

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
CARRERA DE MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

TESIS

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO 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”**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO
DE MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

PRESENTA

ULISES ALEJANDRO HERNÁNDEZ BARRIENTOS

ASESOR: DRA. ANGELICA MA. 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.

CREDITOS

Este trabajo fue realizado gracias al apoyo del proyecto PAPIIT N° IN217205 y a la cátedra IN207- FESC.

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Al Instituto de Neurobiología, UNAM campus Querétaro.

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

INDICE

1. Resumen.....	6
2. Introducción.....	7
3. Antecedentes.....	10
4. Objetivos	34
5. Hipótesis	34
6. Material y Métodos.....	35
7. Resultados.....	41
8. Discusión.....	45
9. Conclusiones	48
10. Bibliografía.....	49

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.-Necesidades nutricionales diarias de ovejas multíparas en las primeras 15 semanas de gestación.....	21
Cuadro 2.-Necesidades nutricionales diarias de corderas primaras en las primeras 15 semanas de gestación.....	22
Cuadro 3.-Necesidades nutricionales diarias de ovejas durante las 4 a 6 últimas semanas del periodo de gestación (130% al 150% tasa de nacimientos esperada).....	23
Cuadro 4.-Necesidades nutricionales diarias de ovejas durante las 4 a 6 ultimas semanas del periodo de gestación (180% al 225% tasa de nacimientos esperada).....	23
Cuadro 5.-Necesidades nutricionales diarias de corderas primaras durante las 4 a 6 últimas semanas del periodo de gestación (100% al 120% tasa de nacimientos esperada).....	24
Cuadro 6.-Necesidades nutricionales diarias de corderas primaras durante las 4 a 6 últimas semanas del periodo de gestación (130% al 175% tasa de nacimientos esperada).....	24
Cuadro 7. Porcentaje de inclusión de cada ingrediente y aporte total de proteína y energía.....	36

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.-Ilustración que muestra los distintos parámetros espectrográficos medidos en las vocalizaciones de los corderos con 1 a 3 días de edad, en los grupos de ovejas controles y desnutridas.....39
- Figura 2.- Frecuencia pico observada en balidos altos emitidos por corderos controles y desnutridos grabados durante los primeros tres días de vida. Valores en medias y error estándar.....41
- Figura 3.- Número de armónicas observadas en balidos altos emitidos por corderos controles y desnutridos grabados durante los primeros tres días de vida. Valores en medias y error estándar.....42
- Figura 4.- Duración total de los balidos altos emitidos por corderos controles y desnutridos grabados durante los primeros tres días de vida. Valores en medias y error estándar.....44

RESUMEN

La desnutrición durante la gestación tiene no sólo repercusiones sobre el peso de la madre y la cría después del parto sino también afecta la producción de leche y puede incluso alterar el desempeño conductual en ambos animales. Todos estos factores conducen a disminuir la sobrevivencia de la cría.

El presente trabajo tuvo por objetivo evaluar si la desnutrición prenatal, específicamente durante la segunda mitad de gestación, afectaría la actividad vocal de los corderos durante la primer hora de nacidos, así como también si podría alterar las características espectrales de las vocalizaciones de los corderos durante los primeros tres días de nacidos.

Se utilizaron corderos de la raza Columbia durante los primeros tres días de nacidos. Las crías provenían de dos grupos experimentales de ovejas: Un grupo control el cual fue alimentado durante toda la gestación con el 100% de los requerimientos nutricionales. Un segundo grupo experimental el cual fue restringido al 70% de sus requerimientos de energía y proteína a partir del día 70 de gestación hasta el parto.

Los corderos de ambos grupos fueron video grabados durante la primer hora post-nacimiento, con el fin de evaluar su actividad vocal.

Posteriormente los corderos de ambos grupos fueron grabados durante 10 minutos al menos 10 balidos altos, por los primeros tres días de nacidos cada 24 horas. En esta sesión se analizaron por separado las vocalizaciones de cada cordero, y con la ayuda de un programa para análisis sonográfico se midieron tres parámetros espectrales, la frecuencia pico (frecuencia con mayor cantidad de energía), número de armónicas (replicas de la frecuencia fundamental) y duración total de la vocalización.

Se obtuvo que la cantidad de vocalizaciones durante la primer hora de nacidos no difirió entre los corderos desnutridos y los corderos controles, aparentemente la desnutrición no afectó la actividad vocal de los corderos desnutridos, sin embargo, aunque no se encontraron diferencias significativas los corderos desnutridos emitieron menos vocalizaciones que los corderos controles (191 ± 67 vs. 270 ± 104 respectivamente, U Mann Whitney, $P > 0.05$).

Al evaluar los parámetros espectrales se encontró que la desnutrición si alteró la calidad de las vocalizaciones emitidas por los corderos en los primeros tres días de nacidos. De esta manera se observa que la frecuencia pico fue significativamente mayor en los balidos de los corderos desnutridos que los controles. También la duración del balido fue significativamente mayor en las vocalizaciones de los corderos desnutridos que los corderos controles. Mientras que el número de armónicas fue sólo mayor en los balidos de los corderos desnutridos que en los controles para el segundo día de nacidos.

Se concluye que la desnutrición prenatal altera la calidad de las vocalizaciones emitidas por los corderos durante los primeros tres días de nacidos, lo que podría inducir alteraciones en la formación de la firma acústica, por medio de la cual, la madre es capaz de reconocerlos a distancia.

INTRODUCCIÓN

La conducta materna en la mayoría de los mamíferos se caracteriza por un cuidado intensivo de la camada. Durante este periodo la madre incurre en distintas conductas, resultado de cambios endócrinos y preceptivos (González-Mariscal y Poindron 2002), estos cambios están dirigidos al cuidado y atención de la camada. En los mamíferos existen tres tipos de relaciones madre-cría, las cuales están basadas de acuerdo al desarrollo del neonato. Por un lado están las especies altriciales las cuales se caracterizan por tener crías poco desarrolladas en donde no existe la formación de un vínculo selectivo y toda la conducta se centra alrededor del nido. En estas especies las crías dependen completamente de la madre, en esta agrupación se encuentran los roedores, felinos y caninos. Por otro lado, existen las especies matricolias, las cuales tienen crías sensorialmente desarrollados pero limitadas en su capacidad motriz, tal es el caso de los primates. Finalmente se encuentran las especies precoces en donde las crías nacen con un avanzado desarrollo sensorial y motriz, éstas se caracterizan porque la madre forma un vínculo selectivo con su cría, aquí podemos encontrar a los ungulados (Poindron *et al.* 2003).

En estos tres grupos el cuidado materno implica un proceso de comunicación, en el cual distintas señales sensoriales son desplegadas. De las señales más estudiadas se encuentran las químicas, y tanto la madre como la cría tienen la capacidad de emitir y percibir feromonas para comunicar un estado conductual determinado en demanda de una respuesta (Wyatt 2003).

Por su parte la comunicación acústica también juega un papel muy importante, ya que en algunas especies, permite enviar señales a distancia que demanden principalmente el cuidado y atención de las crías (Hoop *et al.* 1998). De esta manera en roedores se conoce

que durante las primeras etapas de su vida emiten un repertorio de vocalizaciones tanto audibles como inaudibles, y en ambos casos se ha comprobado que están asociadas con llamados de atención y cuidado hacia la madre (Noirot 1972; Bell *et al.* 1974).

Por otro lado, en ovejas y cabras también se ha observado que existe una gran actividad vocal durante las primeras horas postparto, tanto en la madre como en las crías (Terrazas 1999; Terrazas *et al.* 2003), lo cual se sugiere puede estar relacionada con procesos de comunicación y aprendizaje. También se ha determinado que las vocalizaciones son importantes para el reconocimiento a distancia, ya que tanto las crías como las madres pueden ser capaces de discriminarse por la voz (Lindsay y Fletcher 1968; Poindron y Carrick 1976; Shillito-Walser, *et al.* 1981; Terrazas *et al.* 1999; Searby y Jouventin 2003; Terrazas *et al.* 2003). Se sugiere al menos en ovinos, que cuentan con un código de identidad contenido en una firma acústica, y que son capaces de utilizar la frecuencia media y el timbre de la voz para identificarse a distancia (Searby y Jouventin 2003).

No se ha estudiado el efecto que pudiera tener una malnutrición prenatal sobre la frecuencia de emisión y las características de los balidos en corderos o cabritos, sin embargo, se sugiere, al menos en roedores, que una malnutrición prenatal puede alterar el desarrollo sensorial de las crías. De por sí se ha observado que la malnutrición ocasiona perturbaciones significativas en el desarrollo del sistema nervioso central (SNC), originando efectos que persisten después del nacimiento (Galler *et al.* 1996). Recientes hallazgos también en ratas han observado que cuando las crías son desnutridas prenatalmente se alteran las características de la vocalización (Tonkiss *et al.* 2003), y se sugiere que estas alteraciones son debidas a daños en el SNC, como se sugiere también en humanos (Donzelli *et al.* 1994).

De esta manera, el presente trabajo pretende estudiar si la subnutrición prenatal puede ocasionar daños en la actividad vocal y en las características espectrales de las vocalizaciones de corderos durante los primeros 5 días de nacidos.

ANTECEDENTES

1.- GENERALIDADES DE LOS OVINOS EN MÉXICO

En el México prehispánico se criaban en forma doméstica muy pocas especies animales: guajolotes (pavos), ocas, y el perro pelón llamado xoloitzcuintle. Además de estas especies, se incluían en la dieta de los antiguos mexicanos una serie de animales de caza: jabalíes, conejos, liebres, iguanas, ranas, perdices, codornices, faisanes y venados entre otros. Es notable el hecho de que no había animales de trabajo o bestias de carga; por esta causa, los conquistadores españoles vieron la necesidad de traer una amplia variedad de ganado, principalmente yeguas, caballos y burros. Enseguida de los animales de trabajo, fueron traídas vacas y terneras, cabras, ovejas y cerdos. Estos animales se multiplicaron merced a la abundancia de comida, a un clima benigno, y a la ausencia de enfermedades que pudieran diezmarlas; así, comenzó un periodo de adaptación de estas especies a las condiciones del nuevo mundo cuyos resultados podemos ver en nuestros días. En aquella época, los barcos procedentes de China y Filipinas también trajeron animales, cerdos principalmente, de origen asiático. Las primeras razas de ovinos que llegaron a México eran de tipo merino, churras y lachas (Saucedo Montemayor, 1984). De esta manera, el país se fue poblando, y a principios del siglo XX gran parte de la república contaba con ganado criollo, descendiente de las razas españolas traídas originalmente. Durante el siglo XX ingresaron al país un gran número de razas de animales que contribuyeron a formar el pool genético del ganado local: de caprinos, Granadina, Anglo-Nubia y razas alpinas lecheras; de ovinos, Rambouillet, Lincoln, Corriedale, etc; de cerdos, Hampshire y Duroc; de bovinos, Hereford, Holstein. (Saucedo Montemayor, 1984).

El inventario nacional de ovinos cuenta con seis millones de cabezas. La mayoría del ganado ovino es de tipo criollo y solamente un porcentaje pequeño, razas definidas. Sin embargo, es pertinente agregar que el 23 % del inventario nacional son ovinos de pelo. El estado de México cuenta con el 14 % del inventario nacional, el estado de Hidalgo tiene el 13 %. Se ha estimado que alrededor de 500,00 productores a nivel nacional se dedican a la cría de ovinos, aunque únicamente 34 % de ellos vive totalmente de esta especie. También que, aproximadamente 120,000 artesanos trabajan la lana. Estos datos nos revelan la importancia socioeconómica de la especie. El fenotipo predominante es el criollo cara negra proveniente de la cruce de los animales autóctonos con Suffolk y Hampshire. Este tipo de animales es preferido para la preparación de barbacoa, platillo típico de la zona de muy alta demanda y precio (Perezgrovas y Sarmiento 2004).

En los últimos años a ocurrido la importación de razas exóticas tales como la Dorper y Kathadin, entre otras, que son comercializadas como pie de cría. Este sistema se basa en la cruce de animales de estas razas con ovinos criollos o con individuos de otras razas para producir animales para el abasto. Sin embargo, muchos animales producto de esas cruces también son empleados como sementales, cuyo propósito, muy cuestionable, es mejorar el ganado criollo. Los ranchos dedicados a la producción de pie de cría, mantienen a sus rebaños bajo condiciones muy favorables de alimentación, sanidad y alojamiento, que distan mucho de la cría ovina tradicional del país. Parece obvio decir que esos animales no podrían sobrevivir en las condiciones en que el ganado criollo lo hace regularmente (Perezgrovas y Sarmiento 2004).

El sistema de producción en México varía considerablemente, sin embargo el sistema de explotación que más predomina es el sistema de tipo extensivo, en donde los animales son

mantenidos en pastoreo la mayor parte del día, su alimentación depende de esquilmos de cosecha y de forrajes silvestres. Por otra parte y dada la condición limitada de los grupos sociales que crían estos animales, se puede observar una baja o nula aplicación de tecnologías, así como una pobre suplementación alimenticia (Cabello *et al.* 1995).

A pesar de la falta de información específica sobre el desarrollo de la ganadería ovina en el Nuevo Mundo, a partir de los datos aislados es posible reconstruir el avance de los rebaños. El ganado ovino no presentó grandes dificultades para la aclimatación en la Nueva España. La meseta central, árida y fría, ofrecía un medio ideal para la cría de ovejas, además de que el colono español gustaba mucho de su carne y utilizaba la lana para confeccionar su ropa. Las ovejas se introdujeron a México poco después de la conquista, por lo menos desde 1525, pues el Cabildo de la Ciudad Concedió las primeras estancias a varios conquistadores desde noviembre de 1526 (Perezgrovas y Sarmiento 2004).

En el centro del país sigue sobresaliendo los de principal productor y consumidor de carne ovina en forma de barbacoa o mixiote, platillo característico de los fines de semana, aunque han aparecido, si bien en forma incipiente, nuevas formas de consumo como son los cortes o el cordero lechal. En población destacan los estados del centro sobresaliendo los de México e Hidalgo, los cuales según las estadísticas están colocados a la cabeza en producción de carne, seguidos muy de cerca por otros estados también del centro como es el caso de Veracruz. Sin embargo, han hecho su aparición otros estados como Tamaulipas o Jalisco que van ganando importancia en la producción. La lana nacional generalmente se destina a artesanía o usos industriales y recientemente ha hecho su aparición la leche que se comercializa en quesos, forma en que va ganando terreno.

Las formas de producción ovina si bien son muy variadas en el país, destacan tres:

1.-Las empresariales generalmente con rebaños estabulados (de reciente aparición), con grandes inversiones y búsqueda de altas eficiencias productivas, en el que sobresalen dos tipos de productores, aquellos que trabajan con otras especies (principalmente cerdos o aves) y han cambiado o han integrado a los ovinos y los nuevos que sin experiencias previas están incursionando en la actividad (De Lucas y Arbiza 2002).

2.-La llamada ganadería social o tradicional, caracterizada por productores con rebaños y predios pequeños, cuyo objetivo es el ahorro o autoconsumo, carentes de tecnología y por lo mismo con niveles muy pobres de producción (De Lucas y Arbiza 2002).

3.-Corresponde a la combinación de sistemas, en el que destaca el pastoreo con la estabulación parcial o total en los animales de engorda o la combinación de actividades agrícolas con pecuarias, entre las que destacan los sistemas agrosilvopastoriles en que se combinan árboles frutales o de maderas preciosas o forrajeros con el pastoreo de los ovinos (De Lucas y Arbiza 2002).

La problemática que aqueja a la ovinocultura es compleja, cuesta trabajo entender por qué si hay buen precio para todo lo derivado del ovino, hay demanda insatisfecha, mercados potenciales, es una actividad noble, generadora de empleos, etcétera, por qué cuesta tanto su crecimiento y expansión. Se puede señalar que entre otros problemas que aquejan a la ovinocultura nacional desde hace muchos años, se destaca la pobre eficiencia productiva de los rebaños, un somero análisis de las cifras, muestra que si la población está en los 6.4

millones de animales y se sacrifican 2.1 indicaría que sólo se sacrifica el 32.8 por ciento de la población, cuando en otros países rebasan el 50 por ciento. Viéndolo de otra forma sería, suponiendo que la mitad de los animales de los estados de México o Hidalgo fueran ovejas de cría, cada una estaría produciendo solo unos 10 a 14 Kg. de carne al año, esto en términos prácticos no es ni un cordero. Lo anterior se explica de acuerdo a estudios de diagnóstico hechos por diversos investigadores, los cuales muestran que bajo las actuales formas de producción es prácticamente imposible lograr mayores índices productivos. A manera de ejemplo, se puede citar el que la estructura de los rebaños está compuesta en general por un 50 a 60 por ciento de ovejas de cría, a esto hay que agregar las bajas tasas de producción de corderos por problemas de fertilidad, baja Prolificidad, alta mortalidad y bajas tasas de crecimiento, por diversas razones. (De Lucas y Arbiza 2002).

2.- GENERALIDADES DE LA CONDUCTA MATERNA EN PEQUEÑOS RUMIANTES

La conducta maternal aparece en todas las ovejas en un tiempo muy específico de su vida, sólo al parto. Este mantenimiento depende de una compleja interacción entre la madre y la cría, que toma lugar en el sitio del parto, durante el primer día y, necesita de una dramática serie de cambios conductuales en la madre al rededor del parto o antes del mismo (Nowak 1996; Poindron *et al.* 1997).

En contraste con lo que ocurre en algunas especies de roedores y algunos primates, en que la presencia de una cría puede desplegar conducta maternal espontánea (Bridges *et al.* 1972; Gandelman 1972; Fleming y Rosenblatt 1974; Bridges 1975; Bridges 1977), sólo una proporción muy baja de ovejas no gestantes, presentan conducta maternal espontánea en presencia de un cordero. Esta receptividad se muestra alrededor del 20% de las ovejas en estro y esta ausente durante la mayor parte de la gestación y comienza a presentarse a partir del día 135 de gestación y es sólo en las últimas horas que preceden al parto que las ovejas muestran interés hacia los corderos recién nacidos, (Arnold y Morgan 1975; Poindron y Le Neindre 1980). En la oveja, la motivación maternal es temporal y depende estrictamente de los cambios fisiológicos, hormonales, y sensoriales que ocurren en la gestación tardía y con el parto mismo. Esta es una característica intrínseca de la maternidad de la oveja (Le Neindre *et al.* 1979; Krehbiel *et al.* 1987; Kendrick y Keverne 1991; Lévy *et al.* 1996).

Debido a la existencia de crías propias y extrañas en el mismo rebaño, durante la lactancia, es probable que exista el robo de leche a las madres el cual es llevado por crías ajenas y por lo tanto se limite la posibilidad de alimentación para la cría propia. La estrategia natural que ha sido desarrollada en ovinos y caprinos para reducir este riesgo es el aprendizaje

temprano de un reconocimiento mutuo entre la madre y la cría, permitiéndole amamantarse, mientras que rechaza a cualquier cría ajena que intente alcanzar la ubre. Asimismo la cría desarrolla la capacidad de discriminar a su madre, aunque esa conducta no es estrictamente selectiva (Poindron y Le Neindre 1980; Nowak *et al.* 1987; Lévy, Kendrick *et al.* 1996; Gilling 2002; González-Mariscal y Poindron 2002; Terrazas *et al.* 2002; Poindron *et al.* 2003; Terrazas *et al.* 2003).

2.1.-Conducta parto

Esta conducta ha sido detalladamente estudiada en ovejas y son muy pocos los estudios realizados en cabras. Una de las características de la hembra en el último día de la gestación, es buscar un lugar aislado de sus congéneres para parir. Esta conducta puede ser muy marcada cuyo el ambiente es propicio (Arnold y Morgan 1975; Lécrivain y Janeau 1987; Poindron *et al.* 1998), e inclusive se puede observar en condiciones intensivas con hembras mantenidas en corrales (Echeverri *et al.* 1992). En condiciones de pastizal, las hembras no siempre buscan un lugar muy protegido del viento y de la lluvia, especialmente si no han sido esquiladas (Stevens *et al.* 1981). Es probable que esta conducta varíe dependiendo de la raza, de las características del ambiente y del tipo de manejo de los animales. Estudios experimentales (Poindron *et al.* 1994; Poindron *et al.* 1997) muestran que la tendencia al aislamiento corresponde a una baja de gregarismo de la hembra al final de la gestación, que culmina en la última hora que precede al parto. Estos resultados indican que existen factores fisiológicos internos a la hembra que controlan su motivación social en un momento crítico para la formación de una relación maternal.

Asimismo, conforme se acerca el parto, la hembra muestra signos de actividad locomotora, empieza a emitir vocalizaciones y muestra un interés marcado por el líquido amniótico. Por

lo tanto, el lugar donde se rompe la bolsa de aguas determina por lo general el lugar de parto. Además, en las últimas horas que preceden al nacimiento de la cría, la mayoría de las madres empiezan a mostrar una conducta maternal (Arnold y Morgan 1975; Poindron *et al.* 1998; González-Mariscal y Poindron 2002), aunque en algunos casos se pueden observar en las dos últimas semanas antes del parto (Alexander 1960; Poindron y Le Neindre 1980).

2.2.-Conducta al parto

Típicamente, la madre empieza a limpiar el recién nacido unos minutos después de su expulsión, una conducta que depende de la atracción de la madre por el líquido amniótico (Lévy *et al.* 1983; Lévy y Poindron 1984; Lévy y Poindron 1987; Sambraus y Wittmann 1989; Ramírez *et al.* 1998). En casos de parto múltiple, por lo general el interés de la madre cambia hacia el segundo recién nacido poco después de la expulsión, pero sin dejar de cuidar totalmente al primero, lo cual asegura la buena aceptación de ambos a largo plazo (O'Connor y Lawrence 1992). Mientras limpia a su cría, la hembra emite numerosos balidos maternos de baja intensidad (balidos bajos) (Nowak 1995). Ambas conductas forman parte integrante del etograma de la conducta de la madre parturienta y son excelentes indicadores de una buena conducta maternal al momento del parto. Asimismo, la aceptación del recién nacido a la ubre desde sus primeros intentos en la gran mayoría de los casos, sucede dentro de los primeros 30 a 60 minutos postparto (Slee y Springbett 1986; Sambraus y Wittmann 1989; Ramírez *et al.* 1998; Dwyer *et al.* 1999; Dwyer y Lawrence 1999). Se encuentran problemas de aceptación de la cría en la etapa temprana de la relación, se debe generalmente a la experiencia maternal previa. En tales 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 (mordidas, golpes y

amenazas) (Poindron y Le Neindre 1980). Sin embargo, en casos particulares y dependiendo de la raza, estos trastornos de conducta pueden durar varias horas y estar asociados a una mortalidad mayor en madres primíparas (Poindron *et al.* 1984; Putu *et al.* 1986).

En esta etapa temprana de relación, es de suma importancia que la madre quede en contacto con su cría. Se ha demostrado que las madres que son separadas de su cría al nacer, no pueden mantener su conducta maternal si la separación dura varias horas, mientras una separación después de 24 horas de contacto no tiene consecuencias adversas para la conducta maternal de la madre (Herscher *et al.* 1963; Poindron y Le Neindre 1979). Este fenómeno, conocido como “periodo sensible”, se ha reportado en la mayoría de los mamíferos (Rosenblatt y Siegel 1981), y está bien demostrado en bovinos y en caprinos. Además, estudios en cabras han mostrado que la duración del periodo sensible es aun más corto en hembras que paren por primera vez (Lickliter 1982).

Los animales son mantenidos de manera permanente en pastoreo y sin supervisión humana, existen comportamientos adicionales que son importantes a tomar en cuenta para la caracterización de la conducta de hembras parturientas. Por ejemplo; las ovejas se quedan sobre el lugar del parto un tiempo que varía de menos de dos horas hasta más de un día, dependiendo de varios factores, como son las condiciones de pastizal, la raza, la experiencia maternal, el tamaño de la camada y el tipo de medio ambiente (Alexander *et al.* 1983; Alexander *et al.* 1987; Lécrivain y Janeau 1987; Putu *et al.* 1988).

3.- NUTRICIÓN DURANTE LA GESTACIÓN

En esta etapa aumenta la ingestión de materia seca, la cual desciende un poco en los últimos estadios de la gestación. Dada la frecuencia con que se da en la especie caprina las gestaciones gemelares, incluso triples, los cuidados deben acentuarse, sobre todo, a partir de los tres meses de gestación, principalmente en el cuarto mes, coincidente en el periodo seco. Por lo que la alimentación debe disminuir el volumen de la ración para evitar que se comprima el útero y el diafragma, pero sin olvidar que las necesidades proteicas y vitamina-minerales son mayores. En esta especie como en cualquier otra el crecimiento del feto es muy lento durante los dos primeros tercios de la gestación, hasta el punto que se puede despreciar a la hora de estimar las necesidades nutricionales de la madre. Este crecimiento se efectúa esencialmente en el curso del último tercio. El crecimiento diario se acelera, siendo el máximo durante las tres últimas semanas de la gestación (Robinson 1990).

La placenta permite el transporte de azúcares, aminoácidos, vitaminas y minerales como sustratos para el crecimiento del feto. El transporte placentario de nutrimentos se basa en el flujo neto desde la madre hacia el feto o en la dirección opuesta. Puede deberse a una diferencia de concentración o realizarse por transporte unidireccional mediado por portadores. Muchos nutrimentos, como glucosa, aminoácidos, electrolitos y vitaminas son transportados por sistemas portadores localizados en el trofoblasto (Robinson, 1990).

La placenta contiene grandes cantidades de glicógeno, sintetizado principalmente a partir de glucosa materna. La fructosa fetal es producida por la placenta a partir de glucosa y se desconoce su función en el feto. La fructosa constituye alrededor del 70 a 80 % del azúcar

contenida en la sangre fetal, mientras que la glucosa predomina en la sangre materna. Las concentraciones fetales de fructosa se correlacionan con las maternas de glucosa, y el mantenimiento de altas concentraciones fetales podrían ser un indicador del funcionamiento placentario. A través de la placenta se transportan ácidos grasos libres por difusión simple pero la transferencia de éstos a través de la placenta en rumiantes es mínima. No se transfieren proteínas como tales; los aminoácidos cruzan fácilmente contra un gradiente de concentración, y se encuentran en mayores cifras en el plasma fetal que en el materno. Las vitaminas liposolubles (A, D y E) no atraviesan la placenta, de modo que al nacimiento su concentración es menor en el feto que en la madre; las vitaminas hidrosolubles (B y C) cruzan la barrera placentaria con mayor facilidad que las liposolubles, y los polipéptidos lo hacen lentamente. Aunque el yodo cruza con facilidad en la oveja hay poca o nula transferencia de hormonas tiroideas u hormona estimulante de la tiroides. Es probable que la insulina también cruce con lentitud y en cantidades insignificantes. El cortisol pasa de la madre al feto en muchas especies pero no en la cabra ni en la oveja (Robinson, 1990).

El feto sintetiza todas las proteínas a partir de los aminoácidos proporcionados por la madre; las proteínas se emplean principalmente para síntesis más que para oxidación o gluconeogénesis. Durante toda la gestación aumenta la retención de calcio, fósforo y hierro respecto al peso corporal fetal. El feto tiene la capacidad única de agotar las reservas esqueléticas maternas de calcio si los alimentos son bajos en este mineral. Se emplea hierro para la síntesis de hemoglobina, pero es poco lo que se sabe acerca de su distribución y metabolismo (Hafez, 1996).

Requerimientos nutricionales al comienzo del periodo de gestación:

El crecimiento fetal durante la primera parte de la gestación (primeras quince semanas) es mínimo. Durante esta etapa el requerimiento de nutrientes es ligeramente más alto que el de la etapa de mantenimiento. Un exceso o falta de alimentación durante esta etapa puede afectar la implantación del embrión. El desarrollo de la placenta sucede entre los 30 a 90 días de gestación. Una alimentación excesiva o deficiente durante este tiempo dará como resultado un crecimiento lento del feto, pesos bajos en los nacimientos y mortalidad de los corderos (NRC, 1985).

Cuadro 1.-Necesidades nutricionales diarias de ovejas múltiparas en las primeras 15 semanas de gestación (NRC, 1985)

Materia Seca				Energía			Proteína	Minerales		Vitaminas	
Peso	g/p	Oveja	%	TDN	ED	EM	PC kg	Ca	P	Vit A	Vit E
kg	kg	kg/día	peso	kg	kcal/kg	kcal/kg		g	g	UI	UI
50	0.030	1.200	2.4	.700	1.36	1.09	.113	2.9	2.1	2350	18
60	0.030	1.300	2.2	.725	1.45	1.18	.122	3.2	2.5	2820	20
70	0.030	1.400	2.0	.775	1.54	1.27	.132	3.5	2.9	3290	21
80	0.030	1.500	1.9	.810	1.63	1.36	.140	3.8	3.3	3760	22
90	0.030	1.600	1.8	.860	1.73	1.45	.150	4.1	3.6	4230	24

g/p kg= Ganancias de peso o perdidas /día

% peso= Porcentaje del alimento respecto al peso del animal

TND= Total de Nutrientes Digestibles

ED= Energía Digerible

EM= Energía Metabolizable

PC= Proteína Cruda

Cuadro 2.-Necesidades nutricionales diarias de corderas primaras en las primeras 15 semanas de gestación (NRC, 1985)

Materia Seca		Energía			Proteína			Minerales		Vitaminas	
Peso	g/p	Cordera	%	TDN	ED	EM	PC kg	Ca	P	Vit A	Vit E
kg	kg	kg/dia	peso	kg	kcal/kg	kcal/kg		G	g	UI	UI
40	0.160	1.400	3.5	.820	1.63	1.360	.154	5.5	3.0	1880	21
50	0.136	1.500	3.0	.860	1.77	1.450	.159	5.5	3.1	2350	22
60	0.136	1.590	2.7	.910	1.86	1.545	.159	5.5	3.4	2820	24
70	0.127	1.680	2.4	1.000	2.00	1.635	.163	5.5	3.7	3290	26

g/p kg= Ganancias de peso o perdidas /dia

% peso= Porcentaje del alimento respecto al peso del animal

TND= Total de Nutrientes Digestibles

ED= Energía Digerible

EM= Energía Metabolizable

PC= Proteína Cruda

Requerimientos nutricionales al final del periodo de gestación:

Las dos terceras partes del crecimiento fetal suceden durante las últimas 4 a 6 semanas de gestación, por ello los requerimientos nutritivos de la oveja en esta etapa son críticos. Debido al rápido crecimiento fetal, los requerimientos de energía de la oveja aumentan considerablemente, 50 % más de energía para partos sencillos y hasta 75% más para partos gemelares (NRC, 1985).

Este periodo tiene las demandas más altas de nutrientes para el crecimiento fetal y el desarrollo de la potencialidad de una alta producción de leche. Alrededor del 80% del crecimiento fetal ocurre en las últimas 6 semanas de gestación. La alimentación inadecuada, especialmente la de energía, durante este tiempo tendrá efectos negativos sobre la producción de leche de la oveja, el peso al nacimiento de los corderos y el vigor o supervivencia de los corderos (NRC, 1985).

Cuadro 3.-Necesidades nutricionales diarias de ovejas durante las 4 a 6 últimas semanas del periodo de gestación (130% al 150% tasa de nacimientos esperada, NRC, 1985).

Materia Seca				Energía			Proteína	Minerales		Vitaminas	
Peso	g/p	Oveja	%	TDN	ED	EM	PC kg	Ca	P	Vit A	Vit E
kg	kg	kg/día	peso	kg	kcal/kg	kcal/kg		G	g	UI	UI
50	0.180	1.600	3.2	0.950	1.860	1.550	.172	5.9	3.7	4250	24
60	0.180	1.700	2.8	1.000	2.000	1.635	.180	6.0	3.9	5100	26
70	0.180	1.800	2.6	1.050	2.130	1.725	.190	6.2	4.1	5950	27
80	0.180	1.900	2.4	1.100	2.225	1.810	.200	6.3	4.4	6800	28
90	0.180	2.000	2.2	1.150	2.315	1.900	.215	6.4	4.6	7650	30

g/p kg= Ganancias de peso o perdidas /día

% peso= Porcentaje del alimento respecto al peso del animal

TND= Total de Nutrientes Digestibles

ED= Energía Digerible

EM= Energía Metabolizable

PC= Proteína Cruda

Cuadro 4.-Necesidades nutricionales diarias de ovejas durante las 4 a 6 últimas semanas del periodo de gestación (180% al 225% tasa de nacimientos esperada, NRC, 1985)

Materia Seca				Energía			Proteína	Minerales		Vitaminas	
Peso	g/p	Oveja	%	TDN	ED	EM	PC kg	Ca	P	Vit A	Vit E
kg	kg	kg/día	peso	kg	kcal/kg	kcal/kg		g	g	UI	UI
50	0.227	1.700	3.4	1.100	2.18	1.810	.195	6.2	3.4	4250	26
60	0.227	1.800	3.0	1.200	2.315	1.900	.200	6.9	4.0	5100	27
70	0.227	1.900	2.7	1.270	2.590	2.000	.215	7.6	4.5	5950	28
80	0.227	2.000	2.5	1.320	2.590	2.130	.225	8.3	5.1	6800	30
90	0.227	2.000	2.2	1.140	2.315	1.900	.215	6.4	4.6	7650	30

g/p kg= Ganancias de peso o perdidas /día

% peso= Porcentaje del alimento respecto al peso del animal

TND= Total de Nutrientes Digestibles

ED= Energía Digerible

EM= Energía Metabolizable

PC= Proteína Cruda

Cuadro 5.-Necesidades nutricionales diarias de corderas primaras durante las 4 a 6 últimas semanas del periodo de gestación (100% al 120% tasa de nacimientos esperada, NRC, 1985)

Materia Seca				Energía			Proteína	Minerales		Vitaminas	
Peso	g/p	Cordera	%	TDN	ED	EM	PC kg	Ca	P	Vit A	Vit E
kg	kg	kg/dia	peso	kg	kcal/kg	kcal/kg		g	g	UI	UI
40	0.180	1.500	3.8	0.950	1.860	1.545	.186	6.4	3.1	3400	22
50	0.160	1.590	3.2	1.000	2.000	1.635	.190	6.5	3.4	4250	24
60	0.160	1.680	2.8	1.090	2.130	1.770	.190	6.6	3.8	5100	26
70	0.150	1.815	2.6	1.135	2.270	1.860	.195	6.8	4.2	5950	27

g/p kg= Ganancias de peso o perdidas /dia

% peso= Porcentaje del alimento respecto al peso del animal

TND= Total de Nutrientes Digestibles

ED= Energía Digerible

EM= Energía Metabolizable

PC= Proteína Cruda

Cuadro 6.-Necesidades nutricionales diarias de corderas primaras durante las 4 a 6 últimas semanas del periodo de gestación (130% al 175% tasa de nacimientos esperada, NRC, 1985)

Materia Seca				Energía			Proteína	Minerales		Vitaminas	
Peso	g/p	Cordera	%	TDN	ED	EM	PC kg	Ca	P	Vit A	Vit E
kg	kg	kg/dia	peso	kg	kcal/kg	kcal/kg		g	g	UI	UI
40	0.227	1.500	3.8	1.000	2.000	1.635	.200	7.4	3.5	3400	22
50	0.227	1.590	3.2	1.045	2.130	1.725	.205	7.8	3.9	4250	24
60	0.227	1.680	2.8	1.135	2.225	1.815	.210	8.1	4.3	5100	26
70	0.215	1.815	2.6	1.135	2.270	1.860	.210	8.2	4.7	5950	27

g/p kg= Ganancias de peso o perdidas /dia

% peso= Porcentaje del alimento respecto al peso del animal

TND= Total de Nutrientes Digestibles

ED= Energía Digerible

EM= Energía Metabolizable

PC= Proteína Cruda

Durante la gestación media el tamaño de la placenta puede ser influenciado, y el tamaño de la placenta es de suma importancia para determinar los pesos al nacimientos de los corderos (Molina, 1995). El máximo crecimiento proliferativo de la placenta ovina ocurre entre los días 50 y 60 de gestación (Martin *et al*, 2004). Kelly (1992) revisó 16 estudios que examinaban el papel de la nutrición a media gestación sobre el crecimiento fetal y encontró que solamente 2 de estos estudios fallaban en demostrar un efecto positivo de la nutrición sobre el crecimiento placentario. Sin embargo con respecto a lo anterior, existen estudios que han demostrado que una desnutrición a media gestación ocasiona que se produzcan placentas más pesadas. Por lo que existen evidencias de una interacción entre el peso materno, condición corporal al cruzamiento y nutrición a media gestación sobre el crecimiento de la placenta y el feto (Martin *et al.*, 1998). Se ha observado que borregas que se cruzan con una buena condición corporal y son restringidas a media gestación incrementan los pesos al nacimiento, mientras que las borregas que son cruzadas con una baja condición corporal y tienen una pobre alimentación paren crías con pesos menores (Martin *et al.*, 1998).

El crecimiento fetal al final de la gestación es claramente dependiente del componente placentario, particularmente si el crecimiento de la placenta comprometido durante la preñez temprana o media. Sin embargo, mientras el desarrollo placentario sea normal, se asume que la entrada de nutrientes esenciales en la circulación materna puede directamente influir la entrada de nutrientes al feto y así influenciar su crecimiento (Bell, 1984).

En los primeros estudios realizados por Hammond en 1944 se observó que ovejas que tenían gestaciones sencillas y que se les suministraba una dieta restringida al final de la gestación, parieron crías con pesos similares a las hembras que recibieron una dieta normal. Sin embargo, si las gestaciones eran gemelares y se les suministraba una dieta

restringida (igual a la que se les suministró a las ovejas con gestaciones sencillas), el peso de las crías al nacimiento se vio disminuido 33%. Ahora es generalmente aceptada que la falla en el incremento de la ingestión de nutrientes en el último tercio de la gestación se traduce en un menor peso al nacimiento de las crías (Martin *et al.*, 1998). Y este menor peso al nacimiento en las crías se ha relacionado con una elevación de la mortalidad de las mismas (Nash *et al.*, 1996). Por otro lado, las necesidades nitrogenadas de la oveja al final de la gestación aumentan rápidamente a consecuencia de la utilización de los aminoácidos glucogénicos como glucosa necesaria para el feto; de ahí que los aportes nitrogenados deban alcanzar antes del parto, niveles de más del doble de los recomendados para la conservación (Martin *et al.*, 2004). El feto extrae de la sangre materna los materiales que le son necesarios mediante mecanismos de transporte pasivo (oxígeno, glucosa) o activos (aminoácidos) a través de la placenta. Cuando la madre recibe una ración insuficiente, debe movilizar sus reservas para compensar las extracciones efectuadas por el feto. La madre utiliza sus reservas adiposas, que generalmente pueden ser importantes, y sus proteínas tisulares para suministrar al feto los aminoácidos para su síntesis proteica y glucosa para su metabolismo energético y carbonado. Es decir que puede llevar a término uno o varios fetos de peso normal con aportes alimenticios que son inferiores a los deducidos por el analítico expuesto anteriormente (Martin *et al.*, 1998).

Durante la última parte de la gestación, la presencia del feto parece mejorar la retención de nitrógeno y de los minerales absorbidos en exceso a las necesidades de conservación y de gestación; al menos en la oveja a partir del cuarto mes. También se ve incrementada la absorción intestinal de ciertos oligoelementos químicos, tales como el cobre y el zinc. Por el contrario, no mejora la eficiencia de la energía metabolizable para las reservas corporales (INRA, 1981)

4.- IMPORTANCIA DE LA ACTIVIDAD VOCAL EN EL DESARROLLO DE LA CONDUCTA MATERNA EN MAMÍFEROS

Los estudios etológicos se han diversificado en una gran variedad de temas, la comunicación animal es uno de los que ha trascendido debido a su importancia desde el punto de vista de la selección natural (Hoop *et al.* 1998).

La comunicación en si puede ser definida como el proceso de compartir cualquier cosa entre dos sujetos. Pero por ejemplo, para la ingeniería el uso del termino comunicación esta más restringido a la transmisión de información indiferentemente de su origen o destino (MacKay 1972). La comunicación puede ocurrir entre dos objetos inanimados, o entre un objeto y el sujeto que la perciba (Slater 1983).

Sin embargo, cuando queremos referirnos a comunicación animal nos topamos con un conflicto, dado que nuestra conceptualización de la comunicación es a base de lingüísticos que remiten a estados mentales (representaciones, intenciones, etc.). Querámoslo o no, los términos que utilizamos van cargados implícitamente de connotaciones propias de la mente humana. Calificar de “lenguaje” ciertas formas de comunicación animal, hablar de “significado” de señales de animales, pretender que en la danza de las abejas hay “referencia”, que cuando antropoides recurren en el laboratorio a gestos manuales u objetos para conseguir algo, están utilizando “símbolos”, lleva a una distorsión peligrosa de la *genuina* definición de todos estos conceptos (Perinat 1993) .

A pesar de esto, la comunicación entre animales ha despertado mucho interés en los etólogos. Muchas de las teorías desarrolladas la han sido precisamente a partir de este interés. Los actos de comunicación tienden adoptar una forma muy fija, para actuar como desencadenadores de otras acciones, y su desarrollo es muy parecido en todos los miembros

de una especie. Acaso, conceptos como modelo de acción fija o mecanismo desencadenador innato hubieran sido comprendidos más fácilmente por los etólogos, si su interés fuese mayor por los comportamientos de acicalamiento y alimentación, en lugar de las exhibiciones agresivas o de cortejo. Descubrir como un animal se comunica con otro, constituye, sin duda uno de los campos más fascinantes de la etología (Hoop *et al.* 1998).

Al observar a un animal de colores brillantes o con modelos de coloración audaces, o bien que produce ruidos fuertes y ostensibles, podemos tener la seguridad de que nos encontramos ante algún tipo de comunicación. La mayoría de las comunicaciones se establecen entre miembros de una misma especie y el riesgo se plantea cuando los depredadores reconocen en ellas las señales para localización de alimentos. No obstante, en algunos casos la comunicación se establece entre individuos pertenecientes a especies distintas (Slater 1991).

4.1.- Generalidades de la comunicación acústica.

El sonido es una alteración mecánica que se propaga rápidamente a través del aire o el agua. El sonido a diferencia de la visión, no constituye un canal privado de comunicación ya que las ondas sonoras viajan en todas direcciones a partir del emisor, de modo que no es fácil limitar su transmisión a un solo individuo. Los sonidos llegan también a los rincones y se desplazan rápidamente a través del medio, aunque a menor velocidad que las señales visuales, ya que éstas lo hacen a la velocidad de la luz. Por lo tanto, la utilización de sonidos representa un modo adecuado de advertencia, a condición de que el animal que produce la señal tenga un tamaño suficiente para generar la intensidad de ruidos necesaria (Gerhardt 1983).

Además, la comunicación mediante sonidos tiene la ventaja de que puede transmitir una gran cantidad de información con mucha rapidez. Las pautas de frecuencia en el tiempo que se utilizan para codificar la información sonora, pueden cambiar con gran rapidez de modo que una señal puede seguir inmediatamente a otra de una forma mucho más ágil que en el caso de las señales visuales. Por lo tanto, la comunicación sonora es ideal no sólo para advertir de una determinada situación en grandes espacios, sino también en aquellos tipos de señales, como ocurre con el lenguaje humano, en las que se requiere una transmisión muy rápida de gran cantidad de información (Slater 1991).

La comunicación acústica ha sido ampliamente estudiada en aves y en algunas especies de mamíferos. En ambos se ha demostrado que juega un papel muy importante en algunas de los distintos tipos de relaciones, como es la maternal (madre-cría) y la sexual (hembra-macho). La gran actividad vocal que desempeñan algunos animales durante su conducta reproductiva, indica que este es un factor muy importante para la perpetuación de la especie (Hoop *et al.* 1998).

A continuación haremos referencia a los principales hallazgos que se han demostrado que tiene la actividad vocal sobre las conductas sexual y maternal en algunas especies de mamíferos.

4.2.- Importancia de la actividad vocal en la conducta maternal de algunos mamíferos

Las relaciones madre-cría pueden ser vistas como producto de una serie de interacciones entre la madre y el recién nacido, con el objetivo de alimentarse, hacer algunas actividades, o sólo estar juntos (Hinde 1974). Estimulación recíproca y comunicación entre la madre y la cría juegan un papel crucial en la regulación de las relaciones maternas. Si se ve a la comunicación, como el “proceso por el cual la conducta de un individuo afecta la conducta de otros” (Altmann 1967), la mayoría, sino es que todas las interacciones entre la madre y la cría pueden ser calificadas como comunicación. De los elementos sensoriales que mayor participación tiene en este tipo de relación se encuentra la actividad vocal. Por ejemplo, en algunos ungulados domésticos (ovejas y cabras) se ha demostrado que una vez al parto tanto la madre como la cría tienen una intensa actividad vocal, la cual podría estar jugando un papel de comunicación entre la madre y la cría, y también ser un elemento de aprendizaje mutuo (Dwyer *et al.* 1998). De esta manera, las señales acústicas son una característica importante en las interacciones madre-cría en ungulados. Estudios experimentales en ovinos domésticos *Ovis aries* (Shillito y Alexander 1975); (Shillito-Walser y Alexander 1980); (Vince 1986) y en renos *Rangifer tarandus* (Espmark 1971); (Espmark 1975), así como en observaciones de campo de ungulados silvestres (Leuthold 1977); (Whalter 1984), sugieren que una función de las vocalizaciones puede ser el proveer señales auditivas para el reconocimiento individual entre la madre y la cría. Para que las vocalizaciones sirvan en este propósito, éstas deberán ser individualmente diferentes (Ruiz-Miranda *et al.* 1993).

En Cérvidos, las vocalizaciones entre una madre y su cría, pueden tener diferentes funciones, incluyendo advertencia, alarma, llamados de atención a la cría y contacto (Tembrock 1963). Los llamados de contacto son los más comunes y estos han sido observados en ciervos rojos (Darling 1937), ciervo gamo (Chapman y Chapman 1975), ciervo corzo (Espmark 1969), ciervo sika (Mitchell y Robinson 1974), ciervo Pere David, renos, alces (Whitehead 1993), ciervo cola blanca (Atkeson *et al.* 1988) y ciervo almizclero (Sokolov *et al.* 1984).

Los cervatillos son “escondidizos”, esto significa que la cría es separada de otros ciervos por los primeros 10-21 días de vida. La cría permanece escondida y silenciosa para protegerse a ella misma de los depredadores (Kelly y Drew 1976). El cervatillo no vocaliza, a menos que se encuentre en peligro o cuando haya sido separado por mucho tiempo de su madre. Debido a que la cría escoge en lugar en donde permanecerá escondida (Clutton-Brock y Guinness 1975), la madre no sabe exactamente dónde ésta se encuentra y por lo tanto deberá buscarla. Cuando la madre del cervatillo se acerca a la cría frecuentemente vocaliza. Similares observaciones fueron reportadas en ciervos corzo, en alce Norteamericano (Altmann 1963) ciervo gamo (Chapman y Chapman 1975) y en ciervo cola blanca (Atkeson *et al.* 1988). Por lo tanto el cervatillo deberá ser capaz de distinguir la voz de su madre con el fin de evitar salir de su escondite, cuando una madre extraña esté cerca.

Por su parte estudios relativamente recientes sugieren que la madre del ciervo puede ser discriminada por su voz, mientras que esta posibilidad no es factible en el reconocimiento de la voz de la cría (Vankova y Malek 1997); (Vankova *et al.* 1997).

Por otra parte en cerdos también la actividad vocal tiene gran importancia sobre las relaciones madre-cría. Durante los periodos de amamantamiento, la cerda tiene un patrón característico de gruñidos. La cerda llama a sus lechones, para alimentarlos, con un ritmo

de gruñidos de tono bajos, el cual incrementa en frecuencia de 1 a 10 por décimas de segundo, a medida de que los lechones comienzan a masajear la ubre (Whittemore y Fraser 1974). Este patrón de amamantamiento inicia aproximadamente 10 horas después del parto (Lewis y Hurnik 1985). Antes de todo esto, el cuidado neonatal ocurre, durante el cual el calostro está disponible y hay pequeños picos de gruñidos (Fraser 1984); (Castren *et al.* 1989).

Gill y Thomson (1956) describen cuatro fases de amamantamiento, las cuales incluyen el masaje inicial, una fase de quietud cuando los lechones paran de masajear, la succión verdadera durante 14 segundos, mientras que la leche es evacuada, y una fase de masaje final la cual es variable en duración. Ellendorff *et al.*, (1982) mostró que al momento de la liberación de oxitocina había un marcado incremento en la tasa de gruñidos, la cual. Algers *et al.*, (1990) encontró que era proporcional al número de estímulos de los lechones a la ubre. Hay un descenso en la tasa de gruñidos después de la bajada de la leche, aunque. Whittemore y Frases, (1974) algunas veces notaron un segundo pico al inicio de la fase final.

Un amamantamiento sin éxito no tiene un incremento en la tasa de gruñidos y no hay bajada de la leche (Fraser 1975); (Fraser 1977), así como tampoco hay cambios en los niveles plasmáticos de oxitocina (Ellendorff *et al.* 1982). El hecho de saber reconocer o preferir la voz la madre podrá garantizar el éxito en el amamantamiento de los lechones, entonces es importante que la cría aprenda tempranamente a reconocer la voz de su madre (Shillito-Walser 1986); (Blackshaw *et al.* 1996); (Horrel y Hodgson 1992).

En algunos otras especies domésticas la actividad vocal juega también un papel preponderante en las relaciones madre-cría, como es el caso mismo de humanos (ver

revisión en (Newman, 1985); primates no humanos (ver revisión en (Maestriperi y Call 1996) y roedores (Orpen y Fleming 1987).

Como todos estos estudios lo demuestran, la actividad vocal en algunos mamíferos (sino es que en la mayoría), juega un papel muy importante en el éxito reproductivo. De esta manera, se pudo observar que las vocalizaciones en las relaciones madre-cría son utilizadas principalmente para reconocimiento mutuo, localización, llamado de alimentación y alarma. Para ambos miembros de la pareja es indispensable que aprendan a discriminar la voz de su congénere (madre o cría) de esta manera se garantizará el éxito en la utilización de estas señales cuando la necesidad conductual y/o fisiológica así lo requiera. Por otro lado, en la conducta sexual también la actividad vocal tiene un papel importante, como recientes estudios comienzan a sugerirlo, ya que anteriormente en la mayoría de los mamíferos estudiados, se pensaba que el olfato era quizás el elemento más importante en la localización de la hembra o del macho, sin embargo, parece ser que las vocalizaciones de algunos machos mamíferos pueden tener efectos incluso sobre la actividad ovárica de la hembra. Con estas sugerencias quedaría por ampliar los estudios al respecto sobre la actividad vocal (Terrazas *et al.* 2002).

OBJETIVO GENERAL

Estudiar si la subnutrición prenatal altera la actividad vocal y las características espectrales de la voz de los corderos durante los primeros tres días de nacidos.

HIPÓTESIS

La subnutrición prenatal induce una alta actividad vocal en los corderos durante las primeras 2 horas postparto y durante los primeros 3 días de vida, asimismo altera algunos de los parámetros espectrales como la frecuencia fundamental de la voz del cordero.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales

Se utilizaron 60 ovejas de la raza Columbia, multíparas de entre 3 y 5 años de edad. Los animales fueron mantenidos en estabulación durante todo el proceso experimental.

La reproducción se realizó a través de la colocación de esponjas intravaginales impregnadas de acetato de medroxiprogesterona (cronogest Intervet ovejas 40 mg / animal). Después de 14 días, fue retirada y se aplicó a cada hembra una inyección de Gonadotropina Sérica Equina (400 U.I. / animal). El empadre se realizó por monta natural con machos equipados de un arnés marcador, registrándose la fecha de monta de cada hembra, para así calcular la fecha probable de parto, y determinar el día de cambio de la alimentación de acuerdo al diseño experimental.

A los 65 días aproximados post-servicio se realizó un diagnóstico de gestación para determinar el número de animales que quedaron gestantes. Este diagnóstico se realizó con la ayuda de un aparato de ultrasonografía de tiempo real con traductor transabdominal.

Grupos experimentales

Grupo testigo: (n=30), consistió en un grupo de hembras alimentadas con el 100% de sus requerimientos nutricionales de acuerdo a su estado fisiológico, y acorde con las recomendaciones del NRC (1985).

Grupo subnutrido (n=30) a partir del día 70 de gestación a este grupo de animales se le limitaron sus aportes de energía y proteína, de tal manera que sólo se le suministró aproximadamente el 70% de sus necesidades.

Manejo alimenticio

Los animales que quedaron gestantes, fueron subdivididos en dos corrales, de acuerdo a su manejo alimenticio. Los grupos fueron organizados equitativamente en cuanto a edad, paridad y condición corporal. La dieta fue balanceada de acuerdo al grupo que le correspondía, y se suministró la siguiente dieta:

Cuadro 7. Porcentaje de inclusión de cada ingrediente y aporte total de proteína y energía.

Ingredientes	Control (%)	Subnutrido (%)
Canola	10.62	6.68
Maiz	6.01	4.27
P. soya	0.27	----
S.algodon	6.44	----
Sales minerales	0.86	0.86
Rastrojo	50.91	73.33
Pradera (alfalfa-orchard)	24.81	14.73
PROTEINA (%)	13.5	9.8
ENERGIA Mcal/kg	2.6	1.8

Antes de iniciar el tratamiento se determinó el consumo real de alimento, el cual fue calculado a través de medir la cantidad de alimento diaria ofrecida contra la rechazada y hasta dejar sólo el 5% de lo rechazado. A partir de este momento se les suministró a las ovejas sólo la cantidad que consumían diariamente \pm 5%, dicho manejo se realizó a ambos grupos (control y subnutrido).

Proceso experimental.

1.- Cuando la madre inició con trabajo de parto se colocó en un corral de 2m x 2m, delimitada con paneles de metal, aquí permanecieron hasta llegar a las 4 horas postparto. En este periodo fue filmada por al menos 1 hora, con el fin de registrar la emisión de vocalizaciones de los corderos durante este periodo.

2.-Una vez terminada la observación, los corderos fueron pesados e identificados.

3.- Las madres junto con sus crías fueron colocadas en corrales distintos, de acuerdo al grupo de donde provenían, y una vez ahí se reconstituyó su dieta de acuerdo a sus requerimientos fisiológicos.

4.- Posteriormente cada 24 horas hasta el tercer día de nacidos, a 10 corderos desnutridos y 10 controles se les grabaron sus vocalizaciones durante 10 minutos en un periodo de separación de sus madres, con el fin de estimular la emisión de vocalizaciones.

Análisis de la información

Las vocalizaciones obtenidas durante los distintos periodos de observación fueron cuantificados 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 *et al.*, (2003).

Los corderos fueron separados en un corral individual, contruidos con paneles abiertos, a una distancia de 10 metros del corral de las madres, con el fin de estimular las vocalizaciones, las cuales fueron grabadas durante una sesión de 5 minutos o hasta obtener 30 vocalizaciones de alta frecuencia, lo que ocurrió primero. La grabación fue realizada con la ayuda de un micrófono omnidireccional de ambiente, el cual fue colocado a una distancia de 50 cm del suelo y del cordero.

La información fue posteriormente analizada en el laboratorio, con la ayuda del programa Sound Forge 4.5 (Sonic Foundry, Inc., Madison, WI, USA).

El análisis espectral de cada vocalización fue aislada individualmente y limpiada de cualquier ruido o contaminante, posteriormente con ayuda del programa antes mencionado se calculó el poder del espectro, el cual muestra a la vocalización en un eje de frecuencia y amplitud. Los parámetros medidos en el poder del espectro fueron los siguientes:

1. 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.
2. Frecuencia pico (Hz): Medida en el poder del espectro. Esta frecuencia se detectó a través de localizar la frecuencia con la mayor cantidad de energía.
3. Número de armónicas. Medida en el sonograma como las líneas de repetición de la frecuencia mínima. También se conocen como las resonancias de la frecuencia fundamental (figura 1).

KHz

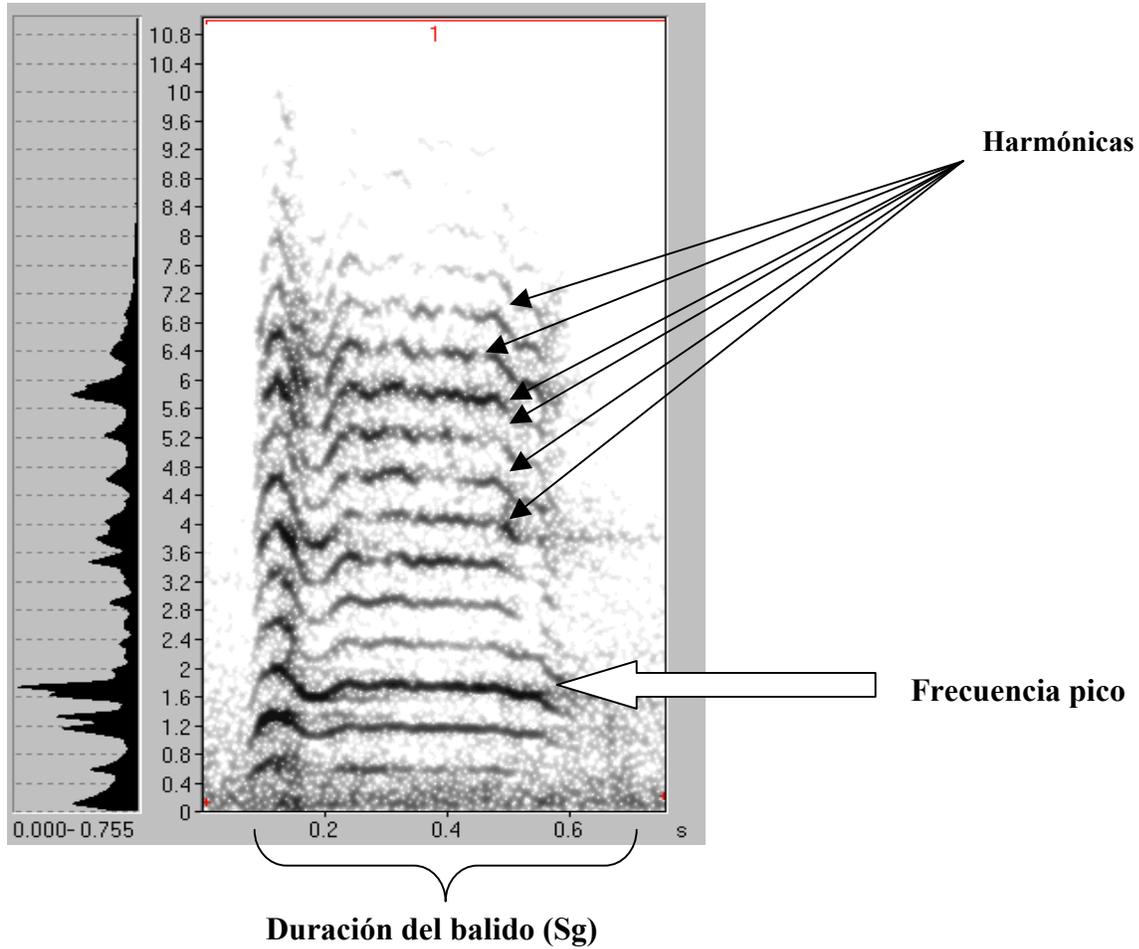


FIGURA 1.-Ilustración que muestra los distintos parámetros espectrográficos medidos en las vocalizaciones de los corderos con 1 a 3 días de edad, en los grupos de ovejas controles y desnutridas.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La frecuencia de emisión de vocalizaciones en cada situación de observación 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. Una prueba de Friedman se utilizó para realizar comparaciones dentro de grupo entre los distintos individuos (Siegel 1990).

Los datos fueron analizados con la ayuda del programa estadístico SYSTAT.

RESULTADOS

En el registro de vocalizaciones durante la primera hora de nacimiento, se obtuvieron datos de 5 partos de ovejas desnutridas y 5 de ovejas controles. En total se grabaron vocalizaciones de 10 corderos controles y 10 desnutridos. Los datos que se muestran son el total de vocalizaciones emitidas por los corderos nacidos por parto.

De esta manera se observó que la emisión de vocalizaciones entre en los corderos del grupo control y el desnutrido no fueron significativamente diferentes (controles 270 ± 104 balidos en una hora) (Desnutridos: 191 ± 67 balidos en una hora), aunque es importante considerar el bajo número de animales observados. Cuando se compararon las distintas variables observadas en el poder del espectro se encontró lo siguiente: La frecuencia pico (se muestra en la figura 2) fue significativamente mayor en el grupo desnutrido que en el grupo control en el día 1 de vida de los corderos (1.4 ± 0.01 versus 1.35 ± 0.02 hertz respectivamente, U Mann Whitney, $P=0.01$).

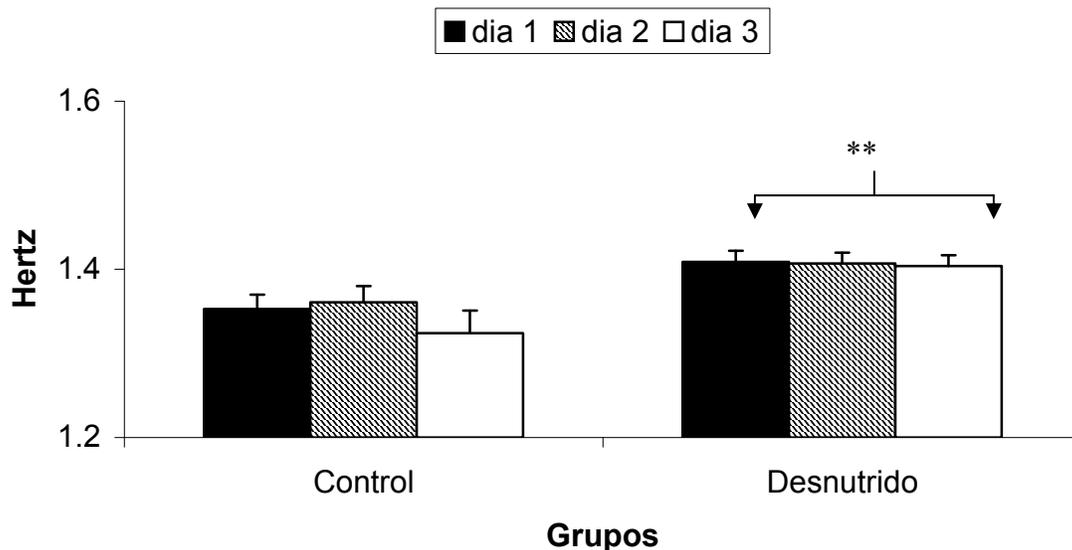


Figura 2.- Frecuencia pico observada en balidos altos emitidos por corderos controles y desnutridos grabados durante los primeros tres días de vida. Valores en medias y error estándar. ** Indica diferencias significativas entre grupos (U de Mann Whitney, $P \leq 0.05$).

Lo mismo ocurrió para el día 2, el grupo desnutrido mostró un valor mayor en la frecuencia pico que el grupo de control (1.4 ± 0.01 versus 1.36 ± 0.02 hertz respectivamente, $P=0.04$). Así mismo la frecuencia pico fue significativamente mayor en el grupo desnutrido que en el grupo control (1.4 ± 0.01 versus 1.32 ± 0.02 hertz respectivamente, $P=0.009$).

Por otro lado, al analizar los resultados de el número de armónicas (ver figura 3) en el poder del espectro de los balidos de los corderos se encontró que en el día 1 de vida la cantidad de armónicas encontradas en los sonogramas tanto de corderos controles, como desnutridos no fue significativamente diferente (11.63 ± 0.3 versus 11.8 ± 0.2 , respectivamente, U Mann Whitney, $P=0.4$).

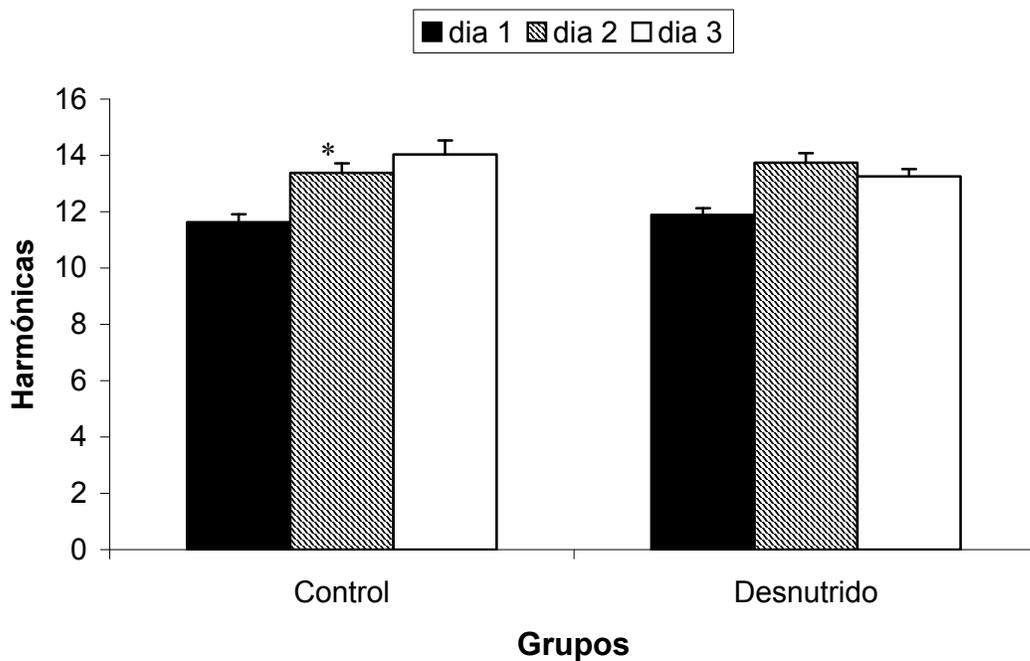


Figura 3.- Número de armónicas observadas en balidos altos emitidos por corderos controles y desnutridos grabados durante los primeros tres días de vida. Valores en medias y error estándar. * Indica diferencias significativas entre grupos (U de Mann Whitney, $P \leq 0.05$)

Mientras que en el segundo día de vida los corderos desnutridos mostraron significativamente más armónicas en el espectro, comparado con los corderos controles (13.7 ± 1.3 versus 13.3 ± 0.3 , respectivamente, $P=0.03$). Finalmente en el tercer día, el número de armónicas en el espectro entre el grupo control y el desnutrido no varió significativamente (14 ± 0.5 versus 13.2 ± 0.2 , respectivamente, $P=0.2$).

Por último al comparar la duración del balido (Figura 4) en los balidos altos de los corderos controles y desnutridos, se encontró que al igual que en la frecuencia pico, éste fue significativamente mayor en los corderos desnutridos que en los controles. En primero día se observó que los balidos de los corderos desnutridos duraron significativamente más que los controles (0.9 ± 0.07 versus 0.7 ± 0.01 segundos respectivamente, U de Mann Whitney, $P=0.006$). De la misma manera los balidos de los corderos desnutridos tuvieron mayor duración que los corderos controles en el segundo día de edad (0.8 ± 0.02 versus 0.7 ± 0.02 segundos respectivamente, $P=0.01$). Finalmente para el día tres de edad la duración de los balidos de los corderos desnutridos, fue de igual manera, significativamente mayor que la de los corderos desnutridos (0.8 ± 0.02 versus 0.7 ± 0.02 segundos, respectivamente $P=0.01$)

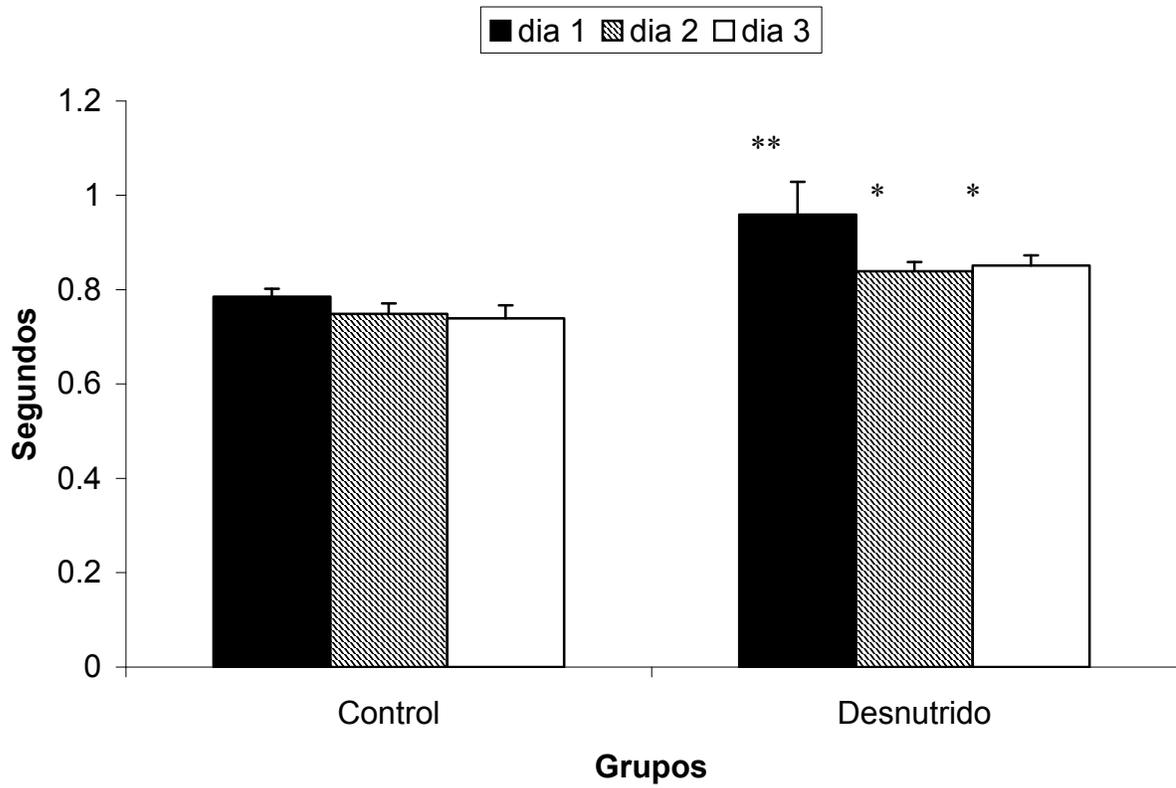


Figura 4.- Duración total de los balidos altos emitidos por corderos controles y desnutridos grabados durante los primeros tres días de vida. Valores en medias y error estándar. * Indica diferencias significativas entre grupos (U de Mann Whitney, $P \leq 0.05$)

DISCUSIÓN

En mamíferos, especialmente en especies gregarias, la capacidad de reconocimiento mutuo madre-cría es necesario para permitir un buen funcionamiento del cuidado materno. Este proceso de reconocimiento involucra la participación de señales sensoriales tal como la visión, olfacción y audición (González-Mariscal y Poindron 2002).

En este estudio se evaluó por primera vez en corderos el efecto de la desnutrición prenatal, durante la segunda mitad de gestación sobre la cantidad y calidad de vocalizaciones emitidas en los primeros días de vida. De manera general, se observó que la desnutrición no alteró la cantidad de vocalizaciones emitidas por los corderos durante la primera hora de nacidos, ya que tanto corderos controles como desnutridos emitieron más o menos en una misma cantidad de balidos

Sin embargo, aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas se pudo observar de manera general, que los corderos controles, emitieron más vocalizaciones que los corderos desnutridos, lo que podría demostrar que los corderos bien alimentados durante la gestación se muestran más activos al momento de nacer que los corderos desnutridos. Si este fuera el caso el resultado parcial de este trabajo se puede comparar con los hallazgos realizados en roedores, en donde se observó que las ratas desnutridas prenatalmente emiten menos vocalizaciones que las controles (Tonkiss *et al.* 2003).

Por otro lado, en corderos se ha observado que en condiciones normales emiten gran cantidad de vocalizaciones durante las primeras horas de nacidos, lo cual aparentemente se correlaciona con la emisión, también alta de las vocalizaciones por parte de la madre. La función de esta actividad vocal es estimular a la madre para que atienda a la cría, así mismo

se sugiere que durante este periodo la madre es capaz de aprender características físicas de la vocalización de sus crías, para poder reconocerlas a distancia (Terrazas *et al.* 1999; Searby y Jouventin, 2003).

Así mismo, en crías de ratas desnutridas por una restricción de proteína se ha reportado que vocalizan menos que las crías bien alimentadas (Hunt *et al.*, 1976). Además otros trabajos han reportado que las crías de ratas con una historia de desnutrición prenatal de proteína pueden mostrar una tasa significativamente menor de vocalizaciones ultrasónicas (Myers, *et al* 2002).

El siguiente hallazgo obtenido de este trabajo fue que las características físicas de las vocalizaciones de los corderos durante los primeros días de nacidos, se modificaron, de esta manera se pudo observar que tanto la duración del balido, la frecuencia pico y el número de armónicas fueron significativamente distintos. Tanto la duración de la vocalización, como la frecuencia pico, fueron mayores en los tres días para los corderos desnutridos, que los corderos controles. En un estudio previo en donde se evaluó la presencia de una firma acústica en ovejas y cordero, se determinó que tanto lo frecuencia pico, como la duración de la vocalización, son elementos importantes que pueden identificar individualmente a un individuo (Searby y Jouventin 2003). Así mismo se determinó que esos parámetros son importantes en la formación de una firma acústica. Lo cual es similar también a los reportado en cabritos (Terrazas *et al.* 2003). Por lo tanto, el hecho de haberlos tomado en cuenta para su evaluación son referencias importantes que nos pudiera indicar que los corderos desnutridos tienen o podrían tener una alteración en la formación de una firma acústica. Por lo tanto, podrían alterar su posibilidad de ser reconocidos o identificados por sus madres, lo cual coincide con resultados de trabajos

previos en donde se observó que cabras desnutridas probadas en su capacidad no olfatoria para reconocer a su cabrito fallaron (Robledo 2005).

Se ha examinado en otros trabajos que las características físicas de las vocalizaciones de ratas se pueden modificar por la malnutrición proteica durante la gestación, y se observó que específicamente la frecuencia pico y la duración de la vocalización fueron de los parámetros más afectados debido a la malnutrición (Tonkiss *et al.* 2003). Los trabajos ya reportados en ratas coinciden con nuestros hallazgos y podría confirmar el hecho de que la malnutrición prenatal altera la formación de una firma acústica en los corderos.

Al menos en ratas se ha reportado que estas alteraciones en la calidad de la vocalización son debidas a un daño en el sistema nervioso central debido a la malnutrición (revisión en Galler *et al.*, 1996; Morgane *et al.*, 1993; Tonkiss *et al.*, 1993; Lester, 1976).

a desnutrición en infantes humanos ha sido asociado a desordenes espontáneos en los patrones de vocalizaciones (Donzelli *et al.*, 1994; Juntunen y Michelsson, 1978; Lester, 1976). Debido a que el llanto normal no ha podido ser restituido con una terapia nutricional (Donzelli *et al.*, 1994), la alteración de las características de las vocalizaciones han sido interpretados como una consecuencia de daño en el sistema nervioso central. Esta idea es soportada por varios formas de daño, incluyendo asfíxia (Michelsson, 1971; Michelsson, Sirvio y Wasz-Hockert, 1977), meningitis bacterial (Michelsson y Wasz-Hockert, 1977), síndrome de Down (Fisichelli y Karelitz, 1963; Karelitz y Fisichelli, 1962), e hipotiroidismo congénito (Michelsson y Sirvio, 1976) los cuales ha sido reportados en producir diferentes alteraciones en las vocalizaciones de los infantes.

CONCLUSIONES

- 1.- La desnutrición prenatal aparentemente no altera la actividad vocal de los corderos durante la primer hora de nacidos.
- 2.- La desnutrición prenatal incrementa el volumen de la frecuencia pico en las vocalizaciones de los corderos en los primeros tres días de nacidos.
- 3.- La desnutrición prenatal aumenta la duración total de las vocalizaciones de los corderos durante los primeros tres días de nacidos.
- 4.- Es necesario realizar más estudios para confirmar estos hallazgos y evaluar la manera en cómo la desnutrición prenatal altera la formación de una firma acústica en los corderos durante los primeros tres días de vida.

BIBLIOGRAFÍA

- Alexander, G. (1960). "Maternal behaviour in the merino ewe." Proceedings of the Australian Society for Animal Production **3**: 105-114.
- Alexander, G., J. R. Hales, *et al.* (1987). "Effects of acute and prolonged exposure to heat on regional blood flows in pregnant sheep." Journal of Developmental Physiology **9**(1): 1-15.
- Alexander, G., D. Stevens, *et al.* (1983). "Separation of ewes from twin lambs: incidence in several sheep breeds." Applied Animal Ethology **10**: 301-317.
- Algers, B., Rojanasthien, S. y Uvnaes-Moberg, K. 1990. The relation between teat stimulation, oxytocin release and grunting rate in the sow during nursing. Applied Animal Behaviour Science, **26**, 267-276.
- Altmann, M. (1963). Naturalistic studies of maternal care in moose and elk. Maternal Behavior in Mammals. H. L. Rheingold. New York, USA, John Wiley & Sons, Inc.: 233-253.
- Altmann, S. A. (1967). The estructure of primat social communication. Social Communication Among Primates. S. A. Altmann. Chicago, University of Chicago Press: 325-362.
- Andersson, S. 1994. Cost of sexual advertising in the lekking Jackson's widowbird. Condor, **96**, 1-10.
- Arnold, G. W. and P. D. Morgan (1975). "Behaviour of the ewe and lamb at lambing and its relationship to lamb mortality." Applied Animal Ethology **2**: 25-46.
- Atkeson, T. D., Marchinton, R. L. y Miller, K. V. 1988. Vocalizations of white-tailed deer. Am. Midl. Nat., **120**, 194-200.
- Bell, R. W., W. Nitschke, *et al.* (1974). "Early experience, ultrasonic vocalizations, and maternal responsiveness in rats." Developmental Psychobiology **7**(3): 235-42.
- Blackshaw, J. K., Jones, D. N. y Thomas, F. J. 1996. Vocal individuality during suckling in the intensively housed domestic pig. Applied Animal Behaviour Science, **50**, 33-41.
- Braudbury, J. W. y Vehrencamp, S. L. 1998. Principles of animal communication. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates.
- Bridges, R., M. X. Zarrow, *et al.* (1972). "Differences in maternal responsiveness between lactating and sensitized rats." Developmental Psychobiology **5**(2): 123-127.
- Bridges, R. S. (1975). "Long-term effects of pregnancy and parturition upon maternal responsiveness in the rat." Physiology and Behavior **14**(3): 245-9.
- Bridges, R. S. (1977). "Parturition: Its role in the long term retention of maternal behavior in the rat." Physiology and Behavior **18**: 487-490.
- Brockway, B. F. 1965. Stimulation of ovarian development and egg laying by male courtship, vocalization in Budgerigars (*Melopsittacus indulatus*). Anim. Behav., **13**, 575-578.
- Cabello, E., H. Andrade, *et al.* (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.
- Castren, H., Algers, B., Jensen, P. y Saloniemi, H. 1989. Suckling behaviour and milk consumption in newborn piglets as a response to sow grunting. Applied Animal Behaviour Science, **24**, 227-238.
- Clutton-Brock, T. H. y Guinness, F. E. 1975. Behaviour of red deer (*Cervus elaphus* L) at calving time. Behaviour, **55**, 287-300.

- Chapman, D. y Chapman, N. 1975. *Fallow Deer: Their History, Distribution and Biology*. Suffolk: Terence Dalton.
- Dapoza, C.; Castrillo, C.; Rubio, C.; Martin-Orue, S. y Guada, J. (1999) Energy requirements of pregnant sheep calculated taking into account the change in body energy content estimated from the diffusion space of the deuterium oxide. *Jornadas sobre Produccion Animal*. 424-426.
- Darling, F. 1937. *A Herd of Red Deer*. London: Oxford University Press.
- De Lucas TJ; Arbiza AS. 2002. Producción de ovinos de pelo para México y América Central. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Cuautitlán Izcalli, Estado de México. Pp:4-6
- Donzelli, G. P., G. Rapisardi, *et al.* (1994). "Computerized cry analysis in infants affected by severe protein energy malnutrition." *Acta Paediatrica* **83**: 204-211.
- Dwyer, C. M. y W. S. Dingwall (1999). "Physiological Correlates of Maternal and Offspring Behaviour in Sheep." *Physiology and Behavior* **67**(3): 443-454.
- Dwyer, C. M. and A. B. Lawrence (1999). "Does the behaviour of the neonate influence the expression of maternal behaviour in sheep?" *Behaviour* **136**: 367 - 389.
- Dwyer, C. M., McLean, K. A., Deans, L. A., Chirnside, J., Calvert, S. K. y Lawrence, A. B. 1998. Vocalisations between mother and young in sheep: effects of breed and maternal experience. *Applied Animal Behaviour Science*, **58**, 105-119.
- Echeverri, A. C., H. W. Gonyou, *et al.* (1992). "Preparturient behavior of confined ewes: Time budgets, frequencies, spatial distribution and sequential analysis." *Applied Animal Behaviour Science* **34**(4): 329-344.
- Ellendorff, F., Forsing, M. L. y Poulain, D. A. 1982. The milk ejection reflex in the pig. *J. Physiol.*, **333**, 577-594.
- Espmark, Y. 1969. Mother-young relations and development of behaviour in roe deer (*Capreolus capreolus* L). *Viltrey*, **6**, 461-540.
- Espmark, Y. 1971. Individual recognition by voice in reindeer mother-young relationship. Field observations and playback experiments. *Behaviour*, **40**, 295-301.
- Espmark, Y. 1975. Individual characteristics in the calls of reindeer calves. *Behaviour*, **54**, 50-59.
- Fisichelli, V., & Karelitz, S. (1963). The cry latencies of normal infants and those with brain damage. *Journal of Pediatrics*, **62**, 724-734.
- Fleming, A. S. and J. S. Rosenblatt (1974). "Maternal behavior in the virgin and lactating rat." *Journal of Comparative and Physiological Psychology* **86**(5): 957-972.
- Fraser, D. 1975. The nursing and suckling behaviour of pigs. III. Behaviour when milk ejection is elicited by manual stimulation of the udder. *British Veterinary Journal*, **131**, 416-26.
- Fraser, D. 1977. Some behavioural aspects of milk ejection failure by sows. *British Veterinary Journal*, **133**, 126-33.
- Fraser, D. 1984. Some factors influencing the availability of colostrum to piglets. *Animal Production*, **339**, 115-123.
- Galler, J. R., J. S. Shumsky, *et al.* (1996). Malnutrition and brain development. *Nutrition in pediatrics*. W. A. Walker and J. Watkins. Neuilly-sur-Seine, France, Decker Europe.
- Gandelman, R. (1972). "Mice: postpartum aggression elicited by the presence of an intruder." *Hormones and Behavior* **3**(1): 23-8.

- Gerhardt, H. C. 1983. Communication and the environment. In: *Communication (Animal Behavior)* (Ed. by Halliday, T. R. y Slater, P. B. J.), pp. 82-113. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Gill, J. C. y Thomson, W. 1956. Observations on the behaviour of suckling pigs. *Br. J. Anim. Behav.*, 4, 46-51.
- Gilling, G. (2002). Desarrollo del reconocimiento mutuo entre la madre y su cría en los primeros días postparto en cabras. *Instituto de Neurobiología*. Querétaro, Universidad Nacional Autónoma de México.
- González-Mariscal, G. and P. Poindron (2002). "Parental care in mammals: immediate internal and sensory factors of control." *Hormones, Brain and Behavior* 1: 215-298.
- Harrington, J. E. 1976. Discrimination between individuals by scent in Lemur fulvus. *Animal Behaviour*, 24, 207-212.
- Herscher, L., J. B. Richmond, *et al.* (1963). Maternal behavior in sheep and goats. *Maternal Behavior in Mammals*. H. L. Rheingold. New-York, John Wiley and Sons Inc.: 203-232.
- Hinde, R. A. 1974. *Biological Bases of Human Social Behaviour*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hoop, S. L., M. J. Owren, *et al.* (1998). *Animal Acoustic Communication. Sound Analysis and Research Methods*. Germany, Springer- Verlag Berlin Heidelberg.
- Horrel, I. y Hodgson, J. 1992. The bases of sow-piglet identification. 1. The identifications by sows of their own piglets and the presence of intruders. *Applied Animal Behaviour Science*, 33, 319-327.
- Hunt, L. E., Smotherman, W. P., Wiener, S. G., & Levine, S. (1976). Nutritional variables and their effect on the development of ultrasonic vocalizations in rat pups. *Physiology & Behavior*, 17, 1037-1039.
- Juntunen, K., Sirvio, P., & Michelsson, K. (1978). Cry analysis in infants with severe malnutrition. *European Journal of Pediatrics*, 128, 241-246.
- Karelitz, S., & Fisichelli, V. (1962). The cry thresholds of normal infants and those with brain damage. *Journal of Pediatrics*, 61, 679-685.
- Kelly, R. W. and K. R. Drew (1976). "Shelter seeking and sucking behaviour of the red deer calf (*Cervus elaphus*) in a farmed situation." *Applied Animal Ethology* 2: 101-111.
- Kendrick, K. M. and E. B. Keverne (1991). "Importance of progesterone and estrogen priming for the induction of maternal behavior by vaginocervical stimulation in sheep: effects of maternal experience." *Physiology and Behavior* 49(4): 745-750.
- Krehbiel, D., P. Poindron, *et al.* (1987). "Effects of peridural anesthesia on maternal behavior in primiparous and multiparous parturient ewes." *Physiology and Behavior* 40: 463-472.
- Kelly, R. W. y Drew, K. R. 1976. Shelter seeking and sucking behaviour of the red deer calf (*Cervus elaphus*) in a farmed situation. *Applied Animal Ethology*, 2, 101-111.
- Le Neindre, P., P. Poindron, *et al.* (1979). "Hormonal induction of maternal behavior in non-pregnant ewes." *Physiology and Behavior* 22(4): 731-734.
- Lécrivain, E. and G. Janeau (1987). "Comportement d'isolement et de recherche d'abri de brebis agnelant en plein air dans un système d'élevage à caractère extensif." *Biology of Behaviour* 12: 127-148.
- Lester, B. M. (1976). Spectrum analysis of the cry sounds of well-nourished and malnourished infants. *Child Development*, 47, 237-241.

- Leuthold, W. (1977). African Ungulates: a comparative review of their ethology and behavioral ecology. Berlin, Springer-Verlag.
- Lévy, F., K. Kendrick, *et al.* (1996). "Physiological, sensory and experiential factors of parental care in sheep." Advances in the Study of Behavior **25**: 385-473.
- Lévy, F. and P. Poindron (1984). "Influence du liquide amniotique sur la manifestation du comportement maternel chez la brebis parturiente." Biology of Behaviour **9**(3): 271-278.
- Lévy, F. and P. Poindron (1987). "The importance of amniotic fluids for the establishment of maternal behaviour in experienced and inexperienced ewes." Animal Behaviour **35**(4): 1188-1192.
- Lévy, F., P. Poindron, *et al.* (1983). "Attraction and repulsion by amniotic fluids and their olfactory control in the ewe around parturition." Physiology and Behavior **31**: 687-692.
- Lewis, N. J. and J. F. Hurnik (1985). "The development of nursing behaviour in swine." Applied Animal Behaviour Science **14**: 225-232.
- Lickliter, R. E. (1982). "Effects of a post-partum separation on maternal responsiveness in primiparous and multiparous domestic goats." Applied Animal Ethology **8**: 537-542.
- Lindsay, D. R. and I. C. Fletcher (1968). "Sensory involvement in the recognition of lambs by their dams." Animal Behaviour **16**(4): 415-7
- MacKay, D. M. (1972). Formal analysis of communicative processes. Non-verbal Communication. R. A. Hinde. Cambridge, Cambridge University Press. **1.1, 1.6**: 3-25.
- Maestriperi, D. and J. Call (1996). Mother-Infant Communication in Primates. Parental Care, Evolution, Mechanisms, and Adaptive Significance. J. S. Rosenblatt and C. T. Snowdon. San Diego CA, Academic Press: 613-642.
- Marler, P. y Hamilton III, W. J. 1966. Acoustical communication. In: Mechanisms of animal behavior, pp. 426 - 479: John Wiley and Sons, INC.
- Martin, G.B., Rodger, J. y Blanche, D. (2004) Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. Reprod. Fert. Develop. **16**, 491-501.
- Martin, R., Moscoso, G., Scaramuzzi, R. J., Loughna, P. T., Johnson, P. y Leigh, A. J. (1998) J. Reprod. Fert. **21**: 37 (Abstr.).
- Matesanz, J. (1965). Introducción a la ganadería en Nueva España. Historia Mexicana. **56**: 533-566.
- McComb, K. 1987. Roaring by red deer stags advances the date of oestrus in hinds. Nature, **330**, 648-649.
- Mitchell, W. R. y Robinson, J. 1974. The Bowland sika: some notes of vocal activity. Deer, **3**, 150-153.
- Michelsson, K. (1971). Cry analysis of symptomless low birth weight neonates and of asphyxiated newborn infants. Acta Paediatrica Scandinavica Suppl, **216**, 1-45.
- Michelsson, K., Sirvio, P., & Wasz-Hockert, O. (1977a). Pain cry in full-term asphyxiated newborn infants correlated with late findings. Acta Paediatrica Scandinavica, **66**, 611-616.

- Michelsson, K., Sirvio, P., & 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., Diaz-Cintra, S., Cintra, L., & Galler, J. R. (1993). Prenatal malnutrition and development of the brain. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 17, 91–128.
- Myers, M. M., Tu, A. Y., Polin, G. A., & Shair, H. N. (2002) Effects of low protein diet during gestation on neonatal rat ultrasonic vocalization responses to brief maternal separation [Abstract 76]. *Developmental Psychobiology*, 41, 316.
- Newman, J. D. 1985a. The infant cry in primates: An evolutionary perspective. In: *Infant Crying* (Ed. by Lester, B. M. y Boukydis, C. F. Z.), pp. 307-323. New York: Plenum Press.
- Noirot, E. (1972). "Ultrasounds and maternal behavior in small rodents." *Developmental Psychobiology* 5(4): 371-87.
- Nowak, R. (1996). "Neonatal survival: contributions from behavioural studies in sheep." *Applied Animal Behaviour Science* 49(1): 61-72.
- Nowak, R., P. Poindron, *et al.* (1987). "Ability of 12-hour-old merino and crossbred lambs to recognise their mothers." *Applied Animal Behaviour Science* 17(3-4): 263-271.
- O'Connor, C. E. and A. B. Lawrence (1992). "Relationship between lamb vigour and ewe behaviour at parturition." *Animal Production* 54: 361-366.
- Orpen, B. G. and A. S. Fleming (1987). "Experience with pups sustains maternal responding in postpartum rats." *Physiology and Behavior* 40(1): 47-54.
- Perezgrovas, R. and J. Sarmiento (2004). *Antecedentes Históricos. Los Carneros de San Juan. Ovinocultura de los Altos de Chiapas*. G. R. Perezgrovas. San Cristobal de las Casas, Chis., Universidad Autónoma d Chiapas.: 305.
- Perinat, A. (1993). *Comunicación animal, comunicación humana*. España, Siglo Veintiuno de España Editorial, S. A.
- Poindron, P., M. Caba, *et al.* (1994). "Responses of maternal and non-maternal ewes to social and mother-young separation." *Behavioural Processes* 31(1): 97-110.
- Poindron, P. and M. J. Carrick (1976). "Hearing recognition of the lamb by its mother." *Animal Behaviour* 24(3): 600-602.
- Poindron, P., G. Gilling, *et al.* (2003). "Early recognition of newborn goat kids by their mother: I. Nonolfactory discrimination." *Developmental Psychobiology* 43: 82-89.
- Poindron, P., H. Hernandez, *et al.* (1998). *Mother-young relationships in goats: mechanisms of control and possible implications for production*. Proceedings of the 32nd Congress of the International Society for Applied Ethology, Clermont-Ferrand, France, INRA.
- Poindron, P. and P. Le Neindre (1979). *Hormonal and behavioural basis for establishing maternal behaviour in sheep*. *Psychoneuroendocrinology in Reproduction*, Elsevier, North-Holland Biomed.
- Poindron, P. and P. Le Neindre (1980). "Endocrine and sensory regulation of maternal behavior in the ewe." *Advances in the Study of Behavior* 11: 75-119.
- Poindron, P., P. Le Neindre, *et al.* (1984). *Maternal behaviour in sheep and its physiological control*. "Reproduction in sheep." Canberra (Australia), Aust. Wool Corp.
- Poindron, P. y R. Soto (1997). "Decrease of response to social separation in preparturient ewes." *Behavioral Processes* 40: 45 - 51.

- Poindron, P., A. Terrazas, *et al.* (2003). "Exclusive mother-young bonding in sheep and goats: Physiological determinants and consequences." Revista Mexicana de Psicología **20**(2).
- Putu, I. G., P. Poindron, *et al.* (1988). "Early disturbance of merino ewes from the birth site increases lamb separations and mortality." Proceedings of the Australian Society for Animal Production **17**: 298-301.
- Putu, I. G., P. Poindron, *et al.* (1986). "Lamb desertion in primiparous and multiparous Merino ewes induced to lamb with dexamethasone." Proceedings of the Australian Society for Animal Production **16**: 315-318.
- Ramírez, A., A. Quiles, *et al.* (1998). "Behaviour of the Murciano-Granadina goat during the first hour after parturition." Applied Animal Behaviour Science **56**: 223-230.
- Robinson, J. J. (1990). "Nutrition in the reproduction of farm animals." Nutrition Research Reviews **3**: 253.
- Rosenblatt, J. S. and H. I. Siegel (1981). Factors governing the onset and maintenance of maternal behavior among nonprimate Mammals. Parental Care in Mammals. D. J. Gubernick and P. H. Klopfer. New-York, Plenum Press: 13-76.
- Ruiz-Miranda, C. R., Szymanski, M. D. y Ingals, J. W. 1993. Physical characteristics of the vocalizations of domestic does *Capra Hircus* in response to their offspring cries. Bioacoustics, 5, 99 -116.
- Ryan, M. J. and Keddy-Hector, A. 1992. Directional patterns of female mate choice and the role of sensory biases. Am. Nat., 139, 529, 532, 772.
- Samraus, H. H. and M. Wittmann (1989). "Observations of the birth and suckling behavior of goats." Tierärztliche Praxis **17**(4): 359-65.
- Saucedo Montemayor, P. 1984. Historia de la ganadería en México. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Sekulic, R. 1982. The function of howling in Red howler monkeys (*Alouatta seniculus*). Behaviour, 81, 38-54.
- Semple, S. and McComb, K. 2000. Perception of female reproductive state from vocal cues in a mammal species. Proc. R. Soc. Lond. B., 267, 707-712.
- Searby, A. and P. Jouventin (2003). "Mother-lamb acoustic recognition in sheep: a frequency coding." Proc. R. Soc. Lond. B. **270**: 1765-1771.
- Shillito, E. E. and G. Alexander (1975). "Mutual recognition amongst ewes and lambs of four breeds of sheep (*ovis aries*)." Applied Animal Ethology **1**: 151-165.
- Shillito-Walser, E. E. (1986). "Recognition of the sow's voice by neonatal piglets." Behaviour **99**: 177-187.
- Shillito-Walser, E. E. and G. Alexander (1980). "Mutual recognition between ewes and lambs." Reproduction, Nutrition, Developpement **20**(3 B): 807-816.
- Shillito-Walser, E. E., P. Hague, *et al.* (1981). "Vocal recognition of recorded lambs voices by ewes of three breeds of sheep." Behaviour **78**: 261-272.
- Slater, P. J. B. (1983). The study of communication. Communication- (Animal Behavior). T. R. Halliday and P. B. J. Slater. Oxford, Blackwell Scientific Publications. **2**: 9-42.
- Slater, P. J. B. (1991). Introducción a la etología. Cambridge, Cambridge University Press.
- Slee, J. and A. Springbett (1986). "Early post-natal behaviour in lambs of ten breeds." Applied Animal Behaviour Science **15**: 229-240.
- Sokolov, V. E., V. I. Prikhodko, *et al.* (1984). "Vocalizations in the musk deer (*Moschus moschiferus*)." Zool. Zh **63**: 263-271.

- Stevens, D., G. Alexander, *et al.* (1981). "Do Merino ewes seek isolation or shelter at lambing?" Applied Animal Ethology **7**: 149-155.
- Tembrock, G. 1963. Acoustic behaviour of mammals. In: *Acoustic Behaviour of Animals* (Ed. by Busnel, R. G.), pp. 751-786. Amsterdam: Elsevier.
- Tonkiss, J., Galler, J. R., Morgane, P. J., Bronzino, J. D., & Austin-LaFrance, R. J. (1993). Prenatal protein malnutrition and postnatal brain function. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **678**, 215–227
- Terrazas, A. (1999). Estudio de la comunicación acústica madre-cría en la oveja y su papel en el reconocimiento interindividual temprano. Centro de Neurobiología. Querétaro, Universidad Nacional Autónoma de México: 128.
- Terrazas, A., G. Ferreira, *et al.* (1999). "Do ewes recognize their lambs within the first day postpartum without the help of olfactory cues?" Behavioural Processes **47**(1): 19-29.
- Terrazas, A., R. Nowak, *et al.* (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." Developmental Psychobiology **40**: 408-418.
- Terrazas, A., N. Serafin, *et al.* (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.
- Tonkiss, J., K. Bonnie, *et al.* (2003). "Ultrasonic call characteristics of rat pups are altered following prenatal malnutrition." Developmental Psychobiology **43**: 90-101.
- Vankova, D., Bartos, L. y Malek, J. 1997. The role of vocalization in the communication between red deer hinds and calves. *Ethology*, **103**, 795-808.
- Vankova, D. and Malek, J. 1997. Characteristics of the vocalizations of Red Deer *Cervus Elaphus* hinds and calves. *Bioacoustics*, **7**, 281-289.
- Vince, M. A. 1986. Response of the newly born clun forest lamb to maternal vocalisations. *Behaviour*, **96**, 164-170.
- Whalter, F. R. 1984. *Communication and expression in hoofed mammals*. Indiana: Indiana University Press.
- Whitehead, G. K. 1993. *The Whitehead Encyclopedia of Deer*. Shrewsbury: Swam Hill Press.
- Whittemore, C. T. y Fraser, D. 1974. The nursing and suckling behaviour of pigs. II. Vocalization of the sow in relation to suckling behaviour and milk ejection. *British Veterinary Journal*, **130**, 346-56.
- Wyatt, T. D. (2003). Pheromones and Animal Behaviour. Communication by smell and taste. United Kingdom, Cambridge University Press.