



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**EVALUACIÓN DE LA COMUNICACIÓN ACÚSTICA DURANTE UNA PRUEBA
DE RECONOCIMIENTO A LAS 12 HORAS DE VIDA, EN CABRITOS
DESNUTRIDOS PRENATALMENTE**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

**P R E S E N T A:
BRENDA LUZ PELAYO GUTIÉRREZ**

ASESOR: DRA. ANGÉLICA MARÍA TERRAZAS GARCÍA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I.- ÍNDICE

I.- Índice general.....	1
II.- Índice de figuras y tablas.....	2
III.- Resumen.....	3
IV.- Introducción.....	5
V.- Antecedentes.....	6
5.1.- Generalidades de la producción caprina en México.....	6
5.2.- Nutrición en las distintas fases de la gestación en caprinos.....	13
5.3.- Principales características del comportamiento materno en el primer día de nacimiento.....	20
5.4.- Comunicación acústica y reconocimiento.....	24
5.5.- Diferentes efectos de la desnutrición durante la gestación.....	27
5.6.- Influencia de la desnutrición en las vocalizaciones.....	30
VI.- Objetivos.....	33
VII.- Hipótesis.....	33
VIII.- Materiales y Método.....	33
IX.- Resultados.....	36
X.- Discusión.....	42
XI.- Conclusiones.....	45
XII.- Bibliografía.....	46

II.- INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Tabla 1.- Principales estados productores de caprinos de la República Mexicana, en orden de producción, 2005.....	7
Tabla 2.- Principales regiones productoras de caprinos en México, 2006.....	7
Tabla 3.- Producción de leche y carne caprina en México (2000-2005).....	8
Tabla 4.- Resumen nacional de producción caprina en México, 2008.....	9
Tabla 5.- Requerimientos nutricionales de las cabras (nutrición diaria por animal).....	18
Figura 1.- Esquema del corral usado en la prueba de reconocimiento de los cabritos.....	35
Tabla 6.- Conductas registradas durante una prueba de reconocimiento doble a 12 horas de edad en madres y cabritos, controles y desnutridos.....	37
Figura 2.- Frecuencia en los intentos de escape entre madres propias y ajenas (media \pm error) observados durante una prueba de reconocimiento doble a 12 horas de edad en cabritos controles y desnutridos.....	38
Figura 3.- Frecuencia de veces con la cabeza abajo y con la cabeza arriba en madres propias (media \pm error) observado durante una prueba de reconocimiento doble a 12 horas de edad en cabritos controles y desnutridos.....	38
Figura 4.- Frecuencia de balidos altos y bajos (media \pm error) emitidos durante una prueba de reconocimiento doble a 12 horas de edad en cabritos controles y desnutridos.....	39
Figura 5.- Tiempo cerca de las madres propias y ajenas (media \pm error) observado durante una prueba de reconocimiento doble a las 12 horas de edad en cabritos controles y desnutridos.....	40
Figura 6.- Tiempo de mirar hacia la madre propia o ajena (media \pm error) observado durante una prueba de reconocimiento doble a las 12 horas de edad en cabritos controles y desnutridos.....	40
Tabla 7.- Parámetros medidos en el poder del espectro de las vocalizaciones de cabritos provenientes de madres controles y madres desnutridas con 8 horas promedio de nacido.....	42

III.- RESUMEN

Previamente se ha demostrado que la desnutrición prenatal deteriora la capacidad de los cabritos de 12 horas de edad, para reconocer a sus madres. Así mismo, en corderos se ha demostrado que a esa misma edad (12 horas) son capaces de discriminar a su madre de una ajena, a través de reconocer las conductas de aceptación que la madre muestra durante la prueba. El presente trabajo tuvo por objetivo medir la respuesta conductual de las madres durante una prueba de elección doble a cabritos de 12 horas de nacidos, así como evaluar la comunicación acústica y los efectos de una desnutrición durante la gestación en dichos cabritos.

Se formaron dos grupos de cabras Alpino Francés multíparas: uno fue alimentado durante toda la gestación con el 100% de sus requerimientos nutricionales y otro fue alimentado desde el día 75 de gestación hasta el parto, con sólo el 70 % de sus necesidades proteicas y energéticas. A 12 cabritos controles y 11 cabritos provenientes de madres desnutridas se les hizo una prueba durante 5 minutos para medir su capacidad de discriminar entre su madre y una ajena. En los cabritos se registró tiempo cerca, tiempo de mirar a las madres, y balidos altos y bajos. Mientras que en las madres se registró la frecuencia de mostrar la cabeza arriba o abajo, así como balidos altos y bajos. A 8 horas de edad durante una prueba similar realizada a las madres, se grabaron las vocalizaciones de los cabritos de ambos grupos y fueron posteriormente analizadas en su poder del espectro.

Los resultados muestran que los cabritos del grupo control fueron capaces de reconocer a su madre, ya que tendieron a permanecer más tiempo cerca de su madre que de la ajena (76.2 ± 25 vs. 32 ± 16.7 seg. $P=0.1$) y miraron significativamente más tiempo hacia su madre que hacia la ajena (52.6 ± 10.3 vs. 22.6 ± 6.5 seg. $P= 0.04$). Mientras que los cabritos provenientes de madres desnutridas no mostraron una preferencia clara por alguna de las madres, no hubo diferencias en el tiempo de permanecer cerca de la madre propia o la ajena ($P=0.4$) y tampoco hubo diferencias entre el tiempo de mirar hacia la cría propia o a la ajena ($P =0.3$). Durante esta prueba en ambos grupos los cabritos tendieron a emitir más balidos bajos que altos ($P=0.1$).

Por su parte las madres propias del grupo control realizaron más intentos de escape del corral que las del grupo desnutrido (2.1 ± 0.4 vs. 0.6 ± 0.2 , $P=0.005$). En ambos grupos tanto las madres propias como las madres ajenas emitieron significativamente más balidos bajos que altos durante la prueba ($P<0.01$). Sólo las madres propias controles mostraron mayor frecuencia de poner la cabeza abajo que arriba (4.2 ± 0.6 vs. 0.83 ± 0.38 , $P= 0.002$). Las madres ajenas controles tendieron a mostrar más la cabeza arriba que las madre propias ($P=0.08$). Mientras que las madres propias controles mostraron en mayor frecuencia la cabeza abajo que las madres ajenas (4.2 ± 0.6 vs. 2.1 ± 0.4 , $P=0.05$). En resumen sólo las hembras propias controles mostraron un índice de aceptación más alto que las ajenas (0.5 ± 0.4 vs. -0.1 ± 0.3 , $P=0.06$), así mismo, las hembras propias controles mostraron mayor índice de aceptación que de rechazo (0.5 ± 0.4 vs. -0.8 ± 0.2 , $P= 0.008$), mientras que las madres desnutridas no mostraron tales diferencias. En ambos grupos el índice de rechazo fue mayor para las madres ajenas que para las propias ($P=0.04$). Por otra parte en el contenido de las vocalizaciones grabadas no se encontraron diferencias estructurales, ya que la frecuencia fundamental, la intensidad, el número de tonos y la duración en promedio fueron similares para los cabritos de ambos grupos. Sin embargo, en los desnutridos se encontró que la duración de la vocalización fue mayor cuando estaban con la madre propia que con la ajena. Se concluye que la desnutrición durante la gestación afecta la motivación materna, al cambiar la respuesta normal de atracción que ejerce la madre hacia la cría cuando ésta la se encuentra buscándola. Lo que puede desencadenar una pobre capacidad en los cabritos provenientes de madres desnutridas para reconocer a su madre de una ajena.

IV.- INTRODUCCIÓN

De acuerdo al SIAP (Servicio de Alimentación Agroalimentaria y Pesquera) (2004), las cabras, con 8 852 564 cabezas de animales, ocupa el cuarto lugar del inventario zootécnico nacional, tras los bovinos, porcinos y ovinos (SIAP-SAGARPA, 2004). Se dice que tan solo el 3% del ganado caprino es mejorado, ya sea puro o encastado, y el resto constituyen grupos indefinidos (criollas), fruto de cruzas incontroladas; de ahí su polimorfismo y policromismo, así como su habitual tamaño pequeño y bajos índices de productividad (Arbiza, 1986).

El régimen de pastoreo / ramoneo es el predominante en el país. No se suele administrar ningún suplemento alimenticio, salvo en ocasiones que se les llega a ofrecer rastrojo de maíz, y/o picado de maguey o nopal. Por lo general como suplementos minerales se emplea sal común, y sólo en un bajo índice (5%) se emplean sales mineralizadas completas (Arbiza, 1986; Ramirez-Bribiesca y cols., 2001).

Por otro lado, se sabe que poco tiempo posterior al parto (30 a 120 minutos), tanto en ovinos como en caprinos, la gran mayoría de las madres amamantan exclusivamente a su propia cría, a lo que se conoce como “selectividad materna”, lo cual depende principalmente del reconocimiento olfativo, sin embargo, se conoce que este mecanismo funciona únicamente a corta distancia, ya que algunos estudios han comprobado que el reconocimiento a distancia depende principalmente del oído y la vista (Poindron y cols., 2007a).

Tanto en la oveja como en la cabra está ahora demostrado que las madres pueden discriminar entre sus crías y un neonato ajeno, desde las primeras 12 horas después del parto e incluso antes (Poindron y cols., 2007a). Así mismo en cabras se ha demostrado que son capaces de discriminar a sus crías sólo por sus vocalizaciones, a las 48 horas postparto y que éstas ya cuentan con una firma acústica desde las primeras 24 horas de edad (Terrazas y cols., 2003).

En roedores (Tonkiss y cols., 2003) y recientemente en ovinos (Hernandez, 2006) se ha sugerido que la malnutrición en la vida prenatal puede alterar no sólo la comunicación acústica madre-cría durante los primeros días de postparto, sino que también afecta la estructura sonográfica de dichas vocalizaciones; por otra parte, en estudios realizados en

cabras desnutridas durante la gestación, se encontró que dicho factor deteriora la capacidad de las madres para elegir adecuadamente a sus crías durante una prueba de elección doble. Por lo que se sugiere que la misma conducta de la cría y como tal las señales que ésta emite para atraer a su madre podrían estar afectadas por su malnutrición durante la vida prenatal (Terrazas y cols., 2008).

V.- ANTECEDENTES

5.1.- GENERALIDADES DE LA PRODUCCIÓN CAPRINA EN MÉXICO

Los rumiantes domésticos tienen una importancia estratégica en la producción mundial de alimentos de origen animal, debido fundamentalmente al aporte de carne, leche, fibras y trabajo; dentro de este grupo cabe mencionar que las cabras domésticas han contribuido significativamente en este proceso (FAO, 2000).

Aproximadamente 40,9 millones de hectáreas (20,8%) de la superficie territorial que posee la República Mexicana, presenta condiciones de temperatura, precipitación pluvial y topografía, que hacen que se puedan considerar como el medio ecológico idóneo para la explotación caprina (Agraz, 1981). Debido a la rusticidad de la especie, la explotación de las cabras se ha propagado principalmente en las zonas áridas y/o montañosas, en situaciones en las que resultaría difícil la producción de bovinos u ovinos, no obstante se debe considerar que de acuerdo a la raza que se emplee, la cabra puede destinarse a la producción de carne, leche o pelo, por lo que su manejo y explotación deberán ser acordes al tipo de producto que se desee obtener (Shimada, 2003). Generalizando lo mencionado podemos decir que la cría y explotación de la cabra son rentables y facilitan la recuperación del capital debido a su rusticidad, bajo precio, facilidad de conversión y altos índices de fertilidad y reproducción (Agraz, 1981).

Las tablas que se presentan a continuación nos muestran un panorama general del lugar nacional que ocupan algunos estados de la República Mexicana en cuanto a producción caprina:

Tabla 1.- Principales estados productores de caprinos de la República Mexicana, en orden de producción.

CARNE EN CANAL	LECHE
Coahuila	Coahuila
Oaxaca	Durango
Puebla	Guanajuato
Guerrero	Chihuahua
Zacatecas	Jalisco
San Luis Potosí	Zacatecas
Michoacán	Nuevo León
Jalisco	Michoacán
Guanajuato	San Luis Potosí
Tamaulipas	Tlaxcala

Fuente: SIAP- SAGARPA (2005).

Tabla 2.- Principales regiones productoras de caprinos en México.

	Estados	Clima	Inventario ¹ en %	Leche ²	Carne en canal ³ en %
Norte	San Luis Potosí, Coahuila, Zacatecas, Nuevo León, Durango, Tamaulipas, Chihuahua	Árido y Semiárido	34	71.5	41.4
Sur o Mixteca	Puebla, Oaxaca y Guerrero	Semiárido	36.8	0.9	25.7
Centro	Michoacán, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Querétaro	Templado y Semiárido	18	21.1	18.8

Golfo de California	Sinaloa, Baja California Sur, Baja California y Sonora	Árido y Semiárido	3.6	2.5	6.8
Resto de los estados	13	De Semiárido a Tropical	7.4	3.9	7.2
Total			8,991,752	160,960	42,029

Fuente: SIAP- SAGARPA (2006).

Notas: ¹Cabezas (2003); ²Miles de litros (2004); ³Ton (2004).

De acuerdo con datos proporcionados por la SAGARPA, México ocupa el primer lugar en América Latina en caprinocultura, con casi nueve millones de cabezas. La producción de carne en canal en 2008 se estima que fue de 43.128 toneladas, y la producción de leche de 165.196 toneladas, tal como se observa en la tabla 4. (SAGARPA, 2008). La producción caprina en el país aporta el 1% de la producción pecuaria nacional, existen 220 mil unidades de producción y generan 19 millones de jornales anuales (González-Padilla, 2009).

Las tablas que se muestran a continuación contienen algunos de los porcentajes estimados de producción caprina en México:

Tabla 3.- Producción de leche y carne caprina en México (2000-2005).

	2000	2001	2002	2003	2004	2005*
Carne ¹	131.2	139.9	146.5	151.8	161	161
Leche ²	33.4	39	42.2	42.2	42	42.5

Fuente: SIAP- SAGARPA (2006).

Notas: ¹Miles de toneladas; ²Millones de litros *Estimado

Tabla 4.- Resumen nacional de producción caprina en México (2008).

Caprinos	Producción en toneladas	Precio (pesos por kg)	Valor de la producción (miles de pesos)	Animales sacrificados (cabezas)	Peso (kilogramos)
Ganado en pie	85.248	19.06	1.625.192		33
Carne en canal	43.128	38.19	1.689.931	2.550.853	17
Leche	165.196	5.51	910.024		

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008)

Por otra parte, la escasez actual de cereales para alimentación humana, y la gran extensión de terreno cerril que existe en México, con vegetación apropiada para la cabra, determinan la importancia de su cría y explotación para aumentar la producción de alimentos de origen animal a bajo costo. En el país la caprinocultura constituye una de las principales fuentes de trabajo de las zonas semidesérticas. Además, la explotación de esta especie se encuentra al alcance del elemento rural y campesino por lo reducido de sus inversiones en animales, instalaciones y mantenimiento (Agraz, 1981). El 40.65 % de las unidades de producción caprina en México pertenecen a pequeños productores, donde en promedio cuentan con 20 cabezas de ganado, mientras que 48.57% de productores pertenece a aquellos que tiene en promedio de 21 a 100 cabezas de ganado caprino, y un pequeño porcentaje pertenece a productores con más de 100 cabezas de ganado (González-Padilla, 2009).

En México, tanto los caprinos como los ovinos introducidos a partir de la llegada de los españoles, fueron de distintas razas, sin embargo la pureza se fue diluyendo debido al proceso de cruzamiento; generando de esta manera lo que actualmente se conoce como animales criollos. Se calcula que sólo el 3.7% de la población caprina total del país son animales de raza pura, entre las que predominan la Saneen, Nubia, Alpino Francés, Granadina, Chamoise, Toggenburg y Boer, mientras que el resto de la población (96.3%) consiste en animales criollos (SIACON, 2003).

El sistema de explotación que predomina en México es el de tipo extensivo, en donde los animales son mantenidos en pastoreo la mayor parte del día, y cuya alimentación depende de esquilmos de cosecha y de forrajes silvestres (Cabello y cols., 1995).

El general se considera que el sistema de explotación se encuentra conformado de la siguiente forma: pastoreo en un 69.5%, régimen mixto 25%, semiestabulación 5% y estabulación en un 0.5% (Agraz, 1981).

Debido a diversos indicadores la eficiencia productiva y los sistemas de manejo, la producción caprina en México se caracteriza por un bajo nivel tecnológico, ya que sólo en algunos establecimientos se hace un manejo bien organizado y se llevan controles, pero desafortunadamente no se ajustan a parámetros de rentabilidad; lo cual se refleja en la inferioridad de los indicadores productivos, en comparación con los de países que cuentan con diversos grados de tecnificación (Agraz, 1981; Arbiza, 1986).

5.1.1.- Nutrición en los caprinos

Dada la predominante condición limitada de los grupos sociales que crían estos animales, se puede observar usualmente una baja o nula aplicación de tecnologías, así como una pobre suplementación alimenticia (Cabello y cols., 1995).

Por lo que se puede concluir que la alimentación es deficiente, con grandes variaciones estacionales y mal balanceada, lo cual también repercute gravemente tanto en las posibilidades productivas como en los parámetros reproductivos (Arbiza, 1986).

5.1.2.- Manejo reproductivo

Los caprinos en general, se consideran una especie poliéstrico-estacional, con ovulación espontánea con un promedio de 20 a 21 días (Palma, 1995), lo cual significa que solamente en ciertas épocas del año son fértiles y pueden reproducirse (Chemineau y cols., 1992).

En México, en términos generales no existe ninguna época determinada para el empadre y destete, ya que en muchas ocasiones el semental permanece todo el tiempo en contacto con las hembras; lo cual determina, en la mayoría de las veces un empadre natural en los meses

de junio y julio por lo que se observa una acumulación de pariciones en los meses en que inicia la temporada de sequía, lo cual desfavorece las condiciones de supervivencia de los cabritos. Debido a que en la mayoría de ocasiones el apareamiento es en campo, no es posible controlar el empadre, ni conocer cuándo queda preñada la hembra; en este caso, la causa más frecuente de muertes post-natales es la inanición dados los bajos niveles nutricionales de los vientres durante la lactancia. Resultado de tales bajos niveles y el casi nulo manejo reproductivo se observa una baja eficiencia reproductiva, con un porcentaje de destete inferior al 50% (Arbiza, 1986).

5.1.3.- Aspectos sanitarios

Teniendo en cuenta que dentro de un programa de manejo sanitario se deben tomar en consideración todas aquellas prácticas que permitan prevenir las enfermedades más comunes, considerando también los distintos sistemas de producción (Galina, 1992); en el caso de México podemos decir que en términos generales es alta la incidencia de enfermedades, tales como diarreas, neumonías, septicemias y abortos; sin embargo cabe señalar que la gran mayoría de los problemas sanitarios, con excepción quizás de los abortos, se hallan íntimamente ligados, en primer lugar, a la incidencia de insuficiente alimentación, y en segundo, a las aguas contaminadas (Arbiza, 1986).

5.1.4.- Eficiencia productiva

Es evidente que la caprinocultura representa una actividad importante para la economía de muchas familias en México, sin embargo debido a la existencia de una estacionalidad tanto en la producción de leche como de cabritos, en relación con los periodos infértiles en los animales, se observa una variación en los precios debido a la disponibilidad en el mercado (Delgadillo y cols., 1998; Delgadillo y cols., 1999).

En general se considera que la principal función zootécnica de la cabra es la de doble propósito: carne-leche; sin embargo, los bajos niveles de nutrición y sanitarios, aunado al

casi nulo mejoramiento genético y al manejo inadecuado de los rebaños se traduce en una respuesta productiva deficiente (Agraz, 1981; Arbiza, 1986).

Cabe mencionar que en la mayoría de los casos los productos obtenidos de esta actividad sirven para el autoconsumo y en ocasiones, son la principal fuente de ingresos para los productores (Cabello y cols., 1995).

Carne. De acuerdo a informes, se puede concluir que la producción y consumo de carne caprina en el país es casi insignificante, se promedia que hay un consumo de 400 gr por persona por año; la matanza se efectúa de manera indiscriminada, se faenan tanto machos como hembras y es indiferente tanto la edad del animal como su estado fisiológico; tampoco existe ninguna tipificación en cuanto a la carne, ni las carcasas (Arbiza, 1986).

Leche y subproductos. La importancia que reviste la producción de leche caprina es menor aún que la de la carne, ya que se estima que el consumo anual por individuo no alcanza los dos litros; la mayoría de dicha producción se convierte en quesos caseros de baja calidad (Arbiza, 1986).

Los sistemas de producción de leche de cabra son intensivos y ocurren particularmente en áreas con riego de las zonas áridas, semiáridas (comarca lagunera) y en las zonas templadas (Bajío). También existen sistemas semi-intensivos en zonas de agostaderos productivos, que generalmente complementan el pastoreo con subproductos agrícolas de zonas de cultivo en el norte y centro de México. Los estados líderes son: Coahuila, Durango, Guanajuato, Chihuahua y Jalisco en ese orden (SIAP-SAGARPA, 2005).

La mayoría de las empresas semi-intensivas son familiares y dependen de industrias que compran la leche aunque generalmente no existe una integración suficiente. Los sistemas intensivos son generalmente estabulados, con un mayor grado de tecnificación, transformación (la producción de quesos estilo francés es común) e integración al mercado (SIAP-SAGARPA, 2009).

La falta de tecnología y el conocimiento por parte de la demanda de un limitado número de productos lácteos de cabra, se concreta casi siempre en muy escasa leche natural, quesos y

dulces; de la misma forma se desconoce el consumo de crema y sus productos (Arbiza, 1986).

5.1.5.- Principales frenos para la expansión

Muchos son los obstáculos existentes, tanto de orden estructural, como político, social, económico y tecnológico. Cabe destacar la existencia en el país de una gran cantidad de organizaciones que tratan de fomentar la investigación, la asistencia técnica y crédito para la producción de caprinos, pero todas ellas actúan sin coordinación, al extremo que se desconocen los esfuerzos que realizan (Arbiza, 1986). Así mismo podemos mencionar que existe un escaso desarrollo científico y tecnológico al igual que de recursos humanos enfocados a mejorar la eficiencia productiva en esta especie (Ducoing, 2006)

5.2.- NUTRICIÓN EN LAS DISTINTAS FASES DE LA GESTACIÓN EN CAPRINOS

Los caprinos están distribuidos en casi todos los continentes con excepción de la Antártida, y su valor social y económico es esencial para cada nación. Es quizás la especie más ampliamente adaptada. Sin embargo la percepción de los caprinos varía. Algunos consideran que las cabras son altamente destructivas induciendo la generación de grandes zonas desertificadas; sin embargo otros la reconocen como especies valiosas para la sobrevivencia de nichos ecológicos en los países en desarrollo. La distribución global de las cabras corresponde con sus características genotípicas reflejando la adaptación a las condiciones del medio ambiente local y a los efectos de la presión de selección. Por lo que la población de cabras está constituida por muchas razas que han emergido para satisfacer las necesidades de los productores locales y de los consumidores de los productos caprinos. Las razas caprinas difieren de acuerdo al tamaño corporal, a la fertilidad, a la habilidad para producir carne, leche y fibras. Sin embargo una sustancial proporción de la población mundial de cabras no es descriptible en apariencia, y no pertenece, por lo tanto, a alguna de las razas conocidas. Éstas cabras varían ampliamente en el tamaño del cuerpo, los patrones de color y la presencia y forma de los cuernos, el tamaño e inserción de la ubre, así como características de la fibra.

Sin embargo, a pesar de esta variabilidad los caprinos de todos los genotipos comparten características comunes en su selección de la dieta. Ellos son ramoneadores agresivos, de follaje de árboles y arbustos, pero de selección oportunista de grandes porciones de pastos de alta calidad nutricional y de otras plantas herbáceas cuando éstas se encuentran disponibles. Una boca pequeña así como labios y lengua movable permite a la cabra discriminar efectivamente entre un variedad de especies de plantas y sus partes en la selección de la dieta (NRC, 2007).

En términos generales, durante la etapa de gestación ocurre un aumento en la ingestión de materia seca, la cual descendiendo un poco en los últimos estadios de dicha etapa, a partir de los tres meses de gestación y principalmente en el cuarto mes; de igual manera debe disminuir el volumen de la ración para así evitar la compresión tanto del útero como del diafragma, no olvidando qué tanto las necesidades proteicas como vitamínicas y minerales aumentan (Robinson, 1990).

El desarrollo prenatal de los animales domésticos puede dividirse en tres periodos principales: del óvulo hasta el blastocisto, aproximadamente desde el día de la fecundación hasta el cuarto a décimo día; el periodo embrionario, que oscila desde el día undécimo hasta el treinta y cuatro, en el cual ocurre el máximo crecimiento y diferenciación de los tejidos, órganos y sistemas; y por último el fetal, del día treinta y cuatro hasta el momento del nacimiento, caracterizándose por el crecimiento y cambios en la forma del feto. El desarrollo inicial del embrión se caracteriza por un alto grado de actividad antes de llegar al estado de blastocisto, fase crítica en el desarrollo embrionario ya que cualquier estrés puede provocar graves consecuencias, como una mala implantación o muerte embrionaria, lo cual generalmente ocurre en esta fase (Arbiza, 1986).

El óvulo fecundado se alimenta por un breve tiempo con las secreciones de las glándulas del útero, durante el lapso en el que se desarrolla la placenta; una vez implantado en el útero, el óvulo es alimentado por la sangre de la madre a través de la placenta y el cordón umbilical (Maynard, 1975).

Existen diversos factores que influyen en el crecimiento prenatal, tales como:

Factores genéticos: ya que el tamaño se debe a diferencias de división celular que están determinadas genéticamente.

Edad y condición de las madres: tal es el caso de cabras jóvenes que aún no alcanzan su tamaño adulto y continúan creciendo durante su gestación, compitiendo este crecimiento con el feto por los nutrientes, o cabras de edad avanzada con exceso de grasa visceral en donde se ve disminuida la expansión del útero.

Nutrición materna: es un factor de suma importancia, ya que si se restringe la dieta, principalmente en el último tercio de gestación, el crecimiento es más lento e incluso puede provocar abortos, ya que en este periodo se alcanza hasta el 85% del crecimiento fetal.

Las hormonas: tales como la tiroxina y andrógenos, las cuales son importantes para la morfogénesis; así como la tiroxina y la somatotropina, las cuales tienen influencia sobre la maduración de algunos tejidos fetales; y la progesterona, la cual aumenta hasta diez veces durante la gestación provocando el desarrollo de las células del endometrio que están relacionadas con la nutrición del embrión (Arbiza, 1986).

Asimismo se maneja que algunas de las etapas más importantes en cuanto a nutrición son las siguientes:

- Antes del empadres - Durante el empadre

- 2 últimos meses de gestación.

5.2.1.- Antes del empadre

Animales que recientemente han destetado a sus crías pueden mantenerse con pastos o heno de alta calidad, alimentados en función de su condición física al momento del destete. Animales muy delgados pueden verse afectados negativamente por el estrés de la lactancia (especialmente las que dan a luz a gemelos y trillizos), estos pueden necesitar una suplementación (con grano y / o heno), además de forraje para prepararlos adecuadamente para la siguiente temporada de cría, o bien se les pueden proporcionar más pastos o alimentación de grano (Shimada, 2003).

5.2.2.- Primer mes de gestación

Durante el primer mes de gestación se considera que las necesidades de energía son las mismas que si se tratara de un animal vacío; en el caso de los requerimientos proteicos se sugiere lo mismo (animales en estabulación 0.6 gramos por kilogramo de peso vivo, modificado en un 25 a 50% de acuerdo a las condiciones de pastoreo (Galina, 1992).

En esta etapa no obstante que las necesidades nutritivas de los embriones son aún insignificantes, la ingestión de energía por parte de la madre, puede afectar la supervivencia de los embriones, cuya causa más probable es la modificación en el equilibrio hormonal, necesario en el momento de la implantación embrional (Mc Donald y cols., 1999).

5.2.3.- Segundo y tercer mes de gestación

En esta fase, las necesidades nutritivas de los fetos siguen siendo bajas, pero en esta etapa también crece la placenta, por lo que si ocurre una subalimentación que limite su crecimiento, los fetos no podrán nutrirse de manera adecuada al final de la gestación (Mc Donald y cols., 1999).

5.2.4.- Últimas seis semanas de gestación

La mayor parte del crecimiento ocurre en el último tercio de gestación (Maynard, 1975), las necesidades de los fetos aumentan rápidamente (Mc Donald y cols., 1999) ya que en los dos últimos meses el crecimiento de los fetos es exponencial produciendo así mismo una reducción de la capacidad de ingestión debido a dicho crecimiento. En esta etapa se alcanza una imposibilidad física que afecta negativamente la capacidad de ingestión, no obstante, las necesidades de energía se incrementan, con respecto a las de mantenimiento (Daza y cols., 2004), por ello el organismo sostiene un balance energético progresivamente negativo asociado a una movilización creciente de las grasas de reserva (Galina, 1992), esto ocurre principalmente cuando la madre recibe una ración insuficiente, ya que utiliza sus reservas adiposas y proteínas tisulares para suministrar al feto los aminoácidos necesarios para su síntesis proteica y de glucosa (Martin y cols., 1998).

Durante esta última etapa se requiere un nivel relativamente alto de nutrientes, así mismo se ha observado que las variaciones en los pesos al nacimiento debidas a la nutrición, suelen ser reflejo de la ingestión de energía durante las últimas fases de la gestación (Mc Donald y cols., 1999); por lo tanto, no es recomendable alimentarlos a las madres con una dieta de mala calidad (sobre todo grasa) ya que pueden desarrollar cetosis con posibilidad de muerte debido a la falta de ingesta de energía (Shimada, 2003).

La principal fuente de energía para los fetos es la glucosa; la cual es utilizada mayormente para el mantenimiento de los tejidos, los cuales están formados fundamentalmente por proteína, y los pequeños excedentes son utilizados para sintetizar reservar de glucógeno y lípidos; sin embargo, en animales domésticos dichas reservas son pequeñas (no más de 30 gramos de lípidos por kilogramo de peso vivo) al nacimiento (Mc Donald y cols., 1999).

ENERGÍA

Algunas recomendaciones establecidas para el mantenimiento de una cabra, con un peso promedio de 60 kilogramos de peso son de 2.52Mcal de EM (117Kcal por kilogramo de PM), con una variación de 0.21Mcal por cada 10 kilogramos de peso.

Gestación (últimos dos meses) = se considera aumentar en promedio de 35 a 55% (Galina, 1992).

PROTEÍNA

Como ya se ha mencionado anteriormente, se considera que los requerimientos de proteína para animales en estabulación son de 0.6 gramos por kilogramo de peso vivo, modificado en un 25 a 50% de acuerdo a las condiciones de pastoreo.

Gestación (últimos 2 meses) = se considera agregar de 0.88 a 1 gramo por cada kilogramo de peso vivo en esta etapa (Galina, 1992).

MINERALES

Las necesidades diarias de sales minerales son de 0.018 gramos por kilogramo de peso vivo.

Ca:P = 1.2:1- 2.5:1. Una relación de 1:1:1 ocasiona urolitiasis en machos.

Gestación (últimos dos meses):

Ca = 5 y 7 gramos

P = 2 y 4 gramos

(Galina, 1992).

VITAMINAS

A y B12

Considerándose una suplementación de 1100 UI de vitamina A para el final de la gestación (Shimada, 2003).

A continuación se presentan una serie de tablas en la que se exponen los requerimientos nutricionales diarios por animal:

Tabla 5.- Requerimientos nutricionales de las cabras (nutrimentos diarios por animal).

A).-Mantenimiento (incluye estabulación, actividad mínima y principio de la gestación)

Peso corporal kg	Materia seca kg	Total de nutrimentos digestibles g	Energía digestible Mcal	Energía metabolizable Mcal	Proteína g	Calcio g	Fósforo g	Vitamina A UI
10	0.24-0.28	159	0.70	0.57	22	1	0.7	400
20	0.40-0.48	267	1.18	0.96	38	1	0.7	700
30	0.54-0.65	362	1.59	1.30	51	2	1.4	900
40	0.67-0.81	448	1.98	1.61	63	2	1.4	1200
50	0.79-0.95	530	2.34	1.91	75	3	2.1	1400
60	0.91-1.09	608	2.68	2.19	86	3	2.1	1600
70	1.02-1.23	682	3.01	2.45	96	4	2.8	1800
80	1.13-1.36	754	3.32	2.71	106	4	2.8	2000
90	1.23-1.48	824	3.63	2.96	116	4	2.8	2200
100	1.34-1.60	891	3.93	3.21	126	5	3.5	2400

(Shimada, 2003.)

B).-Mantenimiento y actividad ligera (manejo intensivo, agostadero tropical y principio de la gestación).

Peso corporal kg	Materia seca kg	Total de nutrientes digestibles g	Energía digestible Mcal	Energía metabolizable Mcal	Proteína g	Calcio g	Fósforo g	Vitamina A UI
10	0.30-0.36	199	0.87	0.71	27	1	0.7	500
20	0.50-0.60	334	1.47	1.20	46	2	1.4	900
30	0.67-0.81	452	1.99	1.62	62	2	1.4	1200
40	0.84-1.01	560	2.47	2.02	77	3	2.1	1500
50	0.99-1.19	662	2.92	2.38	91	4	2.8	1800
60	1.14-1.36	760	3.35	2.73	105	4	2.8	2000
70	1.28-1.54	852	3.76	3.07	118	5	3.5	2300
80	1.41-1.70	942	4.16	3.39	130	5	3.5	2600
90	1.54-1.85	1030	4.54	3.70	142	6	4.2	2800
100	1.67-2.00	1114	4.91	4.01	153	6	4.2	3000

Requerimientos adicionales para final de la gestación (todos los pesos corporales).

0.59-0.71	397	1.74	1.42	82	2	1.4	1100
-----------	-----	------	------	----	---	-----	------

(Shimada, 2003.)

5.2.4.- Efectos de la malnutrición durante la gestación

Tanto las ingestiones insuficientes como excesivas de nutrientes pueden afectar de diversas maneras. Los óvulos fértiles pueden morir en las primeras fases; si se tiene lugar en fases posteriores, los fetos pueden presentar malformaciones y morir; en estos casos pueden reabsorberse *in utero*, ser expulsados antes de llegar a término (abortos) o finalizar la gestación (naciendo muertos). La malnutrición menos severa puede determinar un menor peso al nacimiento, pudiendo verse reducida la viabilidad de los recién nacidos, aunque en ciertos casos es la madre la que sufre los efectos, debido a que el feto tiene gran prioridad sobre los nutrientes. El grado de protección es diferente para los distintos nutrientes; dicha prioridad es muy notable en el caso del hierro, ya que las necesidades del feto pueden quedar

cubiertos, en tanto que la madre se encuentra anémica. Sin embargo, la protección del feto no es absoluta, ya que si las deficiencias son severas y prolongadas, serán padecidas tanto por los fetos como por las madres; además, gran parte de dichos efectos dependen de las reservas de la madre y, especialmente de la fase de la gestación en la que se presentan, en donde en términos generales, son más graves cuanto más tarde se presenten (Mc Donald y cols., 1999). Los nutrientes que suelen ser más deficientes son la proteína y la vitamina A, aunque también se han observado deficiencias graves de yodo, calcio, riboflavina y ácido pantoténico, aunque cabe mencionar que la deficiencia en los distintos nutrientes durante la gestación debe de ser grave para provocar la muerte de los fetos (Mc Donald y cols., 1999).

5.3.- PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL COMPORTAMIENTO MATERNO EN EL PRIMER DÍA DE NACIMIENTO

Existen diferentes elementos que influyen en el desarrollo de la conducta madre-cría, uno de los cuales es el grado de desarrollo de la cría al momento del nacimiento (Sanchez, 2008).

La relación madre-cría en ungulados domésticos se caracteriza principalmente por el hecho de que los recién nacidos son capaces de cierto grado de independencia desde el nacimiento (Nowak y cols., 2000; Gonzalez-Mariscal y Poindron, 2002; Poindron y cols., 2007a) tal como es el caso de los caprinos, a los cuales se les considera como “neonatos precoces” ya que las crías son capaces de incorporarse, caminar y amamantarse por si mismas dentro de la primer hora de vida (Poindron y cols., 2007c).

Dentro del grupo de los ungulados pueden distinguirse dos tipos importantes de relación madre-cría:

Por un lado encontramos animales que paren camadas numerosas, en donde generalmente las crías permanecen limitadas al nido por varios días; en este caso sería relativamente sencillo que las madres pudieran acoger alguna cría ajena (Nowak y cols., 2000). Por otro lado, animales tales como cabras u ovejas, las cuales paren pocas crías; las madres forman un

vínculo y protección selectiva con su recién nacido, es decir sólo amamantan a sus crías y rechazan activamente a crías ajenas (Nowak y cols., 2000; Numan y cols., 2006; Poindron y cols., 2007).

Tanto en el caso de ovinos como en el de caprinos, debido a la coexistencia de crías propias y extrañas en un mismo rebaño, a lo largo de su filogenia fue necesario establecer mecanismos de reconocimiento interindividual durante la lactancia; ya que de otra manera se podrían desencadenar situaciones, como robo de leche a las madres, llevado a cabo por parte de crías ajenas, limitando así la posibilidad de alimentación de la cría propia, lo cual puede tener repercusiones en el éxito de crianza (Poindron y Le Neindre, 1980; Nowak y cols., 1987; Gilling, 2002; González-Mariscal y Poindron, 2002; Poindron y cols., 2003; Terrazas y cols., 2003).

5.3.1.- Cuidado materno inmediato del neonato

En las cabras la mayoría de los nacimientos ocurre durante el día (aproximadamente el 80% entre las 06:00 y las 20:00 horas) (Lickliter, 1985; Allan y cols., 1991; Das y Tomer, 1997). Se ha observado que durante el parto los animales generalmente se echan y en algunos casos se lamen las ubres; comúnmente unos minutos después de la expulsión del feto la madre comienza a lamer vigorosamente a su cría, empezando usualmente por la cabeza y el cuello (Collias, 1956; Lickliter, 1985). La limpieza que realiza la madre a su cría después de su expulsión es una conducta que depende de la atracción de la madre por el líquido amniótico (Lévy y cols., 1983; Lévy y Poindron, 1984, 1987; Sambraus y Wittmann, 1989; Ramírez y cols., 1998). Los lamidos son acompañados por numerosos balidos, de tonos altos y bajos (principalmente), y ocasionalmente con flehmen (Sambraus y Wittmann, 1989).

En otro estudio se observó que después de la expulsión de la cría, las cabras la olieron y empezaron a lamer, especialmente y de manera vigorosa la región anal y umbilical; y si alguna otra cabra intentaba oler o lamer al cabrito era agredida por la madre (Sambraus y Wittmann, 1989). En el caso de partos múltiples, por lo general el interés de la madre cambia hacia el segundo recién nacido poco después de su expulsión, sin dejar de cuidar totalmente al primero, lo cual asegura una buena aceptación de ambas crías a largo plazo (O'Connor y

Lawrence, 1992). La presencia de lamidos, emisiones de balidos maternos y aceptación a la ubre, son comportamientos característicos de la presencia de una adecuada conducta materna hacia una cría recién nacida (Poindron, 2001).

Cuando se encuentran problemas de aceptación en la etapa temprana de la relación madre-cría, se debe generalmente a la inexperiencia materna, en estos casos, las perturbaciones pueden ser limitadas a un retraso en la limpieza, o a un rechazo temporal del recién nacido a la ubre, asociado a una conducta agresiva, tal como mordidas, golpes y amenazas (Poindron y Le Neindre, 1980). Usualmente el recién nacido trata de incorporarse de entre 5-10 minutos posteriores al parto y generalmente lo logra de entre 20 a 30 minutos después. En menos de 1 hora posterior al nacimiento el recién nacido suele encontrar la ubre de su madre, tras un proceso de exploración, y comienza a alimentarse (Collias, 1956; Allan y cols., 1991a).

Sin embargo, dentro de estos parámetros se han encontrado diferencias significativas en relación al tipo de parto, ya que generalmente los cabritos procedentes de partos simples son más precoces que los cabritos que vienen de parto doble, lo cual puede deberse al efecto estimulante que ejerce la madre en los primeros momentos de vida, al lamerlos durante más tiempo, sumado al hecho de que usualmente dichos cabritos de parto sencillo son más grandes y fuertes (Ramírez y cols., 1996).

5.3.2.- Establecimiento del vínculo y reconocimiento selectivo del recién nacido

Las cabras desarrollan rápidamente un vínculo con su(s) recién nacido(s). Inmediatamente después del parto las madres limpian y cuidan a cualquier cría, pero aprenden rápidamente a discriminar y cuidar únicamente a la suya propia (Collias, 1956; Herscher y cols., 1963). En algunas condiciones se ha observado que de 5 a 10 minutos en contacto con su cría son suficientes para volverse selectivas (Gubernick, 1981), pero en un promedio de 2 a 4 horas posparto la mayoría de las madres rechazan a las crías ajenas, sin importar la similitud de la edad o del color del pelaje (Romeyer y Poindron, 1992; Romeyer y cols., 1994a).

Los resultados de los estudios de Gubernick y colaboradores (1979) y Gubernick (1980, 1981) sugieren que las cabras rechazan las crías que están “marcadas” por otras madres a través de su lamido y de la absorción de calostro, sin embargo, a pesar de esta hipótesis de

marcaje o “labelling”, es probable que la madre memorice el olor individual del cabrito (Romeyer y cols., 1993, 1994a).

El cuidado selectivo en un principio depende principalmente del sistema olfatorio. El proceso de aprendizaje olfativo es modulado por la estimulación cervicovaginal e involucra tanto al sistema olfatorio como al órgano vomeronasal (Romeyer y cols., 1994; Poindron y cols., 2007b). Ya ha sido demostrado que aun las crías gemelas tienen olores individuales distintos, y que la memorización del olor de una cría no asegura la aceptación de su hermano, si esta no tiene un correcto contacto con su madre; ya que en condiciones normales las cabras memorizan el olor individual característico de su cría como base para su aceptación selectiva a la ubre (Romeyer y cols., 1993, 1994a).

5.3.3.- Reconocimiento no olfatorio de la cría

La estimulación recíproca y comunicación entre la madre y la cría juegan un papel crucial en la regulación de las relaciones maternas (Altmann, 1967), en este caso uno de los elementos sensoriales que mayor participación tienen en este tipo de relación se encuentra la actividad vocal. Tanto en ovejas como en cabras, se ha demostrado que una vez al parto tanto la madre como la cría tienen una intensa actividad vocal, la cual podría jugar un papel de comunicación entre la madre y la cría, pudiendo ser un elemento de aprendizaje mutuo (Dwyer, 1998; Serafín y cols., 2003).

Después del parto, la madre emite numerosos balidos bajos, y la cría, por su parte, rápidamente comienza a emitir vocalizaciones e intentar levantarse; se ha observado que durante las primeras horas después del parto la madre y el neonato mantienen un contacto estrecho, y cualquier separación espacial de su prole induce respuestas de agitación, emisión de balidos altos y alta actividad motora, en ambos animales (Lickliter, 1984).

Recientes experimentos indican que puede haber discriminación basada únicamente en el sonido a 48 horas sugiriéndonos la existencia de una firma acústica individual en los balidos de las crías (Terrazas y cols., 2003), también se ha observado que los cabritos ya son capaces de localizar a sus madres desde las 12 horas posparto a una distancia corta (Gilling, 2002).

Para que el cabrito sea capaz de reconocer a su madre, es necesario que las vocalizaciones sean diferentes individualmente, es decir, que el llamado de cada animal tenga cualidades particulares (Ruiz- Miranda y cols., 1993), como son: duración del balido, frecuencia pico y número de armónicas, los cuales son parámetros importantes en la formación de una firma acústica, por lo que son elementos importantes que pueden identificar individualmente a un sujeto (Terrazas y cols., 2003).

Sin embargo, este tipo de reconocimiento no olfatorio de las crías no parece ser esencial para el establecimiento y mantenimiento del cuidado selectivo. Sin embargo, debido a que el reconocimiento olfatorio únicamente funciona a distancias muy cortas (Poindron y cols., 2003), tanto el reconocimiento visual como acústico pueden representar una gran importancia para la localización de la cría (Poindron y cols., 2007).

5.4.- COMUNICACIÓN ACÚSTICA Y RECONOCIMIENTO EN CABRAS.

En las especies cuya supervivencia y desarrollo requiere un alto nivel de cuidado paternal, el reconocimiento de la progenie es importante para que los padres puedan enfocarse en sus propias crías (Porter, 1986), limitando así el gasto energético maternal y asegurando la aptitud de cría (Trivers, 1972) al igual que en el caso de animales cuyos infantes, debido a su alta movilidad, tienden a separarse temporalmente de sus padres (pájaros nidifugos y mamíferos precociales), o cuando tienen que mezclarse con otros jóvenes en grandes grupos sociales (Lorenz, 1935; Bateson, 1966; Beer, 1970; Johnson, 1991).

Actualmente está bien establecido que la vinculación exclusiva de la oveja y su recién nacido depende principalmente de la memorización selectiva de señales olfativas individuales de dicha cría (Keverne y cols., 1983; Romeyer y cols., 1994a; Lévy y cols., 1996; Kendrick y cols., 1997). Sin embargo, a pesar del papel primario que juega el olfato en el reconocimiento inicial del recién nacido, tanto en ovejas como en cabras, cada vez es mayor la evidencia que apoya la existencia de un desarrollo temprano de reconocimiento no olfativo del infante, en ambas especies (Terrazas y cols., 1999; Ferreira y cols., 2000; Gilling, 2002; Poindron y cols., 2003).

En el caso de las ovejas se ha observado que las señales olfativas emitidas por los recién nacidos son aprendidas por sus madres algunos minutos después del nacimiento, sin embargo, el olfato deja de ser suficiente a distancias iguales o mayores a 0.25 metros (Alexander y Shillito, 1977; Alexander, 1978; Shillito-Walser y Alexander, 1980) por lo que se ha demostrado la importancia de la visión y la audición en el reconocimiento a largas distancias (Lindsay y Fletcher, 1968; Poindron y Carrick, 1976; Shillito-Walser y cols., 1981; Terrazas y cols., 1999; Ferreira y cols., 2000). Por consiguiente, tanto las señales visuales y/o acústicas permiten la localización de las crías, mientras que el reconocimiento cercano se lleva a cabo mediante la reexaminación olfativa; dichas señales parecen ser independientes y complementarias para llevar a cabo la discriminación (Terrazas y cols., 1999). Las señales acústicas tienen una excelente eficiencia tanto en cortas como largas distancias y parecen ser fundamentales para el reconocimiento a larga distancia (Searby y Jouventin, 2003).

Así mismo, en ovejas existe cierta evidencia de que la comunicación vocal puede tener una importancia determinante en el reconocimiento mutuo (Poindron y Carrick, 1976; Alexander, 1977; Shillito-Walser y cols., 1977; Terrazas y cols., 2002). Algunos análisis de sonogramas realizados en varias especies de ungulados indican que las vocalizaciones maternas tienen suficientes variaciones interindividuales que permiten a las crías discriminar entre las madres (Espmark, 1975; Shillito-Walser y Hague, 1980; Shillito-Walser y cols., 1981; Ruiz-Miranda y cols., 1993; Vankova y Malek, 1997).

En el caso de las ovejas, algunos experimentos realizados con aparatos de lectura han demostrado que la llamada del cordero constituye una firma vocal reconocida por la madre (Shillito-Walser y cols., 1981), sin embargo, la identificación constituye una de dos vías en el proceso de reconocimiento (Shillito y Alexander, 1975; Terrazas y cols., 2002).

En estudios recientes se demostró que tanto los corderos como las ovejas pueden discriminar entre su propia madre o cría y una ajena, basado únicamente en su llamado, cuyo proceso de reconocimiento se lleva a cabo por medio del reconocimiento del contenido espectral de la llamada, lo que resulta como una buena evidencia del reconocimiento vocal individual entre el cordero y la oveja, confirmando así que el reconocimiento oveja-cordero a larga distancia es un proceso de dos vías, no obstante es probable que el estímulo visual pueda aumentar la eficacia de dicho reconocimiento. Es decir, en ovejas el reconocimiento madre-cría es un

proceso multimodal, en donde la audición y la visión juegan un papel fundamental y complementario en la información (Searby y Jouventin, 2003).

La codificación de la identidad en las llamadas de las ovejas y corderos es similar y se hace a través del perfil y contenido espectral de las llamadas, y algo interesante, es que la duración de la llamada, la cual es altamente discriminante entre individuos, es de poca importancia en el reconocimiento (Searby y Jouventin, 2003). En cabras, algunos resultados de análisis sonográficos de cabritos recién nacidos sugirieron que los cabritos no tenían balidos lo suficientemente individualizados como para permitir una discriminación acústica antes del cuarto día de vida (Lenhardt, 1977). Sin embargo, otros resultados obtenidos recientemente indican que las madres pueden discriminar entre sus cabritos y cabritos ajenos sin ayuda de señales olfativas aun dentro del día del parto (Gilling, 2002; Poindron y cols., 2003), lo cual demuestra que el reconocimiento a distancia de las crías se basa principalmente en señales visuales y/o acústicas más que en el olfato, como se mencionó anteriormente (Alexander y Shillito, 1977; Alexander, 1978; Terrazas y cols., 1999; Ferreira y cols., 2000; Poindron y cols., 2003).

Algunos estudios han demostrado que las cabras no podían discriminar entre sus propios cabritos y cabritos similares ajenos a una distancia de 1 metro, cuando el acceso a las señales no olfatorias de los cabritos había sido deteriorado (señales visuales) o suprimido fuertemente (señales acústicas); por el contrario, en madres a las que se les había inducido anosmia antes del parto, demostraron una preferencia inequívoca por su propio cabrito en función a señales no olfatorias. Dichos resultados indican claramente que las señales olfativas no permiten el reconocimiento del recién nacido a una distancia igual o mayor a 1 metro, en cuyo caso las señales visuales y/o acústicas pasan a ser de primera importancia (Poindron y cols., 2003).

Como ya se mencionó, en estudios recientes se ha demostrado que las cabras pueden discriminar entre sus cabritos y cabritos similares ajenos basándose únicamente en sus vocalizaciones a 48 horas después del parto. Este se apoya aun más por el hecho de que existe variación en el índice de actividades y comportamiento maternas en respuesta a los balidos de los cabritos, así como variación en la naturaleza de la respuesta dependiendo de la identidad del cabrito que emitía el balido; es decir, en el estudio se observó que aunque las

madres también contestaban a los balidos de cabritos ajenos, la frecuencia de la respuesta difería dependiendo de la identidad del emisor. En conjunto estos resultados sugieren fuertemente que la discriminación entre cabritos se debió a diferencias interindividuales en los balidos de los cabritos. Por lo que solo las señales vocales son suficientes para que exista una discriminación maternal incluso poco después del parto, aún cuando no ha sido totalmente confirmado a ese tiempo, pero si a 24 horas posparto (Terrazas y cols., 2003).

En el caso, al menos, de las ovejas la firma vocal es un sistema de codificación de frecuencia-comunicación más simple, aunque menos efectivo; ya que algunos sistemas de reconocimiento encontrados en pájaros y mamíferos altamente sociales sugieren una codificación en el dominio temporal, la cual es eficiente pero costosa, ya que favorece el reconocimiento en situaciones en donde la posibilidad de confusión son altas, como en el caso de colonias muy grandes o densas, en donde únicamente las señales acústicas pueden transportar información para el reconocimiento individual, o cuando los padres tienden a separarse frecuentemente o por largos tiempos de sus crías (Searby y Jouventin, 2003).

Por otro lado, algunos resultados de análisis sonográficos en los que se contemplaron cinco parámetros acústicos en balidos de cabritos, durante cinco días, mostraron que las vocalizaciones de los recién nacidos tuvieron variaciones intraindividuales significativas en los primeros días de su vida, lo cual puede reflejar un cierto proceso de desarrollo o maduración de la voz, planteando así el hecho de cómo la madre tiene éxito al mantener la discriminación en los días sucesivos al nacimiento, lo que demuestra que existe una suficiente variabilidad interindividual que permite la existencia de una firma vocal individual, aunado al frecuente contacto de las madres con sus crías (Terrazas y cols., 2003).

5.5.- DIFERENTES EFECTOS DE LA DESNUTRICIÓN DURANTE LA GESTACIÓN

Tanto la gestación como la lactancia son periodos importantes en el ciclo reproductivo de cualquier especie de mamífero, y probablemente el proceso más costoso en términos de requerimientos nutrimentales (Wade y Schneider, 1992). En ruminantes, un déficit nutricional durante la gestación puede producir retraso en la maduración del feto, baja producción láctea

y pérdida de peso vivo en la madre, así como, puede afectar la relación temprana madre-cría (Robinson, 1999; Terrazas y cols., 2008).

En infantes humanos la desnutrición ha sido asociada con disturbios espontáneos - o miedo - en patrones de llanto (Lester, 1976; Juntunen y cols., 1978; Donzelli, 1994). Las características de las alteraciones de llanto han sido interpretadas como consecuencia de daño en el sistema nervioso central. Esta idea sugiere varias formas de daño cerebral que incluye, asfixia (Michelsson, 1971; Michelsson y cols., 1977a), meningitis bacterial (Michelsson y cols., 1977b), Síndrome de Down (Karelitz y Fisichelli, 1962; Fisichelli y Karelitz, 1963) e hipotiroidismo congénito (Michelsson y Sirviö, 1976). Algunos estudios han establecido que la desnutrición proteica prenatal en ratas se asocia con perturbaciones significativas en el desarrollo del sistema nervioso central (Tonkiss y cols., 2003).

De igual forma, se observaron algunos efectos en el desarrollo del comportamiento en animales con desnutrición proteica prenatal, en donde se estableció que en ratas adultas estas exhibían un aumento en la proporción de tiempo de defensa o agresión (Dichter y cols., 1996). Asimismo los estudios indican que, en general, había un nivel más bajo de ansiedad en la vida adulta de animales con desnutrición prenatal (Tonkiss y cols., 2003).

Existe la posibilidad de que la desnutrición durante la gestación tenga consecuencias negativas en la presentación correcta del comportamiento en las crías, incluyendo el establecimiento del vínculo madre-cría en el periodo de post-parto inmediato, en varias especies de mamíferos (Terrazas y cols., 2008). Por ejemplo, en el caso de los ciervos con desnutrición materna aumenta la probabilidad de que las madres ignoren, eviten y/o sean agresivas con sus crías, en comparación con madres bien nutridas (Langenau y Lerg, 1976).

Mientras que en estudios realizados en cabras reportaron que la desnutrición deterioró el comportamiento al parto en la madre, y que tuvo también un impacto negativo importante sobre el comportamiento de las crías. Incluso se observó que la desnutrición afectó la capacidad de discriminación no olfatoria en crías a 8 horas post-parto, tiempo en el cual las cabras control mostraron discriminación entre sus crías y las crías ajenas considerando tanto los comportamientos como los índices de preferencia que reflejaban las crías, en contraste con los animales desnutridos, en el que las madres mostraron preferencia por su cría sólo después de un gran número de visitas a ambas crías (Terrazas y cols., 2008).

La desnutrición durante la gestación puede impedir la correcta exhibición de la preferencia maternal hacia su propia cría a 8 horas, en varias formas, debido a la naturaleza multifactorial del cuidado materno. Durante una prueba de doble elección, las madres desnutridas permanecieron menos tiempo cerca o mirando a ambas crías, así como un mayor tiempo en latencia de alcance en comparación con las madres control, lo que sugiere que las madres desnutridas estuvieron menos motivadas. El mayor tiempo de latencia de alcance en las madres desnutridas puede relacionarse directamente con una mayor dificultad para discriminar entre las crías, otra posibilidad puede ser que la muestra de preferencia por su propia cría este impedida debido a que las crías fueron menos activas durante la prueba en contraste de las crías control, lo cual dificulta la discriminación (Terrazas y cols., 2008).

Sin embargo, el efecto de la desnutrición no mostró evidencia significativa de algún impedimento en la aceptación selectiva de las crías a la ubre a cuatro horas posparto en las cabras, así como muy pocos efectos en el despliegue del comportamiento materno al parto ya que sólo se observó que había disminución en la cantidad de lamidos hacia la segunda cría en los animales desnutridos, y particularmente, no hubo evidencia que sugiriera que la motivación materna al parto haya sido afectada por la desnutrición; en esos estudios también se concluyó que la influencia de la desnutrición en la habilidad que tienen las crías para desarrollar preferencia hacia su madre, puede ser un indicador de impedimento en el comportamiento locomotor. También se observaron menores tiempos de latencia en todas las actividades motoras en crías control en comparación con las desnutridas, sin embargo el tiempo de mamar y balar posteriormente fue mayor en crías desnutridas, particularmente en crías de parto sencillo, indicando la posibilidad de menores reservas de grasa y/o mayor motivación a alimentarse. Estos efectos opuestos pueden así compensarse, teniendo como resultado que las crías desnutridas pueden reconocer a su madre tan eficiente como las control (Terrazas y cols., 2008).

Dada la importancia de la ingestión de calostro en la vinculación filial en cabras (Nowak y Poindron, 2006) así como el impacto de la nutrición en la producción inicial de calostro (Banchero y cols., 2006), la desnutrición durante la gestación probablemente tenga consecuencias más marcadas en madres con partos múltiples que en madres con partos sencillos (Terrazas y cols., 2008).

Por otra parte, también se ha demostrado que la desnutrición puede afectar varios factores involucrados en el establecimiento del cuidado materno, posiblemente con relación a la naturaleza ya sea pasiva o activa de las señales sensoriales provenientes del neonato (olfato, vista, tacto y sonido) (Pryce, 1992). Algunos resultados obtenidos en ovejas indicaron que la desnutrición en la gestación tubo efectos significativos en el peso al nacimiento, pero un impacto más limitado en el comportamiento con las madres; estos descubrimientos sugieren que: 1) los fetos de alguna manera están más protegidos de los efectos adversos de la limitación de nutrientes en relación a las madres, y 2) el sistema nervioso y las funciones del feto son también menos afectadas que el crecimiento del cuerpo (Dwyer y cols., 2003).

5.6.- INFLUENCIA DE LA DESNUTRICIÓN EN LAS VOCALIZACIONES

Se han llevado a cabo, con anterioridad, algunos estudios en ratas, con el fin de tratar de conocer qué tipo de efectos causa la desnutrición sobre las vocalizaciones de las mismas. Se observó que después del nacimiento, las crías de rata emiten vocalizaciones ultrasónicas (USVs) en numerosas situaciones estresantes incluyendo la separación de sus compañeros de camada o su madre, así como en respuesta a estímulos adversos (frío, trato brusco, disturbios, etc.) (Tonkiss y cols., 2003).

El hecho de que las USVs sean emitidas durante posibles situaciones de riesgo sugiere que éstas llevan a cabo una importante función alertando a las madres en caso de situaciones peligrosas para su cría, así como estimulándolas para ponerlas a salvo (Tonkiss y cols., 2003).

En este caso tanto las ratas como sus crías emiten diversas USVs, las cuales pueden facilitar o inhibir el rango de estimulación ambiental a medida que se activan diversas sustancias (drogas) en diferentes sistemas de neurotransmisión, los cuales se encuentran críticamente involucrados en la modulación del comportamiento de ansiedad (Hofer, 1996).

Asimismo se ha observado que las ratas que emiten USVs poco después del nacimiento tienen como resultado cierta relación con su comportamiento adulto, ya que se ha sugerido que las respuestas de las USVs en las crías de rata pueden, en cierto grado, estar involucradas

en el posterior desarrollo del comportamiento de ansiedad en la adultez (Dichter y cols., 1996).

En dicho estudio, el cual se llevo a cabo con crías de ratas con desnutrición proteica (que comenzó una semana antes del nacimiento) se reportó, entre otras cosas, una exhibición de niveles más bajos de llamadas ultrasónicas (menos vocalizaciones), en comparación con animales bien nutridos, cuando se encontraban expuestas a frío u otras manipulaciones; lo que sugiere lo que el momento y/o la duración de la restricción proteica puede ser importante (Hunt y cols., 1976; Tonkiss y cols., 2003).

El número total en los diferentes tipos de llamadas fueron significativamente menores en el caso de las crías con desnutrición (Hunt, 1976), lo cual puede ser resultado de daño en las estructuras neurales que regulen vocalizaciones. Así mismo, uno de los principales descubrimientos de la investigación fue la observación de alteraciones significativas en las características de algunos tipos de USVs, emitidas en respuesta a la exposición a un periodo de frío, en donde, al examinar las características de los llamados se observó que después de comenzar con el estímulo ocurrió un aumento significativo en el pico de frecuencia (KHz) de la llamada, en crías desnutridas, aunque no se encontraron diferencias significativas en la duración del llamado (Tonkiss y cols., 2003).

Ya se han documentado significativas perturbaciones en el sistema nervioso central como consecuencia de la desnutrición proteica prenatal en ratas (Morgane y cols., 1993; Tonkiss y cols., 1993; Galler y cols., 1996). La explicación más probable propuesta en los actuales estudios de la alteración en el patrón del llanto en infantes con desnutrición (Lester, 1976) es que la alteración de las vocalizaciones es asociada con disfunción e interrupciones en el desarrollo del sistema nervioso central; de hecho, el análisis de la relación entre el pico de frecuencia en el sonido y la duración del llamado revela un cambio interesante en el desarrollo, tomando en consideración tanto a los animales bien nutridos como a los que no lo fueron (Tonkiss y cols., 2003).

La alteración en la relación entre el pico de frecuencia del sonido y la duración del llamado puede, al menos en parte, reflejar los cambios en el desarrollo que toman parte en el sistema GABAérgico, así como en otros sistemas relacionados, cuando se ven expuestos a una desnutrición prenatal (Austin y cols., 1992; St. John y Galler, 2000; Tonkiss y cols., 2000a y

b; Shultz y cols., 2002). Sin embargo, debido a que en la primera semana de vida ocurren muchos eventos importantes en el desarrollo (tal como cambios en factores de crecimiento, así como en otros sistemas de neurotransmisión), esta propuesta no puede significar la única posibilidad (Tonkiss y cols., 2003). Se han documentado significativas alteraciones funcionales en el sistema GABAérgico, lo que también puede contribuir a la alteración de las vocalizaciones ultrasónicas, ya que se sabe que el receptor GABA_A se encuentra fuertemente involucrado en la modulación de las vocalizaciones ultrasónicas (Insel y cols., 1986).

Los cambios postnatales en las características de las USVs, específicamente la duración del llamado, podrían también ser consecuencia de otro cambio prenatal – exposición a concentraciones no tóxicas de dióxido de nitrógeno (Di Giovanni y cols., 1994), lo que nos sugiere que las características ultrasónicas de la llamada pueden ser indicadores más sensibles de alteraciones de la función del sistema nervioso central (Tonkiss y cols., 2003).

Las crías con desnutrición prenatal presentaron temperaturas corporales basales más bajas, así como tendencia a una mayor pérdida de la misma (Tonkiss y cols., 2003), por lo que, si tomamos en cuenta que la temperatura es un importante regulador del llamado en ratas (Hofer, 1996) la desnutrición prenatal podría generar una tendencia en la reducción de las llamadas debido a la disminución de la temperatura corporal basal (Tonkiss y cols., 2003).

Las alteraciones en las características de las llamadas en crías desnutridas prenatalmente parecen ser extremadamente similares a las alteraciones reportadas en infantes humanos con desnutrición, específicamente los llantos de los infantes desnutridos, los cuales se describieron como monótonos y estereotipados, así como con un incremento de tono, en comparación con infantes bien nutridos (Tonkiss y cols., 2003). El desorden en el llanto se ha descrito como daño cerebral en niños humanos, los cuales tienen características de llanto aberrante, asociado con severas disminuciones neurológicas en la vida (Lester, 1976; Donzelli y cols., 1994; Tonkiss y cols., 2003).

VI.- OBJETIVOS

El objetivo general es evaluar si la desnutrición prenatal en cabritos afecta la comunicación acústica y el reconocimiento de sus madres a las 12 horas de edad.

VII.- HIPÓTESIS

La desnutrición prenatal en cabritos deteriora la comunicación acústica y las características de las vocalizaciones, y así el proceso de reconocimiento de sus madres a las 12 horas de edad.

VIII.- MATERIALES Y MÉTODO

A) Lugar de estudio

El presente estudio se realizó con animales del Módulo Caprino del Centro de Enseñanza Agropecuaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. Km 2.5 Carretera Cuautitlán–Teoloyucan, San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

B) Animales

Para obtener a las crías, se utilizaron 50 cabras de la raza Alpino Francés multíparas de entre 3 y 5 años de edad. Los animales fueron mantenidos todo el tiempo bajo estabulación. Dichos animales fueron asignados a 2 grupos experimentales, de la siguiente manera:

Grupo control. Se suministró una dieta que cubría el 100% de los requerimientos de acuerdo a su estado fisiológico (NRC, 1981). La dieta estuvo compuesta, por heno de alfalfa, heno de avena, alimento concentrado 18% proteína y agua a libre acceso.

Grupo desnutrido. A partir del día 75 de la gestación y hasta el parto se limitaron sus requerimientos de energía y proteína al 70 %. La dieta estuvo constituida por rastrojo de maíz, heno de alfalfa, minerales y agua a libre acceso.

La reproducción fue sincronizada con la colocación de esponjas intravaginales impregnadas de cronolona (INTERVET, 20 mg/animal) y la aplicación de una dosis de Gonadotropina Coriónica Equina (Ecg, INTERVET, 200 U. I. /animal). A los 60 días post monta se realizó un diagnóstico de gestación para determinar el número de animales gestantes.

C) Proceso experimental

Una vez al parto cada cabra fue colocada en un corral individual de 2 metros x 2 metros, y permaneció ahí junto con sus crías hasta las 4 horas postparto para permitir la formación del vínculo materno-filial. En este momento se pesó a cada una de las crías y se les identificó. A la madre, por su parte, se le suministraron alimentos de acuerdo a sus necesidades fisiológicas.

Prueba de reconocimiento

A los cabritos, a las 12 horas de edad se les realizó una prueba de elección doble para determinar su capacidad de elegir entre su madre y una ajena del mismo grupo, esta prueba fue similar a la descrita por Poindron y cols (2003). Para esta prueba se utilizó un corral cuadrado de 4 metros x 4 metros. En una de las bases del cuadrado se colocaron a las madres en corrales individuales 2 metros x 1 metro, separadas de la zona de los cabritos por paneles abiertos, para que las crías pudieran tener acceso a señales visuales, auditivas y/u olfatorias (Figura 1). Las conductas a registrar durante la prueba en las crías fueron:

- a) Tiempo de permanencia con cada madre. Es el tiempo total en segundos que la cría permaneció con el hocico y los miembros locomotores torácicos delanteros en la zona de contacto, cerca de su madre o de la ajena.
- b) Número de visitas a cada madre. Es el número de veces que la cría visitó la zona de contacto de cada madre.
- c) Tiempo de mirar a cada madre.

Y en el caso de las madres, las conductas registradas durante estas pruebas fueron:

- a) Número de balidos altos y bajos.
- b) Intentos de escapa.
- c) Número de olfateos a las crías.
- d) Frecuencia con la cabeza abajo y arriba.
- e) Número de accesos a las crías. Son las veces en que las madres tenían contacto directo con las crías.
- f) Número de micciones.

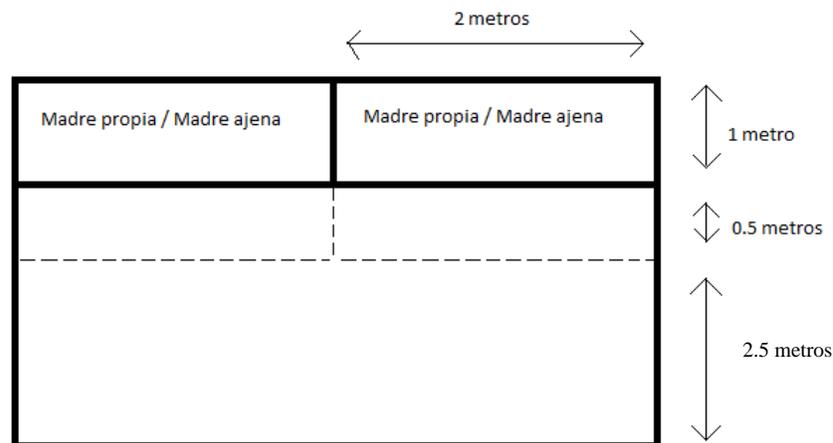


Figura 1.- Esquema del corral usado en la prueba de reconocimiento de los cabritos.

Análisis de las vocalizaciones de los cabritos

Una prueba similar se realizó a las madres a las 8 horas postparto y se llevó a cabo el mismo proceso experimental. Durante esta prueba en los corrales correspondientes a los cabritos se colocaron micrófonos inalámbricos que captaban las vocalizaciones de cada cabrito, y eran enviadas a un equipo de grabación. Dichas grabaciones fueron posteriormente procesadas y analizadas.

Las vocalizaciones obtenidas durante los 5 minutos de la prueba fueron cuantificadas en frecuencia, de la misma manera se realizó en el laboratorio un análisis espectral de cada vocalización, este análisis es similar al descrito por Terrazas y cols (2003).

La información fue analizada con la ayuda del programa Sound Forge 4.5 (Sonic Foundry, Inc., Madison, WI, USA). Cada vocalización fue aislada individualmente y limpiada de cualquier ruido o contaminante, posteriormente se calculó el poder del espectro con ayuda del programa Vox Metria 3.0, el cual muestra a la vocalización en un eje de frecuencia y amplitud. Los parámetros medidos fueron: los siguientes:

1. Frecuencia Fundamental (Hz). Es el primer pico de frecuencia detectado en el poder del espectro en la vocalización.
2. Intensidad de la vocalización (dB). Es el volumen o energía acumulada en la vocalización.
3. Duración del balido (Sg). Este parámetro se midió visualmente sobre el sonograma desplegado en la pantalla, colocando el cursor al inicio y final de la vocalización.
4. Número de tonos. Medida en el sonograma como las líneas de repetición de la frecuencia mínima.

D) Análisis estadístico

Las conductas registradas durante la prueba de reconocimiento fueron analizadas con la prueba U de Mann Whitney para comparar entre grupos (controles versus desnutridas) y Wilcoxon para comparar dentro de grupos (propia versus ajena).

La frecuencia de emisión de vocalizaciones en cada situación de prueba fue comparada entre los dos grupos con la ayuda de la prueba U de Mann Whitney. Esta prueba también fue utilizada para comparar las distintas variables medidas en los sonogramas entre los dos grupos. Los datos fueron analizados con la ayuda del programa estadístico SYSTAT versión 10.

IX.- RESULTADOS

En términos generales se encontró que los cabritos del grupo control pesaron más al nacimiento que los cabritos del grupo desnutrido (3.9 ± 0.2 vs. 3.5 ± 0.1 kg, $P=0.1$).

Prueba de reconocimiento de la madre por el cabrito a 12 horas de edad

Durante la prueba de reconocimiento realizada aproximadamente a 12 horas de edad se encontró lo siguiente. La latencia de alcance no difirió entre el grupo control y el desnutrido (163.6 ± 36 vs. 122.4 ± 37.1 sg, $P>0.05$) al igual que el resto de las conductas registradas durante esta prueba, las cuales tampoco difirieron entre ambos grupos (Tabla 7). Sin embargo, la frecuencia de intentos de escape tanto de la madre propia, como de la

ajena fueron significativamente mayores para las hembras del grupo control que del desnutrido ($P < 0.05$, Figura 2). Por otra parte se encontró que las madres propias de ambos grupos estuvieron en mayor frecuencia con la cabeza abajo que con la cabeza arriba ($P < 0.05$, Figura 3).

Tabla 6.-Conductas registradas durante una prueba de reconocimiento doble a 12 horas de edad en madres y cabritos, tanto controles como desnutridos.

	CONTROL		DESNUTRIDO	
	PROPIA	AJENA	PROPIA	AJENA
Peso al nacimiento (Kg)	3.9 ± 0.2		0.1	3.5 ± 0.1
Latencia de alcance (Seg)	163.6 ± 0.2		NS	122.4 ± 37.1
Balidos altos de las madres	0 ± 0	1.6 ± 1.4	1.3 ± 1.1	6.7 ± 4.2
Balidos bajos de las madres	69.5 ± 14.4	68.5 ± 14.8	63.9 ± 7.4	51.8 ± 6.7
Micciones	0.08 ± 0.08	-	-	-
Olfateo madres	0.7 ± 0.3	0.05 ± 0.3	0.6 ± 0.3	1 ± 0.6
Acceso madres	0.1 ± 0.1	0.08 ± 0.08	0.3 ± 0.2	0.1 ± 0.1

Las siglas NS indican que no se encontraron diferencias significativas.

Como se observa en la tabla anterior, no se encontraron diferencias significativas para estas conductas entre grupos ni dentro de grupos.

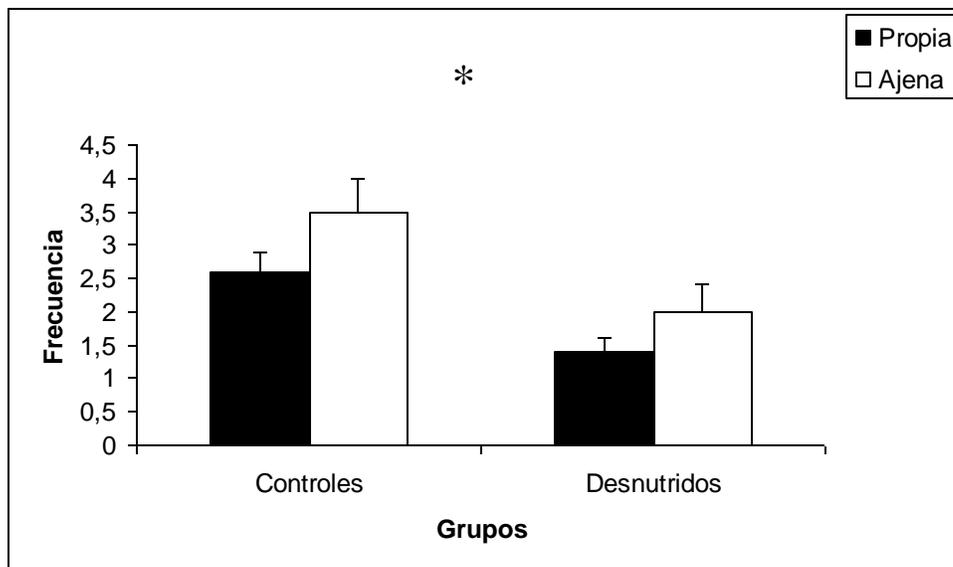


Figura 2.- Frecuencia en los intentos de escape entre madres propias y ajenas (media \pm error) observados durante una prueba de reconocimiento doble a 12 horas de edad en cabritos controles y desnutridos. El asterisco indica diferencias entre grupos (controles y desnutridas) (U Mann Whitney, $P < 0.05$).

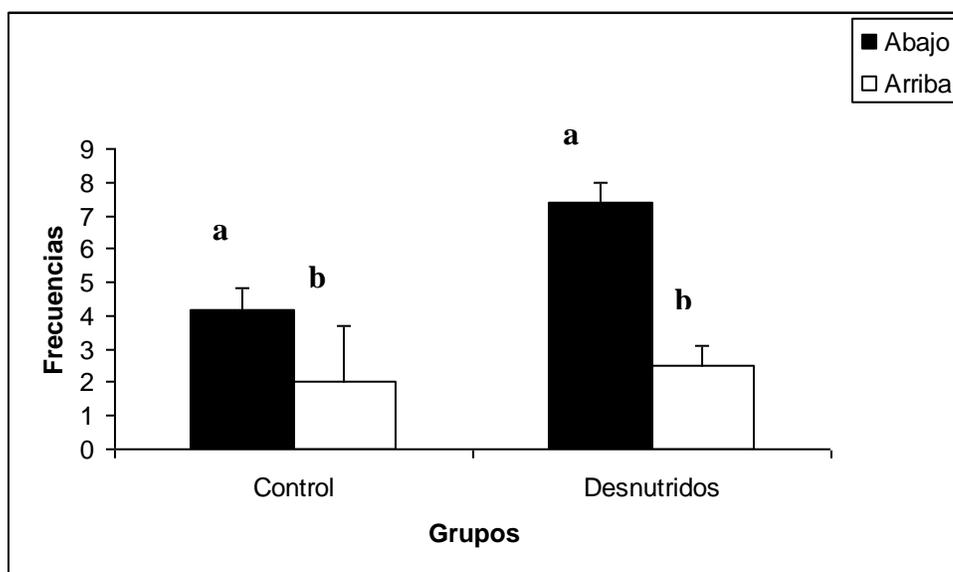


Figura 3.- Frecuencia de veces con la cabeza abajo y con la cabeza arriba en madres propias (media \pm error) observado durante una prueba de reconocimiento doble a 12 horas de edad en cabritos controles y desnutridos. Las literales diferentes indican diferencias significativas dentro de grupos (Wilcoxon, $P < 0.05$)

En la frecuencia de balidos de los cabritos emitidos durante la prueba, se encontró que en ambos grupos las crías emiten en mayor cantidad balidos de baja frecuencia que de alta frecuencia ($P < 0.05$, Figura 4).

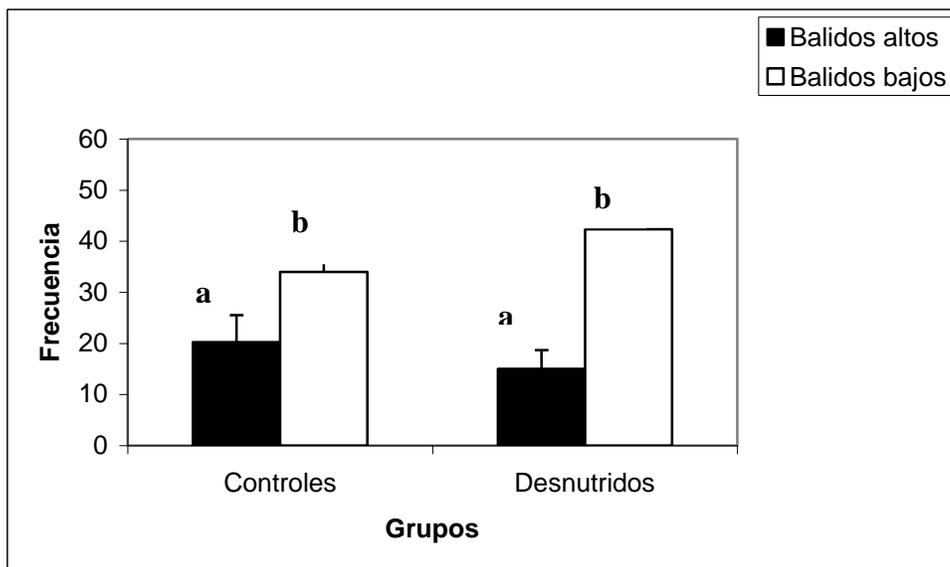


Figura 4.- Frecuencia de balidos altos y bajos (media \pm error) emitidos durante una prueba de reconocimiento doble a 12 horas de edad en cabritos controles y desnutridos. Las literales diferentes indican diferencias significativas dentro de grupos (Wilcoxon, $P < 0.05$)

Cuando se comparó dentro de grupos se observó que las crías del grupo control tendieron a permanecer más tiempo cerca de su madre que de la ajena, mientras que miraron significativamente más hacia la madre propia que a la ajena ($P < 0.05$, Figura 5). Mientras que las crías provenientes de madres desnutridas no mostraron preferencias por permanecer más tiempo por alguna de las madres y tampoco por mirar más hacia alguna ($P > 0.05$, Figura 6).

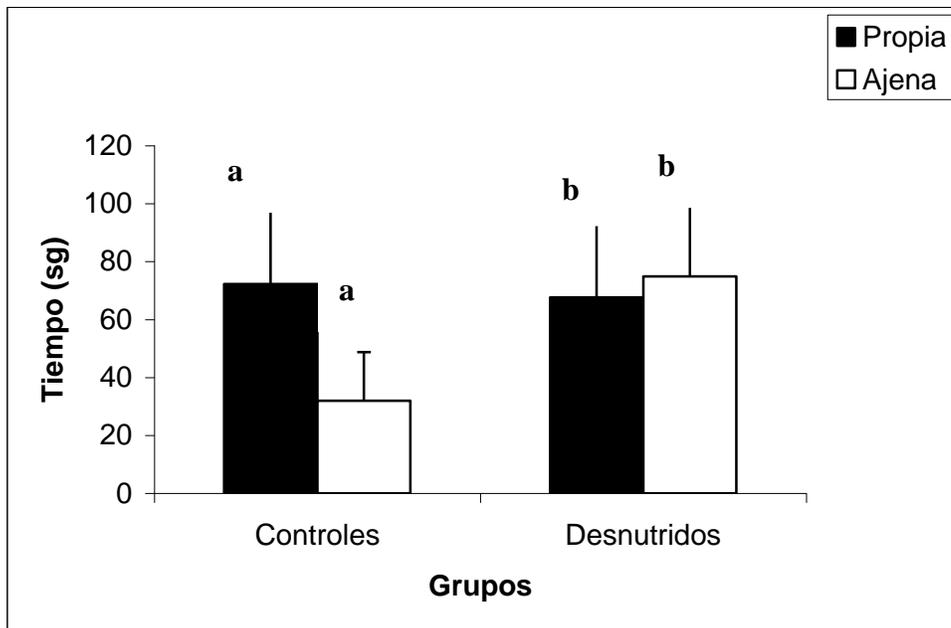


Figura 5.- Tiempo cerca de las madres propias y ajenas (media \pm error) observado durante una prueba de reconocimiento doble a las 12 horas de edad en cabritos controles y desnutridos. Las literales iguales indican una tendencia dentro de grupos (Wilcoxon, $P = 0.1$)

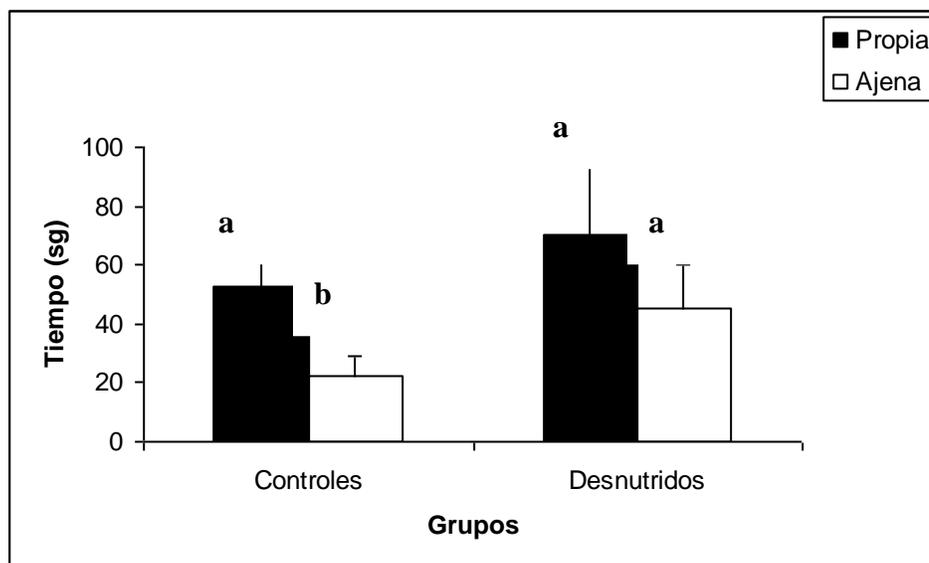


Figura 6.- Tiempo de mirar hacia la madre propia o ajena (media \pm error) observado durante una prueba de reconocimiento doble a las 12 horas de edad en cabritos controles y

desnutridos. Las literales diferentes indican diferencias significativas dentro de grupos (Wilcoxon, $P < 0.05$).

Características espectrales de las vocalizaciones provenientes de los cabritos a 8 horas de nacidos

De manera general se encontró que las características espectrales de las vocalizaciones entre los cabritos provenientes de madres controles y desnutridas no difirieron significativamente ($P > 0.05$).

Como se puede observar en la tabla 8, la frecuencia fundamental tuvo un promedio máximo de 437 Hz y el promedio menor fue de 387 Hz.

Para el caso de la intensidad de la vocalización se encontró un promedio máximo de 84 dB y un promedio mínimo de 83dB.

En lo que respecta al número de tonos se encontró un promedio máximo de 5 y un mínimo de 2.

Finalmente la duración promedio de la vocalización se encontró un valor promedio máximo de 1 segundo y un mínimo de 0.6 segundos.

Las características espectrales de los cabritos también se compararon dentro de grupo entre las situaciones en las cuales el cabrito actuó como cría ajena o cría propia en la prueba de la madre. De esta manera se encontró que sólo en el grupo desnutrido la duración de las vocalizaciones fueron diferentes, ya que los cabritos desnutridos que actuaron como propios en la prueba tuvieron balidos de duración mayor que los cabritos ajenos (Tabla 8).

El resto de los parámetros analizados no difirieron entre cabritos ajenos y propios en ambos grupos ($P > 0.05$).

Tabla 7.- Parámetros medidos en el poder del espectro de las vocalizaciones de cabritos provenientes de madres controles o madres desnutridas con 8 horas promedio de nacido.

PARAMETROS	CONTROL		DESNUTRIDO	
	PROPIO	AJENO	PROPIO	AJENO
FRECUENCIA FUNDAMENTAL (Hz)	398.4 ± 29.617	437.50 ± 40.954	415.52 ± 23.581	387.69 ± 90.484
INTENSIDAD (dB)	84.748 ± 1.785	84.175 ± 1.028	84.908 ± 1.593	83.660 ± 1.045
TONOS (número)	5.091 ± 1.095	4.150 ± 1.162	2.667 ± 0.926	4.987 ± 1.339
DURACION (Sg)	0.624 ± 0.122	0.870 ± 0.230	1.000 ± 0.059 a	0.749 ± 0.056 b

En donde **a, b**: indica diferencia significativa dentro de grupo entre propia y Ajena.

Debido a que no se encontraron cambios significativos, no mostramos la información en forma de gráficas.

X.- DISCUSIÓN

El presente trabajo demostró que la desnutrición prenatal aparentemente no afecta las características de las vocalizaciones en cabritos a 8 horas de edad. De manera general la frecuencia fundamental, la intensidad de la vocalización, el número de tonos y la duración promedio de los balidos, emitidos por los cabritos durante esta prueba, no fueron diferentes entre el grupo control y el desnutrido. Sin embargo se observó que en el grupo desnutrido la duración del balido fue mayor cuando el cabrito estaba probado con su madre que cuando fue probado con una ajena. Es posible que esa variación pueda estar relacionada con el desarrollo o maduración sensorial de los cabritos a esa edad. Es la primera vez que se analizan las

vocalizaciones de cabritos desnutridos prenatalmente, por lo que se sugiere hacer más estudios con un número mayor de animales y utilizar herramientas de análisis de sonidos más específicos para poder fundamentar este hallazgo. Los componentes de las vocalizaciones registrados en este trabajo, son también los utilizados por diversos estudios, no sólo en mamíferos, sino también en aves, los cuales permiten distinguir la variación interindividual de la estructura de la voz de los animales. Los cabritos de acuerdo a esos componentes ya cuentan con una variación tan distinta entre individuos que los hace contar con su propia firma acústica desde las 24 horas postnacimiento (Terrazas y cols., 2003).

Los resultados de las características espectrales en el presente estudio contrastan con trabajos realizados en ratas, donde se encontró que las crías de rata provenientes de madres desnutridas proteicamente durante la gestación, emiten vocalizaciones ultrasónicas alteradas o modificadas en su poder espectral, por lo que se concluyó en ese trabajo, que la desnutrición prenatal altera también el desarrollo del sistema vocal de las crías (Tonkiss y cols., 2003).

Por su parte los resultados obtenidos en la prueba de reconocimiento a 12 horas de edad, acerca de la comunicación acústica, muestran que las madres emitieron más balidos bajos que balidos altos, y no se encontraron diferencias ni entre grupos ni entre propia y ajena de cada grupo. Mientras que las crías también emitieron en mayor frecuencia balidos bajos que altos y no se encontraron diferencias entre grupos. En esta especie, así como en ovejas se ha observado que durante las primeras horas de vida y en general durante toda la lactancia las madres y las crías se caracterizan por tener una alta comunicación vocal, en donde sobresale la emisión de balidos bajos (Poindron y cols., 2007c; Sébe y cols., 2007).

Los cabritos son crías precoces de tipo escondedizo, que se mantienen ocultos la mayor parte del tiempo durante la primera semana de edad (revisión Poindron y cols., 2007a). Es posible que este tipo de comunicación con balidos bajos durante la prueba, entre madres y crías esté relacionada o sea consecuencia de una adaptación filogenética que han desarrollado estas especies. Debido a que durante esa edad las relaciones espaciales entre madre y cría sean muy cercanas. En contraste con corderos, en donde se ha observado que durante una prueba similar realizada a 24 horas de edad, con ovejas intactas bien alimentadas, la madre propia emitió más balidos bajos que la madre ajena, y en donde de hecho esta última tendió a emitir

más balidos altos que bajos. Esta comunicación acústica, así como otros cambios en la conducta de las madres, les permiten a los corderos hacer una elección correcta o discriminar entre su madre y una ajena (Terrazas y cols., 2002).

En relación a las demás conductas que se registraron en las madres durante la prueba, se encontró que los intentos de escape de la madre propia fueron más frecuentes en las controles que en las desnutridas. De hecho las madres controles (propia y ajena) se mantuvieron más activas en esta conducta que las desnutridas, aunque no se encontró significancia en todas las comparaciones. Así mismo cuando se comparó la frecuencia o el número de veces que las madres tenían la cabeza arriba o abajo durante la prueba de reconocimiento se encontró que las madres propias de ambos grupos mostraron significativamente mayor frecuencia de tener la cabeza abajo que tenerla arriba. Esta conducta es un signo de aceptación que la madre envía a la cría para guiarla durante el reconocimiento. En ovejas también se encontró que las madres propias mantienen más veces la cabeza abajo que arriba, en una prueba de reconocimiento similar y que de hecho las madres ajenas tiendes a mostrarse más agitadas presentando más veces la cabeza arriba (Terrazas y cols., 2002). En estudios previos se ha demostrado que la motivación materna de cabras que han sido desnutridas durante la segunda mitad de la gestación se deteriora, especialmente durante la primera hora postparto, y que éstas madres no muestran una capacidad adecuada para reconocer a sus crías a distancia (Terrazas y cols., 2009).

Por su parte en los cabritos se observó que sólo los provenientes de madres bien alimentadas mostraron una preferencia clara por su madre en comparación con la ajena durante la prueba de elección. Esto en base a que tendieron a permanecer más tiempo cerca de su madre que de la ajena y miraron por más tiempo a su madre que a la ajena. Mientras que los cabritos desnutridos no mostraron una preferencia por alguna de las madres. Estos resultados están en relación con reportes previos donde se observó que la desnutrición prenatal deteriora la capacidad de reconocimiento en cabritos criollos a las 12 horas de edad (Terrazas y cols., 2009).

En general se observa que la desnutrición durante la segunda mitad de la gestación repercute de manera importante en el comportamiento de la cría como demuestran los presentes resultados, los cuales confirman que los cabritos desnutridos no son capaces de reconocer a

sus madres en una prueba de elección doble, así mismo, las alteraciones parciales de la estructura de las vocalizaciones a 8 horas de edad podrían, de manera general, reflejar un atraso en el desarrollo físico y cognitivo, que a su vez pueda también ser consecuencia de un deterioro en las atenciones maternas de la cabra durante el periodo sensible.

También el presente estudio demostró que la desnutrición puede afectar aunque no en gran medida la respuesta conductual de las madres durante este tipo de pruebas, sin embargo es necesario realizar más estudios para confirmar los presentes hallazgos.

XI.- CONCLUSIONES

- 1.- La desnutrición en la vida prenatal no afecta de manera importante la estructura de las vocalizaciones de cabritos a las 8 horas de edad.

- 2.- La comunicación acústica madre-cría en una prueba de elección doble se caracteriza por la emisión de más balidos bajos que altos.

- 3.- La desnutrición en la gestación afecta la conducta de las madres durante una prueba de elección doble a 12 horas postparto.

- 4.- Los cabritos provenientes de madres desnutridas no muestran una clara preferencia por una de las madres (propia o ajena) durante una prueba de elección doble a 12 horas de edad.

- 5.- Es necesario realizar más estudios al respecto para aclarar el papel de la comunicación acústica en cabritos y los efectos de la desnutrición prenatal.

XII. BIBLIOGRAFÍA

- Agraz, A.A., 1981. Cría y explotación de la cabra en América Latina. Editor S.A. Buenos Aires, Argentina.
- Allan, C.J., Holst, P.J., and Hinch, G.N., 1991b. Behavior of parturient Australian bush goats. I. Doe behaviour and kid vigour. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 32, 55-64.
- Allan, C.J., Hinch, G.N., and Holst, P.J., 1991a. Behaviour of parturient Australian bush goats. II. Spatial relationships and activity patterns. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 32, 65-74.
- Alexander, G, 1977. Role of auditory and visual cues in mutual recognition between ewes and lambs in merino sheep. *Appl. Animal Ethology.* 3, 65-81.
- Alexander, G, 1978. Odour, and the recognition of lambs by Merino ewes. *Appl. Animal Ethology.* 4, 153-158.
- Alexander, G., and Shillito, E.E., 1977. The importance of odour, appearance and voice in maternal recognition of the young in Merino sheep (*Ovis aries*). *Appl. Animal Ethology.* 3, 127-135.
- Altmann, S.A, 1967. The structure of primate social communication. In: S.A. Altmann (Ed.), *Social communication among primates.* 325-362. University of Chicago Press, Chicago.
- Arbiza, S.I., 1986. Producción de Caprinos. México, D. F.: AGT Editor, S. A.

- Austin, K. B., Beiswanger, C., Bronzino, J.D., Austin-LaFrance, R.J., Galler, J.R., and Morgane, P.J., 1992. Prenatal protein malnutrition alters behavioral state modulation of inhibition and facilitation in the dentate gyrus. *Brain Research Bulletin*. 28, 245-255.
- Banchero, G., Perez, R., Bencina, R., Lindsay, D.R., Milton, J.T.B., and Martin, G.B., 2006. Endocrine and metabolic factors involved in the effect of nutrition on the production of colostrum in female sheep. *Reproduction Nutrition Development*. 46, 1-15.
- Bateson, P.P.G, 1966. The characteristics and context of imprinting. *Biological Reviews*. 41, 177-220.
- Beer, C.G, 1970. Individual Recognition of voice in the social behavior of birds. *Advances in the study of behavior*. 3, 27-74.
- Cabello, E., y Andrade, H., 1995. Comportamiento productivo del ganado caprino mantenido en zona semiárida y en un sistema semi-intensivo, nivel 1. *Desarrollo tecnológico. Querétaro, México. Universidad Autónoma de Querétaro*. 56.
- Chemineau, P., Daveau, A., Maurice, F., and Delgadillo, J.A., 1992. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Ruminant Research*. 8, 299- 312.
- Collias, N.E., 1956. The analysis of socialization in sheep and goats. *Ecology*. 37, 228-239.
- Das, N., and Tomer, O.S., 1997. Time pattern on parturition sequences in Beetal goats and crosses: comparison between primiparous and multiparous does. *Small Ruminant Research*. 26, 157-161.
- Daza, A., Fernández, C., and Sánchez, A., 2004. *Ganado Caprino. Producción, Alimentación y Sanidad*. Editores S.A. Madrid, España.

- Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., and Malpoux, B., 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male creole goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology*. 52, 727-737.
- Delgadillo, J., et al., 1998. Length of postpartum anestrus in goats in subtropical Mexico: Effect of season of parturition and duration of nursing. *Theriogenology*. 49, 1209-1218.
- Dichter, G. S., Brunelli, S.A., and Hofer, M.A., 1996. Elevated plus-maze behaviour in adult offspring of selectively bred rats. *Physiology and Behavior*. 60, 299-304.
- Di Giovanni, V., Cagiari, R., Carratu, M.R., Da Salvia, M.A., Giustino, A., and Cuomo, V., 1994. Alterations in the ontogeny of rat pup ultrasonic vocalization produced by prenatal exposure to nitrogen dioxide. *Psychopharmacology*. 116, 423-427.
- Donzelli, G.P., Rapisardi, G., Moroni, M., Zani, S., Tomasini, B., Ismaelli, A., and Brusaglioni, P., 1994. Computerized cry analysis in infants affected by severe protein energy malnutrition. *Acta Paediatrica*. 83, 204-221.
- Ducoing, A., 2006. *Introducción a la caprinocultura*. UNAM. México.
- Dwyer, C. M., 1998. Vocalizations between mother and young in sheep: Effects of breed and maternal experience. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 55(1-2), 91-101.
- Dwyer, C., Lawrence, A., Bishop, S., and Lewis, M., 2003. Ewe-lamb bonding behaviors at birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. *The British Journal of Nutrition*. 89, 123-136.
- Espmark, Y., 1975. Individual characteristics in the calls of reindeer calves. *Behavior*. 54, 50-59.

- Ferreira, G., Terrazas, A., Poindron, P., Nowak, R., Orgeur, P., and Lévy, F., 2000. Learning of olfactory cues is not necessary for early lamb recognition by the mother. *Physiology and Behavior*. 69, 405-412.
- Fisichelli, V., and Karelitz, S., 1963. The cry latencies of normal infants and those with brain damage. *Journal of Paediatrics*. 62, 724-734.
- Galina, M.A, 1992. *Caprinotecnia*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.
- Galler, J.R., Shumsky, J.S., and Morgane, P.J., 1996. Malnutrition and brain development. In W. A. Walter and J. Watkins (Eds.), *Nutrition in pediatrics*. 196-212. Neuilly-sur-Seine, France: Decker Europe.
- Gilling, G, 2002. Desarrollo del reconocimiento mutuo entre la madre y su cría en los primeros días post parto en cabras. Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gonzales-Mariscal, G., and Poindron, P., 2002. Parental care in mammals: immediate internal and sensory factors of control. In: Ptaff, D.W., Arnold, A.P., Etgen, A.M., Fahrbach, S.E., Rubin, R.T. (Eds.). *Hormones, Brain and Behaviour*, vol. 1. Academic Press, New York. 215-298.
- González-Padilla, E. 2009. Situación y perspectivas de los ovinos y caprinos en México. VI Congreso Latinoamericano de la Asociación de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos.
- Gubernick, D.J., Corbeau Jones, K., and Klopfer, P.H., 1979. Maternal imprinting in goats. *Anim. Behav.* 27, 314-315.

- Gubernick, D.J., 1980. Maternal “imprinting” or maternal “labeling” in goats. *Anim.Bahav.* 28, 124-129.
- Gubernick, D.J.,1981. Parental Infant attachment in mammals. In.: Gubernick, D.J., Klofter, P.H. (Eds.), *Parental care in mammals*. Plenum Press, New York, pp. 243-305.
- Hernández, U.A. 2006. Evaluación de los efectos de la subnutrición durante la segunda mitad de la gestación sobre la actividad vocal y las características sonográficas de los corderos durante los primeros 3 días de edad. Cuautitlán Izcalli, Edo. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Herscher, L., Richmond, J.B., and Moore, A.U., 1963. Maternal behavior in sheep and goats. In: H. L. Rheingold (Ed.). *Maternal behavior in mammals*. New York: Wiley 203-232.
- Hofer, M.A, 1996. Multiple regulators of ultrasonic vocalization in the infant rat. *Psychoneuroendocrinology.* 21, 203-217.
- Hunt, L.E., Smotherman, W.P., Wiener, S.G., and Levine, S., 1976. Nutritional variables and their effect on the developmental of ultrasonic vocalizations in rat pups. *Physiology and Behavior.* 17, 1737-1039.
- Insel, T.R., Hill, J.L., and Mayor, R.B., 1986. Rat pup insolation calls: Possible mediation by the benzodiazepine receptor complex. *Pharmacology Biochemistry and Behavior.* 24, 1263-1267.
- Johnson, M. K. 1991. Information processing and storage during filial imprinting. In P. G. Hepper (Ed.), *Kin recognition.* 335–357.

- Juntunen, K., Sirviô, P., and Michelsson, K., 1978. Cry analysis in infants with severe malnutrition. *European Journal of Pediatrics*. 128, 241-246.
- Kendrick, K.M., Da Costa, A.P., Broad, K.D., Ohkura, S., Guevara, R., Lévy, F., and Keverne, E.B., 1997. Neural control of maternal behavior and olfactory recognition of offspring. *Brain Res. Bull.* 44, 383-395.
- Kerelitz, S., and Fisichelli, V., 1962. The cry thresholds of normal infants and those with brain damage. *Journal of Pediatrics*. 61, 679-685.
- Keverne, E. B., Lévy, F., Poindron, P., and Lindsay, D. R. 1983. Vaginal stimulation: An important determinant of maternal bonding in sheep. *Science*. 219, 81-83.
- Langenau, E.E., and Lerg, J.M., 1976. The effects of winter nutritional stress on maternal and neonatal behavior in penned white-tailed deer. *Appl. Animal Ethology*. 2, 207-223.
- Lenhardt, M. L. (1977). Vocal contour cues in maternal recognition of goat kids. *Applied Animal Ethology*. 3, 211-220.
- Lester, B.M, 1976. Spectrum analysis of the cry sounds of well-nourished and malnourished infants. *Child Development*. 47, 237-241.
- Lévy, F., Kendrick, K., Keverne, E.B., Porter, R.H., and Romeyer, A., 1996. Physiological, sensory and experiential factors of parental care in sheep. *Advances in the study of behavior*. 25: 385-473.
- Lévy, F., and Poindron, P., 1984. Influence du liquide amniotique sur la manifestation du comportement maternel chez la brebis parturiente. *Biology of Behavior*. 9 : 271-278.

- Lévy, F., and Poindron, P., 1987. The importance of amniotic fluids for the establishment of maternal behavior in experienced and inexperienced ewes. *Animal Behavior*. 35: 1188-1192.
- Lévy, F., Poindron, P., and 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, R.E., 1984. Mother-infant spatial relationships in domestic goat. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 13, 93-100.
- Lickliter, R.E., 1985. Behaviour associated with parturition in the domestic goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 13, 335-345.
- Lindsay, D.R., and Fletcher, I.C., 1968. Sensory involvement in the recognition of lambs by their dams. *Anim. Behav.* 16: 415-417.
- Lorenz, K. Z., 1935. Der Kumpan in der Umwelt des Vogels. The companion in the bird's world. *Journal fur Ornithologie*. 83, 137-213.
- Martin, R., Moscoso, G., Scaramuzzi, R.J., Loughna, P.T., Johnson, P., y Leigh, A. J., 1998. *J. Reprod. Fert.* 21:37.
- Maynard, L.A., y Loosli, J.K., 1975. *Nutrición Animal*. Editor S.A. México. D,F.
- Mc Donald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., y Morgan, C.A., 1999. *Nutrición Animal*. Editor S.A. Zaragoza, España.
- Michelsson, K, 1971. Cry analysis of symptomless low birth weight neonates and of asphyxiated newborn infants. *Acta Paediatrica Scandanavica Suppl.* 216, 1-45.

- Michelsson, K., and Sirviö, P., 1976. Cry analysis in congenital hypothyroidism. *Folia Phoniatica*. 28, 40-47.
- Michelsson, K., Sirviö, P., and Wasz-Hockert, O., 1977a. Pain cry in full-term asphyxiated newborn infants correlated with late findings. *Acta Paediatrica Scandinavica*. 66, 611-616.
- Michelsson, K., Sirviö, P., and Wasz-Hockert, O., 1977b. Sound spectrographic cry analysis of infants with bacterial meningitis. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 19, 309-315.
- Morgane, P.J., Austin-LaFrance, R.J., Bronzino, J.D., Tonkiss, J., Díaz-Cintra, S., Cintra, L., and Galler, J.R., 1993. Prenatal malnutrition and development of the brain. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 17, 91-128.
- Nowak, R., and Poindron, P., 2006. From birth to calostrum: early steps leading to lamb survival. *Reproduction Nutrition Development*. 46, 431-446.
- Nowak, R., Poindron, P., Le Neindre, P., and Putu, I.G., 1987. Ability of 12-hours-old merino and crossbred lambs to recognise their mothers. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 17, 263-271.
- Nowak, R., Porter, R.H., Levy, F., Orgeur, P., and Schaal, B., 2000. Role of mother- young interactions in the survival of offspring in domestic mammals. *Rev. Reprod.* 5, 153-163.
- N.R.C. 1981. Nutrient requirements of goats. Washington, D. C.: National Academy of Sciences.

- N.R.C. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids. The National Academic Press, Washington. USA. 362
- Numan, M., Fleming, A.S., and Lévy, F., 2006. Maternal behaviour, In: Neill, J.D. (Ed.), Third edition. The Physiology in Reproduction, vol. 2. Elsevier, New York. 1921-1993.
- O'Connor, C.E., and Lawrence, A.B., 1992. Relationship between lamb vigour and ewe behaviour at parturition. *Animal Production*. 54, 361-366.
- Palma, G.J., 1995. Factores que influyen en la producción lechera de un hato caprino en el semiárido mexicano. Doctorado. Universidad de Colíma. México.
- Poindron, P., 2001. El control fisiológico de la conducta maternal al momento del parto en ovinos y caprinos. *Biología de la reproducción II*. 301-323.
- Poindron, P. and Carrick, M. J. 1976 Hearing recognition of the lamb by its mother. *Anim. Behav.* 24, 600-602.
- Poindron, P., Gilling, G., Hernandez, H., Serafin, N., and Terrazas, A. 2003. Early recognition of newborn kids by their mother. I. Nonolfactory discrimination. *Dev. Psychobiol.* 43, 82-89.
- Poindron, P., and Le Neindre, P., 1979a. Hormonal and behavioral basis for establishing maternal behavior in sheep. In: *Psychoneuroendocrinology in Reproduction*. 121-128.
- Poindron, P., and Le Neindre, P., 1979b. Les relations mère-jeune chez les ruminants domestiques et leur consequence en production animale. *Bulletin Technique du Département de Génétique Animale*. 29-30, 33-57.

- Poindron, P., and 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., Keller, M., and Lévy, F., 2007a. Maternal responsiveness and maternal selectivity in domestic sheep and goats: the two facets of maternal attachment. *Dev. Psychobiol.* 49, 54-70.
- Poindron, P., Gilling, G., Hernandez, H., Serafín, N., and Terrazas, A., 2007b. Preference of 12-h-old kids for their mother goats is impaired by pre-partum-induced anosmia in the mother. *Animal* 1. 1328-1334.
- Poindron, P., Terrazas, A., Navarro-Montes de Oca, M.L., Serafín, N., and Hernández, H., 2007c. Sensory and physiological determinants of maternal behavior in the goat (*Capra hircus*). *Hormones and Behavior*. 52:99-105.
- Porter, R. H. 1986. Kin recognition: A selective overview. In L. Passera and J. P. Lachaud (Eds.). *The individual and society* pp. 37–47. Toulouse, France: Privat, I.E.C.
- Pryce, C.R. 1992. A comparative systems model of the regulation of maternal motivation in mammals. *Anim. Behav.* 43, 412-441.
- Ramírez-Bribiesca, J.E., Tórtora, J.L., Hernández, L.M., and Huerta, M. 2001. Main causes of mortalities in dairy goat kids from the Mexican plateau *Small Ruminant Research*. 41:77-80.
- Ramírez, A., Quiles, A., Hevia, M.L., Sotillo, F., and Ramirez, M.C., 1996. Effects of immediate and early postpartum separation on maintenance of maternal responsiveness in parturient multiparous goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 48, 215-224.

- Ramirez, A., Quiles, A., Hevia, M.L., and Sotillo, F., 1998. Behavior of the murciano-granadina goat during the first tour alter parturition. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 56, 223-230.
- Robinson, J.J., 1990. Nutrition in the reproduction of farm animals. *Nutrition Research Reviews.* 3: 253.
- Robinson, J., Sinclair, K., and Mcevoy, T., 1999. Nutritional effects on foetal growth. *Animal Science.* 68, 315-331.
- Romeyer, A., and Poindron, P., 1992. Early maternal discrimination of alien kids by post-parturient goats. *Behav. Process.* 26, 103-112.
- Romeyer, A., Porter, R.H., Lévy, F., Nowak, R., Orgeur, P., and Poindron, P., 1993. Maternal labelling is not necessary for the establishment of discrimination between kids by recently parturient goats. *Anim. Behav.* 46, 706-712.
- Romeyer, A., Poindron, P., and Orgeur, P., 1994a. Olfaction mediates the establishment of selective bonding in goats. *Physiol. Behav.* 56, 693-700.
- Romeyer, A., Poindron, P., Porter, R.H., Lévy, F., and Orgeur, P., 1994b. Establishment of maternal bonding and its mediation by vaginocervical stimulation in goats. *Physiol. Behav.* 55, 395-400.
- Ruiz-Miranda, C.R., 1993a. Use of pelage pigmentation in the recognition of mother in a group by 2-to-4-month-old domestic goat kids. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 36, 317-326.
- Ruiz-Miranda, C. R., Szymanski, M. D., and Ingals, J.W. 1993b. Physical characteristics of the vocalizations of domestic goat does (*Capra hircus*) in response to their offspring cries. *Bioacoustics.* 5, 99-116.

- Sánchez, S.H.A., 2005. “Estudio del efecto de la desnutrición prenatal durante la segunda mitad de la gestación, sobre el desempeño conductual de las crías de cabras en el periodo inmediatamente post-parto”. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.
- Samraus, H.H., and Wittmann, M., 1989. Observations of the birth and suckling behavior of goats. *Tierärztliche Praxis*. 17, 359- 365.
- Searby, A., and Jouventin, P., 2003. Mother-lamb acoustic recognition in sheep: a frequency coding. *Proceedings of the Royal Society of London Series. Biological Sciences*. 270, 1765-1771.
- Sebé, F., Nowak, R., Aubin, T., and Poindron, P., 2007. Establishment of vocal communication and discrimination between ewes and their lamb in the first two days after parturition. *Developmental Psychobiology*. 49: 375-386.
- Serafin, N., Terrazas, A., Hernandez, H., Paredes, A., and Poindron, P., 2003. Maternal behaviour of intact and anosmic parturient goats. In: *International Ethological Conference, Florianapolis, Brasil*.
- Shillito, E. E. and Alexander, G. 1975. Mutual recognition amongst ewes and lambs of four breeds of sheep (*Ovis aries*). *Appl. Anim. Ethology*. 1, 151–165.
- Shillito-Walser, E. E., and Alexander, G., 1980. Mutual recognition between ewes and lambs. *Reprod. Nutr. Dev.* 20, 807–816.
- Shillito-Walser, E. E., and Hague, P., 1980. Variation in the structure of bleats from sheep of four different breeds. *Behavior*. 75, 21-35.

- Shillito-Walser, E. E., Hague, P., and Walters, E., 1981. Vocal recognition of recorded lambs voices by ewes of three breeds of sheep. *Behav.* 78, 260–272.
- Shimada, M. A., 2003. Nutrición Amimal. México. Editor S.A.
- Shultz, P.L., Galler, J.R., and Tonkiss, J., 2002. Prenatal protein malnutrition enhances the stimulus properties of CDP, but not a CDP/THIP combination, in a drug discrimination paradigm. *Pharmacology Biochemistry and Behavior.* 73, 759-769.
- SIACON. 2003. Estadísticas del sector pecuario nacional. Versión 1.1. Sistema de información agropecuaria de consulta. Centro de estadística agropecuaria. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México, D.F.
- SIAP. 2004. Censo Caprino, Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. En: SAGARPA M, editor.
- SIAP. 2005. Censo Caprino, Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. En: SAGARPA M, editor.
- SIAP. 2006. Censo Caprino, Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. En: SAGARPA M, editor.
- SIAP. 2008. Censo Caprino, Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. En: SAGARPA M, editor.
- SIAP. 2009. Censo Caprino, Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. En: SAGARPA M, editor.

- Terrazas, A., Ferreira, G., Lévy, F., Nowak, R., Serafin, N., Orgeur, P., Soto, R., and Poindron, P., 1999. Do ewes recognize their lambs within the first day postpartum without the help of olfactory cues. *Behav. Proc.* 47, 19–29.
- Terrazas, A., Nowak, R., Serafin, N., Ferreira, G., Lévy, F., and Poindron, P., 2002. Twenty-four-hour-old lambs rely more on maternal behavior than on the learning of individual characteristics to discriminate between their own and alien mother. *Dev. Psychobiol.* 40, 408–418.
- Terrazas, A., Robledo, V., Serafín, N., Soto, R., Hernández, H., and Poindron, P., 2008. Differential effects of undernutrition during pregnancy on the behaviour of does and their kids at parturition and on the establishment of mutual recognition. *Animal* In press.
- Terrazas, A., Serafin, N., Hernandez, H., Nowak, R., and 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.
- Terrazas, A., Robledo, V., Serafín, N., Soto, R., Hernández, H., and Poindron P., 2009. Differential effects of undernutrition during pregnancy on the behavior of does and their kids at parturition and on the establishment of mutual recognition. *Animal.* 3:294-306.
- Tonkiss, J., Bonnie, K., Hudson, J., Shultz, P., Duran, P., and Galler, J., 2003. Ultrasonic call characteristics of rat pups are altered following prenatal malnutrition. *Developmental Psychobiology.* 43:1-13.
- Tonkiss, J., Galler, J.R., Morgane, P.J., Bronzino, J.D., and Austin-LaFrance, R.J., 1993. Prenatal protein malnutrition and postnatal brain function. *Annals of the New York Academy of Sciences.* 678, 215-227.

- Tonkiss, J., Shultz, P.L., Shumsky, J.S., Fiacco, T.A., Vincitore, M., Rosene, D.L., and Galler, J.R., 2000a. Chlordiazepoxide induced spatial learning deficits: Dosedependent differences following prenatal malnutrition. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*. 65, 105-116.
- Tonkiss, J., Trzcinska, M., Shultz, P.L., Vincitore, M., and Galler, J.R., 2000b. Prenatally protein malnourished rats are less sensitive to the amnestic effects of medial septal infusion of chlordiazepoxide. *Behavioral Pharmacology*. 11, 437-446.
- Trivers, R. L., 1972. Parental investment and sexual selection. In. *Sexual selection and the descent of man* (ed. B. Campbell). 136–179. Chicago, IL: Aldine.
- Vankova, D., and Malek, J., 1997. Characteristics of the vocalizations of red deer *Cervus elaphus* hinds and calves. *Bioacoustics*. 7, 281–289. 320.
- Wade, G.N., and Schneider J.E., 1992. Metabolic fuels and reproduction in female mammals. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 16, 235-272.