B. A. 2003 Nutrition of goats during drought. *Rural Industries Research and Development Corporation*. 03: 016, 1-63.
- Nowak R, Lindsay DR. 1992. Discrimination of merino ewes by their newborn lambs: important for survival?. *Applied Animal Behaviour Science*. 34: 61-74.
- Nowak R, Poindron P. 2006. From birth to colostrum: early steps leading to lamb survival. *Reproduction Nutrition and Development*. 46: 431-446.
- Nowak R, Porter HR, Lévy F, Orgeur P, Schaal B. 2000. Role of mother-young interactions in the survival of offspring in domestic mammals. *Reviews of Reproduction*. 5: 153-163.

- 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.
- O'Brien PH. 1983. Feral goat parturition and lying-out sites: spatial, physical and meteorological characteristics. *Applied Animal Behaviour Science*. 10: 325-339.
- O'Brien PH. 1984. Leavers and stayers: maternal post-partum strategies in feral goats. *Applied Animal Behaviour Science*. 12: 233-243.
- Poindron P, Carrick M J. 1976. Hearing recognition of the lamb by its mother. *Animal Behavior*. 24: 600-602.
- Poindron P, Gilling G, Hernandez H, Serafín N, Terrazas A. 2003. Early recognition of newborn goat kids by their mother: I. Nonolfactory discrimination. *Developmental Psychobiology*. 43: 82-89.
- Poindron P, Keller M, Lévy F. 2007a. Maternal responsiveness and maternal selectivity in domestic sheep and goats: The two facets of maternal attachment. *Developmental Psychobiology*. 49: 54-70.
- Poindron P, Le Neindre P, Raksanyi I, Trillat G, Orgeur P. 1980. Importance of the characteristics of the young in the manifestation and establishment of maternal behaviour in sheep. *Reproduction Nutrition and Development*. 20: 817-826.
- Poindron P, Le Neindre P. 1980. Endocrine and sensory regulation of maternal behavior in the ewe. *Advances in the Study of Behavior*. 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 Mde L, Serafin N, Hernández H. 2007b. Sensory and physiological determinants of maternal behavior in the goat (*Capra hircus*). *Hormones and Behavior*. 52: 99-105.
- Poindron P. 1976. Mother–young relationships in intact or anosmic ewes at the time of suckling. *Biology of Behaviour*. 2:161-177.
- Ramírez A, Quiles A, Hevia M, Sotillo F. 1995. Behavior of the Murciano-Granadina goat in the hour before parturition. *Applied Animal Behaviour Science*. 44: 29-35.
- Ramírez-Vera S, Terrazas A, Delgadillo JA, Flores A, Serafín N, Vielma J, Duarte G, Fernández IG, Fitz-Rodríguez G, Hernández H. 2012. 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. *Livestock Science*. 148: 52-59.

- Rhind SM, Rae MT, Brooks AN. 2001. Effects of nutrition and environmental factors on the fetal programming of the reproductive axis. *Reproduction*. 122: 205-214.
- Robinson JJ. 1983. Nutrition of the pregnant ewe. In Sheep production (ed. W. Haresign). Butterworths, London. 111-131.
- Robledo V. 2005. Estudios de los efectos de la desnutrición durante la gestación sobre las relaciones madre-cría en cabras. (tesis de maestría). México (DF). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Romeyer A, Poindron P, Orgeur p. 1994. Olfaction mediates the establishment of selective bonding in goats. *Physiology&Behavior*. 56: 693-700.
- Sampson JJ, Ducoing AE, Álvarez L. 2012. Horarios de ocurrencia de partos en cabras del valle de México (*CapraHircus*). *Archivos de Zootecnia*. 61: 297-300.
- Sèbe F, Nowak R, Poindron P, Aubin T. 2007 Establishment of vocal communication and discrimination between ewes and their lamb in the first two days after parturition. *Developmental Psychobiology*. 49: 375–386.
- Shillito EE, Alexander G. 1975. Mutual recognition amongst ewes and lambs of four breeds of sheep (*Ovisaries*). *Applied Animal Ethology*. 1: 151-165.
- Shillito-Walser, E. 1980. Maternal recognition and breed identity in lambs living in a mixed flock of Jacob, Clon Forest and palesbred sheep. *Applied Animal Ethology*. 6: 221-231.
- Sormunen-Cristian R, Jauhiainen L. 2001. Comparison of hay and silage for pregnant and lactating Finnish Landrace ewes. *Small Ruminant Research*. 39: 47-57.
- Terrazas A, Ferreira G, Lévy F, Nowak R, Serafin N, Orgeur P, Soto R, Poindron P. 1999. Do ewes recognize their lambs within the first day postpartum without the help of olfactory cues?. *Behavioura Processes*. 47: 408-418.
- Terrazas A, Robledo V, Serafín N, Poindron P. 2004. Goat-kid mutual recognition in the first day after birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. 38th International congress of the *ISAE*,Helsinki,Finland. 3-7 august. P, 55.
- Terrazas A, Serafin N, Hernández H, Nowak R, Poindron P. 2003. Early recognition of newborn goat kids by their mother: II. Auditory recognition and evidence of an individual acoustic signature in the neonate. *Developmental Psychobiology*. 43: 311-320.
- Thompson AM, Thompson W. 1949. Lambing in relation to the diet of the pregnant ewe. *British Journal of Nutrition*. 2: 290-305.

Torriani MVG, Vannoni E, McElligott A. 2006. Mother-young recognition in an ungulate hider species: a unidirectional process. *American the Naturalist*. 168: 412-420.

Walkden-Brown, S. W., Restall, B. J., Scaramuzzi, R. J., Martin, G. B., Blackberry, M. A. 1997. Seasonality in male Australian cashmere goats: Long term effects of castration and testosterone or oestradiol treatment on changes in LH, FSH and prolactin concentrations, and body growth. *Small Ruminant Research*. 26: 239-252.

<http://www.sagarpa.gob.mx/normateca/Normateca/SENASICA%20NORM%20143>.

pdf

<http://www.siap.gob.mx/opt/poblagand/caprino.pdf>