



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN
Y DE LA SALUD ANIMAL**

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN
ENERGÉTICA AL FINAL DE LA GESTACIÓN, SOBRE LA
DESNUTRICIÓN INDUCIDA A PARTIR DE LA SEGUNDA
MITAD DE LA GESTACIÓN, EN LAS RELACIONES
MADRE - CRÍA, EN CABRAS DURANTE EL PRIMER
DÍA POST - PARTO”**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS

P R E S E N T A

MARÍA DEL ROSARIO SANTIAGO RODRÍGUEZ

TUTOR: DRA. ANGELICA MARÍA TERRAZAS GARCÍA
COMITÉ TUTORAL: DR. JOSÉ ALFREDO MEDRANO HERNÁNDEZ
DR. ANDRÉS ERNESTO DUCOING WATTY.



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.

Créditos

Este trabajo fue realizado gracias al apoyo del Fondo Internacional para las Ciencias IFS – Suecia. B/3872-1.

Al PAPIT, IN 217205- 2.

A la cátedra de Investigación F.E.S. Cuautitlán IN2- 06- 07.

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada.

Al Instituto de Neurobiología, UNAM campus Querétaro

Al CEPIPSA, Topilejo. UNAM

Al Centro de Enseñanza Agropecuaria.

A la Universidad Autónoma del Estado de México.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Angélica Terrazas García por aceptarme en su proyecto y por todo el tiempo dedicado.

Al Dr. Alfredo Medrano Hernández por sus valiosos consejos, por su amable disponibilidad, pero sobre todo por su amistad.

Al Dr. Andrés Ducoing Watty por el apoyo brindado, por sus importantes aportaciones y sugerencias.

A los miembros del jurado: Dra Anne María Sisto Burt y Dr. Abel Trujillo García por los valiosos comentarios que permitieron mejorar este trabajo.

A la Dra. Alma Virginia Lara Sahagón, por la ayuda brindada en el análisis estadístico.

A la Dra. Patricia García Rojas por el apoyo y confianza brindados y por adoptarme en Querétaro. Gracias.

Al M. en C. Alan Olazábal Fenochio por la invaluable ayuda y apoyo brindados durante los experimentos y en todo el desarrollo de esta tesis. Muchas gracias.

Al Actuario Gerardo Arizpe Covarrubias y familia, por el apoyo, asesoría y atinados comentarios, pero sobre todo por abrirnos las puertas de su casa.

A Francisco por ser mi amigo.

Quiero agradecer a Niza, Hitandewy, Diana, Jesús, Daniel y a todos los compañeros del Módulo de Producción por la ayuda brindada durante la fase experimental y también por su amistad.

También a Adriana Rojas por su incondicional ayuda.

A MI QUERIDA ALMA MATER Por permitirme, una vez más, culminar una importante etapa de mi vida en sus recintos

Mi sincero agradecimiento a los académicos que han hecho mella en mi formación profesional, Dr. Guillermo Oviedo, Dr. Francisco Montiel Sosa, MC Arturo Trejo González, MC. Alfredo Cuellar Ordaz, Dr. José Camacho Machín, Dra. Marisela Ortega Villalobos; a ellos mi reconocimiento por siempre.

A la UAEM por abrirme las puertas para desempeñarme profesionalmente y por el apoyo otorgado para el crecimiento profesional de sus académicos.

A mis amigos en esta Institución GRACIAS.

Dedicatorias

A mis padres

Sra. Juana Rodríguez Aquino
Sr. Joel Santiago Ángel
Por todo lo que de ustedes he recibido.

A JUAN FRANCISCO

Por ser mi amigo y cómplice. Porque sin ti nada de esto sería posible, por ser lo mejor que he recibido de la vida. Ojala algún día pueda recompensarte todo lo que sin saber me has dado.

GRACIAS.

A GUADALUPE

Por que en los momentos más difíciles, has estado conmigo para tenderme la mano. Porque me has enseñado a ser siempre positiva y a ser un mejor ser humano. Pero sobre todo por creer en mí.

GRACIAS.

A mis amigos

“A mis amigos les adeudo los enfados que perturbaran sin querer nuestra armonía, sabemos todos que no puede ser pecado el discutir alguna vez por tonterías.

A mis amigos les adeudo la paciencia de tolerarme mis espinas mas agudas , los arrebatos de humor, la negligencia, las vanidades, las temores y las dudas...”

A. Cortés.

CONTENIDO

I.- RESUMEN.....	1
II.- ABSTRACT.....	2
III.- INTRODUCCION.....	3
IV.- REVISION DE LITERATURA.....	9
4.1.- COMPORTAMIENTO MATERNO.....	9
4.1.1 Conducta previa al parto.....	11
4.1.2 Conducta al parto	12
4.1.3 Reconocimiento parental.....	14
4.1.4 Reconocimiento olfatorio.....	15
4.1.5 Reconocimiento a distancia.....	20
4.1.6 Reconocimiento por parte de las crías.....	22
4.2 FACTORES FISIOLÓGICOS INVOLUCRADOS EN EL ESTABLECIMIENTO DE LA CONDUCTA MATERNAL EN OVEJAS Y CABRAS.....	25
4.2.1 Fisiología del parto y cambios endócrinos en relación a la conducta materna.....	25
4.2.2 Factores sensoriales.....	27
4.2.3 Estimulación cervico vaginal (EVC) y conducta materna.....	29
4.2.4 Factores endocrinos y su relación con la conducta materna.....	31
5.1 EFECTO DE LA NUTRICIÓN EN ALGUNOS ASPECTOS DE LA REPRODUCCIÓN	36
5.1.1 Efecto de la nutrición sobre la tasa de ovulación.....	35
5.1.2 Efecto de la nutrición sobre la viabilidad embrionaria.....	37
5.1.3 Efecto de la nutrición en el desarrollo de la placenta.....	37
5.1.4 Efecto de la nutrición en el crecimiento del feto.....	38
5.1.5 Efecto de la desnutrición al momento del parto.....	45

6.1 EFECTO DE LA NUTRICIÓN SOBRE LA CONDUCTA MATERNA.....	46
V.- JUSTIFICACIÓN.....	50
VI.- HIPOTESIS.....	51
VII.- OBJETIVO.....	51
VIII.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	51
IX.- RESULTADOS.....	66
X.- DISCUSIÓN.....	108
XI.- CONCLUSIONES.....	129
XII.- BIBLIOGRAFÍA.....	132

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1.- Composición de energía y proteína en las dietas utilizadas.....	53
Cuadro 2.- Porcentaje de animales por tipo de parto y sexo de la cría.....	66
Cuadro 3.- Conductas registradas en las madres durante la primer hora posparto	68
Cuadro 4.- Conductas registradas durante la prueba de selectividad a 4 horas posparto	70
Cuadro5.- Conductas registradas durante la primer hora posparto en crías....	78
Figura 1.- Esquema del corral utilizado para la prueba de reconocimiento de las crías por su madre a 8 horas posparto.....	61
Figura 2.- Representación esquemática del corral utilizado para probar a los cabritos en su capacidad para discriminar entre su madre y una ajena.....	64
Figura 3.- Latencia para lamer a las crías (media \pm ee) durante la primer hora post parto.....	67
Figura 4.- Tiempo de permanencia, (media \pm ee) en segundos, con crías propias o extrañas.....	72
Figura 5.- Tiempo de mirar (media \pm ee), en segundos, a crías propias o extrañas en cabras.....	73
Figura 6.- Número de visitas (media \pm ee), a crías propias o extrañas.....	74
Figura 7.- Latencia de intentos de levantarse (media \pm ee) de las crías durante la primer hora postparto.....	76
Figura 8.- Latencia de estar parado (media \pm error estándar) de las crías durante la primer hora posparto.....	77
Figura 9.- Tiempo de permanencia (media \pm ee) de las crías.....	81
Figura 10.- Tiempo de mirar (media \pm ee), en segundos, a las madres propias o extrañas.....	82
Figura 11.- Número de visitas (media \pm ee), a madres propias o extrañas.....	83
Figura 12.- Tiempo de permanencia (media \pm ee), en segundos, con madres.....	86
Figura 13.- Tiempo de mirar (media \pm ee), en segundos, a madres propias o extrañas.....	87
Figura 14.- Número de visitas (media \pm ee), a madres propias o extrañas.....	88
Figura 15.- Latencia de alcance (media \pm ee) en segundos a 12 y 24 horas de edad de las crías.....	91
Figura 16.- Diferencia en tiempo de permanencia con la madre propia (media \pm ee) en segundos a 12 y 24 horas de edad para las crías.....	92

Figura 17.- Diferencia en tiempo de mirar a madre propias(media \pm ee) en segundos, a 12 y 24 horas de edad	93
Figura 18.- Diferencia en el tiempo de mirar a la madre extraña (media \pm ee) en segundos, para las crías a 12 y 24 horas de edad.....	94
Figura 19.- Diferencia en el número de visitas (media \pm ee) en segundos, para las crías a 12 y 24 horas de edad.....	95
Figura 20.- Diferencia en el número de visitas a madre extraña (media \pm ee) por cabritos.....	96
Figura 21.- Peso de los cabritos(media \pm ee).....	98
Figura 22.- Peso de las cabras(media \pm ee)	101
Figura 23.- Cambios de peso en las cabras (media \pm ee).....	103
Figura 24.- Condición corporal (media \pm ee)	104
Figura 25.- Niveles de glucosa (media \pm ee).....	106

I.- RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la suplementación con maíz en los últimos 15 días de gestación, en cabras desnutridas durante la segunda mitad de la gestación, sobre las relaciones madre-cría en el primer día posparto. Se utilizaron 46 cabras multíparas Alpino Francés de entre 3 y 5 años de edad. Los animales fueron mantenidos bajo estabulación y a partir del día 70 de gestación los animales fueron asignados a 2 grupos experimentales, control (C) (n=16) alimentado al 100% de sus requerimientos y, grupo desnutrido (D) (n=30) que fue desnutrido a partir del día 75 de gestación y hasta el parto, alimentado al 70% de sus requerimientos (energía y proteína). Desde el día 135 de gestación se formó el grupo suplementado (S) (n=15) alimentado igual el grupo D y se le adicionaron 600 g de maíz /día/animal.

Los animales fueron pesados, medidos y muestreados durante la gestación. Al momento del parto las cabras fueron video filmadas durante 1 hora. A las 4 horas después del parto se evaluó su capacidad selectiva durante 5 min. También en la madre se midió la capacidad para elegir a distancia entre su cría y una ajena a 8 h postparto. En las crías también se midió su capacidad para discriminar a su madre de una ajena a las 12 y/o 24 horas, así como el efecto de la edad sobre dicha capacidad.

El peso corporal fue afectado por la desnutrición, sin embargo la suplementación no mejoró los pesos. Las cabras controles pesaron más que las desnutridas y las suplementadas ($P=0.05$). La subnutrición durante la gestación y la suplementación con maíz no afectaron las conductas observadas en las madres durante la primera hora postparto ($P>0.05$). La desnutrición no afectó el establecimiento de la conducta maternal selectiva ($P>0.05$). Sin embargo, las madres D y S fueron más agresivas con la cría ajena que las del grupo C ($P<0.05$). Por otra parte, se obtuvo que la desnutrición afectó la capacidad de reconocimiento en las madres, y la suplementación ayudó a mejorar dicha conducta ya que los grupos C y S permanecieron más tiempo cerca de su cría que de la ajena (C: 93.3 ± 19.3 vs. 16 ± 6.4 seg. respectivamente; S: 94.3 ± 15.5 vs. 24.14 ± 5.1 seg. respectivamente, ($P<0.05$). Mientras que las madres del grupo D no mostraron preferencia por alguna de las crías ($P>0.05$).

Durante la observación de la conducta de los cabritos en la primer hora de vida se encontró que los del grupo D tardó más en intentar levantarse por primera vez en comparación con el grupo C ($P=0.02$), resultado similar se observó en la latencia de estar parado por primera vez ($P=0.03$). En la capacidad de reconocimiento de las crías a 12 horas de nacidas se obtuvo que el porcentaje de cabritos que participaron activamente en la prueba fue mayor sólo para el grupos C con respecto al grupo D y S, ($P<0.05$). Por su parte, los cabritos del grupo C fueron más rápidos en alcanzar a una de las madres que los del grupo D y S ($P<0.05$). Los cabritos del grupo control y suplementado estuvieron más tiempo cerca de su madre que de la propia y la miraron por más tiempo, mientras que los del grupo D no mostraron una clara preferencia por alguna de las madres ($P>0.05$). En la misma prueba pero realizada a las 24 horas, los cabritos de los tres grupos fueron capaces de reconocer a su madre. Cuando se determinó el efecto de la edad de manera general se mejoró la capacidad de reconocimiento para el grupo C y el S, mientras que en algunas conductas de los cabritos del grupo D no mejoraron suficiente. Se concluye que la desnutrición afecta la capacidad de reconocimiento mutuo madre-cría en cabras y la suplementación energética al final de la gestación puede ayudar a contrarrestar estos efectos.

II.- ABSTRACT

The objective of the present study was to investigate whether the supplementation with maize in the last 15 days of pregnancy in undernourished goats affects the mother-young bonding in the first day postpartum. Forty six French Alpine multiparous goats with age range between 3 and 5 years were used. The animals were kept in confinement and in the day 70 of pregnancy were assigned to 2 experimental groups, control (C) (n=16) fed with 100% on their requirements and undernourished group (D) (n=30) that was undernourished from day 75 of pregnancy until the birth, fed with 70% of its requirements (energy and protein). From day 135 of pregnancy half of underfed group was assigned to a supplemented group (S) (n=15) with addition of 600 g of maize/day/animal. Body weight was recorded. Once at birth the goat and its kids were video recorded during one hour. At 4 hours after birth a maternal selective behaviour test was performed during 5 minutes. Also in the mothers a double choice test to measure their distal ability to recognize their kids was performed at 8 hours during five minutes. Kids were also tested for their ability to recognize their mothers in a double choice test at 12 and/or 24 hours of age.

The body weight was affected by the undernourishment; nevertheless the supplementation did not improve the body weights. Control goats weighed more than underfed and supplemented ($P < 0.05$). The under nutrition and supplementation did not affect the behaviours recorded in the mothers during the first hour after birth ($P > 0.05$). The under nourishment and supplementation did not affect the establishment of the maternal selective behaviour ($P > 0.05$). Nevertheless, mothers D and S were more aggressive than C goats ($P < 0.05$). In the distal recognition performed to the dams, we found that C and S groups stayed and watched their own kid longer than the alien (C: 93.3 ± 19.3 vs. 16 ± 6.4 sc. respectively; S: 94.3 ± 15.5 vs. 24.14 ± 5.1 sc. respectively ($P < 0.05$), while underfed mothers did not show a clear preference for the kids ($P > 0.05$).

In kids during the first hour of age we found that those of group D had a high latency to trying to rise for the first time, in comparison with those of group C ($P = 0.02$). Similar result were observed in the latency to be stand up for the first time ($P = 0.03$). In the capacity of recognition at 12 hours of age we obtained that the percentage of kids that participated actively in the test was greater only for group C with respect to group D and S ($P < 0.05$). In the same way the latency to reach their mother was higher for C group than S and D group. Control and supplemented kids stayed and watched their mother for longer time than alien's one. Underfed kids did not show a clear preference ($P > 0.05$).

Twenty four hour old kids in the three groups were able to recognize their own mother. The age improves the behaviours during the double choice test in S and C kids while in D kids it did not. We concluded that undernutrition affects negatively the mother-young relationship and supplementation with maize could improve it.

III.- INTRODUCCIÓN

La conducta materna es el proceso que resulta de la combinación de factores neuronales, humorales y sensoriales cuyo fin lleva al individuo a proteger a su progenie (González-Mariscal y Poindron, 2002).

En mamíferos la supervivencia de la progenie es una etapa crítica de la reproducción, ya que determina el éxito reproductor de los padres (Carlson et al., 1980; Poindron, 2001). Asimismo el recién nacido depende totalmente de su madre para su alimentación (Nowak et al., 2000; Poindron, 2001).

Los pequeños rumiantes, pertenecen a los ungulados, son considerados especies sociales que paren crías precoces. Tanto los ovinos como los caprinos forman rápidamente un vínculo madre-cría selectivo (Poindron, 2001; Poindron et al., 1988; Poindron et al., 1986). Históricamente, los primeros trabajos de importancia, en lo que a conducta materna se refiere, fueron los de Hersher y cols. en 1958 y 1963 (Herscher et al., 1958; Herscher et al., 1963); quienes mostraron que tanto en cabras como en ovejas existe un periodo “sensible” o “crítico” para el desencadenamiento del vínculo maternal. Mientras que Klopfer y colaboradores, en 1964 y 1968; identificaron al sentido olfatorio maternal como un elemento clave para la vinculación de la madre hacia su cabrito (Klopfer et al., 1964; Klopfer y Klopfer, 1968).

Se ha demostrado que la capacidad de reconocimiento y vinculación entre la madre y la cría no varía mucho entre ovinos y caprinos, dicha capacidad está determinada por el reconocimiento olfatorio de la madre hacia la cría, lo cual está

fuertemente relacionado con la estimulación vagino cervical al momento del parto; ambos procesos permiten el desencadenamiento de una intensa interacción madre-cría que conduce al reconocimiento mutuo y a permitir el amamantamiento exclusivo de la cría. Por su parte la cría tarda más tiempo en reconocer a su madre (Terrazas et al., 1999; Gilling, 2002; Terrazas et al., 2002; Poindron et al., 2003a).

En términos generales, la dieta materna controla el crecimiento fetal directamente por medio de la provisión de glucosa, aminoácidos y elementos químicos esenciales para el feto; así como por medio de la modificación mecanismos endócrinos, pues con la gestación aumentan las concentraciones de LH, y con el desarrollo de la placenta se segregan grandes cantidades de gonadotropinas y progesterona, que facilitan la gestación y la acumulación de nutrientes (Robinson et al., 1999). La fluctuación estacional de recursos alimenticios supone para el ganado caprino la alternancia de períodos de abundancia y escasez de nutrientes, en relación a sus necesidades, por lo que rara vez resulta posible, cubrir estrictamente las necesidades nutritivas del rebaño en cada una de las fases del ciclo productivo. Por otra parte, los animales que se alimentan de recursos forrajeros pastables no se encuentran todos estrictamente en la misma etapa de su ciclo productivo; por lo que como parte de un mecanismo adaptativo a esta fluctuación estacional de recursos, el ganado caprino ha desarrollado una especial capacidad para movilizar reservas orgánicas (lípidos y proteínas), lo cual debe ser considerado al establecer estrategias de alimentación (AFRC, 1998)

En cabras se ha observado que una mala nutrición durante los tres primeros meses de gestación no tiene efectos drásticos sobre el peso al nacimiento y sobre la viabilidad de las crías, siempre y cuando los niveles de alimentación durante los dos últimos meses de gestación restauren el déficit previo de alimentación. Esto significa que se debe tener cuidado en no disminuir los niveles de energía y proteína al final de la preñez, sobretodo en cabras que gestan 2 ó 3 fetos (Morand-Fehr y Sauvant, 1978). Se ha observado que cabras con gestaciones gemelares necesitan un incremento en el nivel de energía en el último tercio de gestación para evitar que los pesos al nacimiento de las crías se vean disminuídos (Devendra, 1986; Morand-Fehr y Sauvant, 1978). Una inadecuada ingestión de nutrientes al final de la gestación se asocia con una reducida producción de leche y retardo en el crecimiento de la progenie, así como probablemente, con alargamiento del anestro posparto (Ferrell, 1991), ya que el anestro está principalmente vinculado al fotoperiodo.

Mientras más avanzada es la gestación de la cabra, los requerimientos nutricionales van en aumento; sin embargo el volumen de la ingesta disminuye; ésto, como consecuencia del aumento del tamaño del útero, por lo que resulta necesario aumentar los requerimientos sin aumentar el volumen total. Aunque se ha demostrado que una reducción de nutrientes, puede no ocasionar disminución en la producción de leche, pero si una pérdida de peso y de reservas corporales de la madre. Sin embargo, si estas pérdidas no son compensadas durante la crianza y el empadre, pueden reducir el desempeño reproductivo (Robinson, 1982; Robinson, 1990).

Por otra parte, la deficiencia de nutrientes específicamente durante la gestación, puede ocasionar en ovejas deterioro en la condición de la madre y bajo peso en las crías al nacimiento (Ressel et al., 1967a, b; Treacher, 1970 Ressel et al., 1977) y en casos más severos toxemia de la preñez (Smith y Jons; 1980).

En el caso de los caprinos, la deficiencia de energía retrasa el peso del cabrito, el inicio a la pubertad, disminuye la fertilidad, deprime la producción de leche, disminuye la resistencia a infecciones y parásitos, incluso puede observarse incremento en el riesgo de abortos (Sánchez et al., 2003).

Se ha demostrado en cabras, que la desnutrición durante la segunda mitad de la gestación deteriora la conducta materna, que madres desnutridas son más lentas en limpiar y amamantar a sus crías en las primeras horas postparto y que 8 horas post parto estas madres no fueron capaces de reconocer a distancia a su cría (Terrazas et al., 2004; Robledo, 2005). Por lo que la desnutrición durante la gestación probablemente altere los mecanismos de establecimiento de conducta materna y también afecte el desarrollo sensorial y motriz de los cabritos, lo que quizás modifique la respuesta de las madres para atenderlos. Por otra parte, en roedores, también se ha demostrado que la privación perinatal de alimento en la rata afecta los procesos de organización y función neuronal de diferentes áreas cerebrales (corticales y sub corticales), afectando la formación de neuronas, generación de sinapsis y depósitos de mielina, lo cual afecta la expresión de patrones complejos de conducta en estado adulto, tales como: construcción de nidos y lamidos durante la crianza (Salas et al., 1991; Torrero et al., 2000).

Por otro lado, estudios recientes realizados por Banchemo (2004) demostraron que la suplementación energética en los últimos 8 días de gestación en ovejas, incrementó significativamente la producción de calostro, mejorando la sobrevivencia de las crías; de acuerdo con estos trabajos la suplementación energética puede proveer de sustratos para la producción de glucosa y por lo tanto intensificar la síntesis de lactosa (Banchemo et al., 2004a; Banchemo et al., 2004b).

En cabras también se ha observado que un incremento en el suministro de energía mejora la producción de leche (Morand-Fehr and Sauvart, 1978). En rumiantes, así como en monogástricos, la utilización de proteína es afectada por el suministro de energía y ambas influyen sobre el desempeño reproductivo (Sachdeva et al., 1973; Robinson et al., 1999;).

Por otra parte, una vez al parto, es bien sabido que las crías en la mayoría de los mamíferos nacen con reservas limitadas de energía, un factor importante que afecta la sobrevivencia, es la capacidad de regular su temperatura, especialmente en especies altriciales, es decir crías que nacen con escaso desarrollo motriz, por lo que es de prioridad esencial para la sobrevivencia del neonato un temprano y rápido acceso a la ubre.(Hartsock y Graves, 1976; Coureaud et al., 2000). La ingesta temprana del calostro desencadena mecanismos que facilitan el establecimiento del enlace maternal (Goursaud y Nowak, 1999). El establecimiento de un reconocimiento temprano madre-cría puede ser vital para la cría, un deterioro en esta relación debido a una mala

alimentación trae como consecuencia efectos negativos en el desarrollo de la prole y en su probabilidad de sobrevivencia (Nowak y Lindsay, 1992).

En ovinos y caprinos se ha observado que algunos factores como la experiencia materna, la raza de la madre, la respuesta individual de la madre, perturbaciones en el medio ambiente y la nutrición, pueden ocasionar fallas en el establecimiento de la relación entre la madre y su cría. Algunos de estos factores en ovejas ya han sido bien analizados, tal es el caso de la edad y raza de la madre (Lévy y Poindron, 1987b; Romeyer, 1993b; Dwyer y Lawrence, 1998; Dwyer et al., 1998). Sin embargo, otros factores como la nutrición han sido poco estudiados; existen escasos trabajos en ovinos y casi nulos en caprinos que muestren los efectos adversos de la desnutrición de la hembra gestante en la interacción madre-cría en el periodo post parto.

Así mismo se desconoce si los efectos ocasionados por la desnutrición podrían estar relacionados con alteraciones metabólicas en el animal que pudieran afectar la producción de hormonas encargadas del control de la conducta materna (Dwyer et al., 2003). Así entonces puede considerarse que el primer factor nutricional limitante en el desempeño de las hembras es la energía y en segundo lugar la proteína.

IV.-REVISIÓN DE LITERATURA

4.1.-COMPORTAMIENTO MATERNO

En los mamíferos, las relaciones madre-cría constituyen un factor relevante ya que en ellas están implicados aspectos que determinan la sobrevivencia y perpetuación de las especies (Alexander et al., 1983). Al nacimiento, el grado de desarrollo de la cría influye en el cuidado maternal entre las diferentes especies de mamíferos (Gubernick, 1981a; Rosenblatt et al., 1985). La cría, al nacer puede ser precoz y móvil o altricial y con escasa actividad motora, o bien tener un estado intermedio. Los roedores constituyen un ejemplo de patrones de cuidado maternal de especies altriciales (Elwood, 1983). Muchos roedores jóvenes requieren de ayuda ya que son inmóviles e incapaces de regular su temperatura al nacimiento, por lo que las crías deben mantenerse en el nido (Gubernick y Alberts, 1985).

Se sabe que tanto los cabritos como los corderos recién nacidos observan comportamientos precoces en cuanto a su desarrollo sensorial y motriz, y específicamente los corderos son capaces de seguir a su madre poco después de nacidos (Herscher et al., 1963). De este modo, la necesidad de cuidado maternal para los mamíferos con crías precoces es diferente de las especies que paren crías altriciales. Al respecto se ha reportado en ovejas que entre otros factores, un comportamiento maternal inadecuado al momento del parto es una causa probable de mortalidad neonatal (Alexander et al., 1983; Poindron et al., 1996a).

Por otra parte, los primates son considerados especies de cuidados maternos matricolas, es decir sus crías son semi alitríciales y semi móviles (DeVore, 1965; Dwyer y Lawrence, 1998).

La conducta maternal se caracteriza por un cuidado intensivo de la madre hacia su cría, pues representa la única fuente de alimentación durante los inicios de su vida. Por lo general, la cría nace con pocas reservas energéticas y una termorregulación limitada, por ello, la formación temprana y el mantenimiento de una relación estrecha madre-cría es importante para el óptimo desarrollo de las crías (Goursaud y Nowak, 1999).

En ovejas, el despliegue de conductas maternas se presenta poco antes y después del parto, ellas no muestran interés maternal espontáneo el cual sólo se presenta dentro de las tres últimas horas previas al parto (Arnold y Morgan, 1975). Se ha demostrado que el parto desencadena una cascada de mecanismos fisiológicos que permiten el cuidado maternal. Estos eventos inducen un proceso de maduración neuro-olfatoria (Kendrick et al., 1992c; Keverne et al., 1993; Lévy et al., 1993).

El establecimiento de un enlace maternal selectivo entre la oveja y su cordero dentro de las primeras horas postparto, representa una característica de gran importancia en el comportamiento maternal de estas especies, que es diferente de la respuesta maternal o maternalidad (interés hacia su cordero recién nacido) (Bouissou, 1968). Ambos son elementos que caracterizan el comportamiento maternal de esta especie; lo que difiere de lo observado en roedores, en los que

el comportamiento maternal puede ser despertado por la presencia de cualquier cría recién nacida de la especie (Rosenblatt et al., 1979; Bridges, 1996;). Si el nido es alterado o si alguna de las crías tiende a abandonarlo, la madre realiza conductas de transporte y recuperación cargando a la cría en su boca hacia el nido o hacia un nido nuevo. Otro aspecto importante es la ocurrencia de conductas agresivas hacia intrusos, con lo cual las madres protegen a sus crías de depredadores y adultos que podrían manifestar conductas de infanticidio. Las conductas que caracterizan el cuidado maternal en roedores, pueden ser de dos tipos: a) contactos directos con las crías: recuperaciones, lamidos y lactación y b) comportamientos indirectos: construcción del nido y conductas agresivas; todo lo cual es importante para la sobrevivencia del recién nacido (Rosenblatt, 1989).

4.1.1.-Conducta previa al parto

En cabras como en ovejas, las hembras cercanas al parto muestran una tendencia a aislarse del resto del rebaño, de manera activa o pasiva, (Rudge, 1970; Arnold y Morgan, 1975; Poindron et al., 1997b; Poindron et al., 1998b). Estudios de respuesta a la separación social alrededor del parto indican que esta conducta, está asociada a una ausencia de gregarismo en las últimas 24 horas de la gestación. Esto permite a la madre no reaccionar de manera adversa al aislamiento, que inevitablemente ocurre en el momento del parto, lo que sería detrimental para la formación del vínculo madre - cría (Poindron et al., 1997a; Poindron et al., 1998b; Poindron, 2001).

Al acercarse el momento del parto, la hembra muestra signos de agitación locomotora y emite vocalizaciones de alta intensidad, “balidos altos”, (Poindron et al., 1998b), en las 3 últimas horas al parto, las ovejas pueden mostrar una conducta materna completa, aún si hay otros corderos recién nacidos (Arnold y Morgan, 1975).

Antes de parir, las cabras lecheras criollas y granadinas se muestran inquietas, rascan el piso, se echan y levantan varias veces, en algunas ocasiones balan y voltean constantemente hacia la cola. Si hay cabras a punto de parir cerca de una recién parida, se muestran atraídas hacia la placenta y a veces hacia la cría. Sin embargo las madres tienen una fuerte tendencia a defender su lugar de parto y a su cría (Lickliter, 1985; Ramírez et al., 1995; Das and Tomer, 1997).

4.1.2.-Conducta al parto

Tres elementos están casi siempre presentes en hembras próximas al parto, tanto en ovinos como en caprinos: 1) presencia de lamidos, 2) emisión de balidos maternos y 3) aceptación a la ubre; son característicos de la presencia de una conducta materna adecuada hacia una cría recién nacida (Poindron et al., 1993b).

Asimismo, existe un cambio radical con respecto al líquido amniótico: mientras esta sustancia es fuertemente repulsiva en cualquier otra condición, se vuelve altamente atractiva y es ávidamente consumida alrededor del parto. De hecho el

lugar del parto está generalmente determinado por la ruptura de la bolsa amniótica (Lévy et al., 1983).

La receptividad maternal (capacidad de la hembra para mostrar una conducta maternal adecuada y completa en presencia del recién nacido) no es un estado constante en los rumiantes (Arnold et al., 1975). Durante la limpieza de la cría, la madre emite balidos bajos que son característicos de la conducta materna, el recién nacido permanece entre 10 y 20 minutos acostado emitiendo también vocalizaciones (Dwyer y Lawrence, 1998; Serafin et al., 2003). Este comportamiento está frecuentemente asociado a ligeros empujes de la madre para estimular a la cría a levantarse (Poindron et al., 1993a; Poindron et al., 1993b; Romeyer, 1993a). Los estudios de las relaciones madre- cría en la cabra durante los inicios de la lactancia señalan que las cabras presentan un tipo de relación “hider” o escondidizo (Lent, 1974; Lickliter y Heron, 1984; O'Brien, 1984), ya que las crías buscan sitios específicos para esconderse; así mismo, frecuentemente la madre abandona a la cría y se reúne con el resto del rebaño para pastorear, regresando con la cría de 4 a 6 veces al día. Esta fase de ocultamiento se presenta del día 2 al 7 posparto (Collias, 1956; Lickliter, 1984).

Por el contrario, en ovejas, sus corderos empiezan a seguir a su madre desde las primera horas de vida y por ello se dice que éstas presentan un tipo de relación “followers” o seguidoras, por ello se sugiere que durante los inicios de la lactancia, la frecuencia de amamantamiento es probablemente más baja en las cabras que en las ovejas. No obstante, se sugiere que a partir del día 7 posparto los ritmos de amamantamiento de las cabras son significativamente mayores, que

los encontrados en las ovejas (Lévy y Alexandre, 1985; Poindron et al., 1996b; Aguilar et al., 1997; Hernández, 2001).

4.1.3 Reconocimiento parental

Se sabe que en especies altamente sociables el reconocimiento parental contribuye a una mayor tasa de supervivencia de las crías, (Nowak y Lindsay, 1992), el no reconocer a la madre en este periodo puede tener un costo alto para un cabrito pues corre el riesgo de ser depredado o agredido (Ruiz-Miranda, 1992). El trato preferente hacia un recién nacido se basa en la habilidad de los padres para discriminar entre su cría y una extraña (Sherman, 1985; Waldam, 1988).

De acuerdo con Waldman (1988) hay tres requisitos que constituyen el reconocimiento discriminatorio parental: A) los individuos deben poseer características fenotípicas perceptibles que los diferencien de otros sujetos o grupos (Waldam, 1988). Beecher en 1982 introdujo el término "firma parental" para referirse a un complejo de características fenotípicas diferentes que permiten la discriminación de un congénere de otro individuo de la misma especie (Beecher, 1982). B) los individuos deben tener un sistema sensorial adecuado para percibir la firma parental. C) se deben contar con mecanismos de reconocimiento.

4.1.4 Reconocimiento Olfatorio

Tanto la oveja como la cabra se valen de distintos sentidos para reconocer a sus crías, el olfato es determinante al principio, pues la percepción olfatoria y la memorización de esta información, permiten el establecimiento temprano de un primer reconocimiento de la cría por parte de la madre y su amamantamiento selectivo (Guilling, 2002).

El sentido del olfato está fuertemente relacionado con el reconocimiento y la conducta materna. Se ha demostrado que si los animales son estudiados en un contexto de interacción “normal” madre-cría sin interrupciones, es el olor individual de la cría el elemento determinante para su aceptación por parte de la madre (Romeyer et al., 1993). A pesar de esto, no se puede descartar que olores del medio ambiente o incluso maternos puedan proporcionar fuentes adicionales que complementen la firma olfatoria de la cría (Porter et al., 1994). Sin embargo, tanto en ovinos como en caprinos, la estimulación vagino cervical (EVC), es un factor importante de control de memorización del olor del recién nacido (Romeyer et al., 1994).

El reconocimiento olfatorio es considerado el factor crítico para la aceptación de la cría a la ubre, sin embargo, no es el único mecanismo que permite a la madre identificar a su prole; diferentes estudios realizados en ovinos han demostrado que el olor del cordero es percibido por la madre solamente a distancias muy cortas (< 0.25 m) (Alexander, 1978), resultados similares se han encontrado en cabras (Guilling, 2002; Poindron et al., 2003a). En condiciones normales, el recién nacido permanece con su madre, en lo que se ha

denominado “periodo crítico” o “periodo sensible”, el cual permite el desencadenamiento completo y la consolidación de la motivación maternal inmediatamente al parto, este periodo sensible parece ser un elemento constante de la conducta maternal en la mayoría de los mamíferos estudiados a la fecha (Smith et al., 1966; Rosenblatt y Siegel, 1981; Beecher, 1982), que ayuda a explicar el establecimiento de un vínculo selectivo en ovinos y caprinos (Herscher et al., 1963; Smith et al., 1966; Lickliter, 1985).

En algunas especies, el apego (impronta) aprendido de forma temprana afecta el comportamiento reproductivo posterior; la impronta es un proceso de aprendizaje, por el cual las crías se identifican con los adultos de su especie y aprenden de ellos mediante observación e imitación, los distintos métodos de sobrevivencia, búsqueda de alimento y refugio, así como modelos de defensa, ataque, convivencia, apareamiento.

La impronta se establece durante el periodo sensible, es irreversible y difícil de modificar posteriormente pues constituye parte de la evolución ontogénica de todo individuo.

En primates y humanos se ha demostrado que la carencia o insuficiencia de relación emocional entre el recién nacido y sus progenitores (impronta filial), genera inhibición en el comportamiento y lagunas de afectividad.

El período sensible de apego se prolonga más en las especies superiores; en los niños esta fuerte vinculación de arraigo dura hasta los tres años mientras que las ovejas y cabras requieren apenas unos minutos tras el nacimiento para que la cría se acostumbre a su madre, tiempo igual al que la nodriza necesita para

mostrase sensible al olorde la cría, aceptándole y segregando leche. (Jensen, 2004).

El periodo de amamantamiento representa una etapa de intensa interacción entre la madre y sus crías. Durante este tiempo, se establece rápidamente un reconocimiento y comunicación entre ellos, estableciéndose así un vínculo selectivo (Klopfer et al., 1964; Bouissou, 1968; Morgan et al., 1975; Poindron, 1976a; Gubernick, 1981b; Romeyer et al., 1993), la madre muestra rápidamente un cuidado maternal exclusivo de su cría, permitiéndole amamantarse, mientras que rechazan a cualquier cría ajena que intente alcanzar la ubre, (Lévy et al., 1996; Poindron et al., 1998a; González-Mariscal y Poindron, 2002),

Al momento del parto, las ovejas y cabras parturientas, podrían aceptar a cualquier recién nacido que se les presente (Poindron y Le Neindre, 1980; Romeyer y Poindron, 1992), sin embargo, después de un lapso 30 a 120 minutos la mayoría de las madres rechazan a cualquier cría con la que no hayan tenido interacción y amamantan exclusivamente a su propia cría, el amamantamiento exclusivo es conocido como “selectividad materna” y depende del reconocimiento olfatorio del neonato por su madre (Poindron, 1976a, b; Romeyer, 1994; Hernández et al.,2001; Hernández et al.,2002). Asimismo, la cría desarrolla la capacidad de discriminar a su madre (Nowak et al.,1987; Guilling, 2002; Terrazas et al., 2002).

Una vez establecido este vínculo selectivo es muy poco probable que una madre acepte a otra cría espontáneamente, por el contrario, rechaza frecuentemente con una conducta agresiva (golpes con la cabeza o amenazas) cualquier intento

de succión por parte de crías con las que no ha estado en contacto. Esta conducta de amamantamiento selectivo se establece dentro de 2 a 4 horas postparto (Smith et al., 1966; Poindron y Le Neindre, 1980;).

Así pues, el conocimiento del desarrollo de las relaciones madre cría durante el periodo posparto y de los factores que las controlan, es de gran importancia para el éxito reproductivo y por tanto productivo (Nowak, 1996).

Si se permite a la cabra y a su cría estar juntas al menos durante un pequeño lapso de tiempo, la madre será capaz de mantener su receptividad materna (Ramírez et al., 1996). La activación de la conducta materna es temporal y si la cabra o la oveja no tiene contacto con su cría durante el periodo sensible dejarán de ser maternas dentro de las 4-12 horas posparto (Poindron y Le Neindre, 1980). Después de la expulsión de la cría, la madre empieza a lamer al recién nacido con una latencia de algunos minutos, conducta que depende de la atracción de la madre hacia el líquido amniótico (Lévy y Poindron, 1987a; Lévy et al., 1983) emitiendo al mismo tiempo numerosos balidos bajos (maternas). Dentro de 10 a 30 minutos la cría se levanta y empieza a buscar la ubre, lográndolo generalmente entre 30 y 60 minutos después del nacimiento (Slee y Springbett, 1986; Poindron et al., 2003b; Serafin et al., 2003;). La madre facilita el acceso a la ubre orientando su cuerpo en posición paralela e inversa a la de su cría, arqueando el lomo y quedando inmóvil cuando el recién nacido entra en contacto con la ubre (Lent, 1974; Lévy et al., 1996). Tanto en ovejas como en cabras existen 2 sistemas de reconocimiento que tienen una función diferente. Por un lado, el sistema de reconocimiento olfatorio se establece muy rápidamente

y es funcional en menos de una hora en la mayoría de las madres (Keller et al., 2003), pero sirve solamente a distancias muy cortas, y por otra parte un sistema de reconocimiento visual y acústico.

Dado que en ovejas y cabras, la selectividad de la relación madre-cría depende en mucho del sentido del olfato en la madre, es posible que este sentido influya de manera importante sobre estos aspectos de la fisiología maternal. Sin embargo, se sabe que la supresión de la percepción olfatoria en la hembra antes del parto previene el establecimiento de una conducta maternal selectiva, el reconocimiento mutuo, la producción láctea y también influye sobre el periodo de inactividad sexual posparto (Romeyer, 1994; Hernández et al., 2001; Hernández et al., 2002).

Es importante mencionar que, mientras que los ritmos de amamantamiento y la relaciones madre- cría están bien descritas en especies como los ovinos y los bovinos (Munro, 1956; Ewbank, 1964; Poindron y Le Neindre, 1975, 1979; Odde et al., 1985; Gordon y Siegmann, 1991) y que la mayoría de los estudios sobre el control de la conducta maternal han sido realizados en ovejas (Lévy et al., 1996). A pesar de su importancia, en las cabras aún no han sido investigados de manera amplia los mecanismos de regulación de las relaciones madre-cría al parto o durante las etapas ulteriores de la lactancia (Poindron et al., 1993b; Lévy et al., 1996; Poindron, 2001). El cuidado maternal es necesario para el crecimiento y desarrollo de todas las crías de mamíferos, a medida que éstas crecen, su independencia coincide con el descenso de la respuesta maternal. (Rosenblatt et al., 1985; Nowak et al., 2000;).

4.1.5 Reconocimiento a distancia.

El sistema de reconocimiento a distancia puede ser acústico y/o visual, el primero permite el reconocimiento de la cría a distancias ligeramente mayores comparativamente con el reconocimiento olfatorio; y tarda algunas horas en ser funcional; sin embargo, este sistema no permite a la madre reconocer a su cría a distancias superiores a 10 metros en el primer día posparto, por lo que a esta distancia, la primera elección de la madre es generalmente al azar. (Terrazas, 1999; Ferreira et al., 2000; Poindron et al., 2003a)

Es sabido que las ovejas son capaces de reconocer a su cría a distancia, se ha demostrado que lo hacen por medio de la vista y del oído (Alexander y Shillito, 1977). El sentido de la vista parece estar involucrado en el reconocimiento materno solamente cuando la madre está cerca, si la madre se encuentra a una distancia de 4 metros o más se requiere tanto del estímulo visual como del auditivo (Nowak, 1991), incluso madres anósmicas antes del parto son capaces de reconocer a su cría a pesar de no mostrar conducta maternal selectiva (Ferreira et al., 2000), una situación similar se observa en cabras (Poindron et al., 2003a). Se ha demostrado que tanto en ovejas como en cabras, las madres pueden discriminar entre su cría y una ajena, sin la ayuda del olfato desde las primeras 8 horas posparto (Terrazas, 1999, Keller et al., 2003; Poindron et al., 2003a).

Se ha comprobado que la madre es capaz de reconocer tan sólo por las emisiones vocales a su cabrito desde el primer día de nacido, dado que las vocalizaciones de los cabritos presentan características físicas individuales que

facilitan su reconocimiento (Ruiz-Miranda et al., 1993). En ovejas, en estudios de reconocimiento acústico, se ha comprobado dicha capacidad como un proceso multimodal, en el que el sonido y la visión proporcionan información complementaria (Searby y Jouventin, 2003). Asimismo en ovejas también se ha observado que la experiencia materna afecta la capacidad de reconocimiento a distancia (Keller et al., 2003).

Algunas hembras primerizas pueden tener perturbaciones en el desarrollo de estas conductas o inclusive pueden no desarrollar ninguna conducta de cuidado hacia el recién nacido. Las perturbaciones en la conducta materna pueden estar influenciadas por la experiencia materna y la raza (Poindron y Le Neindre, 1980; Dwyer y Lawrence, 1998;) y probablemente por otros factores como la nutrición la emotividad individual de la hembra o perturbaciones en el ambiente (Poindron, 2001)

Asimismo, la cría desarrolla la capacidad de discriminar a su madre, aunque esta conducta no es estrictamente selectiva, (Nowak et al., 1987;Guilling, 2002; Terrazas et al., 2002). En la mayoría de los casos las crías tanto de ovinos como de caprinos empiezan a mamar entre los 30 y 60 minutos después del parto, (Slee y Springbett, 1986; Ramírez et al., 1998; Serafin et al., 2003).

4.1.6 Reconocimiento por parte de las crías.

La ingestión de calostro es fundamental para el desarrollo conductual de la cría, pues además de nutrir a la cría facilita el establecimiento del vínculo selectivo (Arnold et al., 1975). Los corderos Rambouillet son capaces de distinguir a su madre de una extraña a una distancia corta, desde las 12 horas de vida, esta habilidad mejora con la edad, de tal forma que a las 48 horas posparto reconocen más rápidamente a su madre que a las 12 y 24 horas (Nowak et al., 1987; Terrazas, 1999; Terrazas et al., 2002) y su capacidad para elegir a su madre desde el inicio de la prueba aumenta durante la primera semana de vida (Shillito y Alexander, 1975; Nowak, 1990). De acuerdo con (Nowak y Lindsay, 1990) a partir del tercer día de vida los corderos ya cuentan con las habilidad de percepción y movimiento para lograr reunirse con su madre a 9 metros de distancia después de una separación.

Para que un cabrito sea capaz de reconocer los balidos de su madre, es necesario que las vocalizaciones de cada animal tengan cualidades diferentes, lo cual es importante en especies escodidizas, ya que la madre generalmente no busca a la cría, sino que la llama a cierta distancia y espera a que la cría se acerque (Ruiz-Miranda et al., 1993). Existen estudios que indican que el cordero aprende a reconocer a su madre de manera progresiva, primero por la visión y luego por el oído, a menos de 24 horas de edad el cordero puede discriminar a su madre y éste proceso depende en parte del sentido del oído, los corderos con 12 a 24 horas de vida son capaces de reconocer a su madre pero solo a distancias no mayores de 6 m (Nowak et al, 1987). Se ha sugerido que el oído juega el

papel más importante a medida que el cordero crece y el rol que tiene la vista va disminuyendo. Si los animales son privados de ambos sentidos la capacidad de reconocimiento disminuye (Arnold et al., 1975).

Si la oveja emite balidos bajos cuando su cordero la encuentra, esto proporciona al cordero una señal que le indica que su elección ha sido correcta, así pues los corderos con mayor actividad vocal durante los primeros 30 min. de su vida, aprenden a reconocer a su madre más rápido (Nowak y Lindsay, 1990).

Se ha observado en corderos de la raza Merino que cuando son hijos únicos son capaces de discriminar a su madre a una distancia menor de 50 metros a las 24 horas de nacidos. Sin embargo, cuando no son hijos únicos en la camada, les toma más tiempo reconocer a su madre (Nowak y Lindsay, 1990), por lo que se sugiere que la presencia de un hermano debilita el proceso de apego a la madre (Nowak, 1990), así mismo los mellizos separados de su madre y puestos juntos en un corral de observación redujeron su actividad vocal, esto significa que la presencia de un congénere en el corral de prueba constituye un contexto menos estresante (Nowak, 1998)

Se creía que los cabritos eran capaces de localizar a su madre 48 horas después de su nacimiento en una prueba de elección (Lickliter y Heron, 1984). Sin embargo, trabajos recientes han demostrado que ésta habilidad está presente desde las primeras 12 horas de nacidos, similar a lo que ocurre en corderos (Guilling, 2002). Por otra parte, a los 5 días de edad son capaces de reconocer a

su madre a una distancia de 10 metros de entre un grupo de cabras. Los cabritos de 3 días de edad son capaces de elegir a su madre de entre dos cabras solo si la intensidad del color y la longitud del pelaje no son similares (Ruiz-Miranda, 1992).

Tanto el sentido visual como el auditivo influyen en la discriminación de la madre por parte del cordero bajo condiciones de elección cercana, durante los primeros días del parto y a distancia cuando los coreños son más grandes. El olfato juega un papel limitado en estas condiciones y la supresión del mismo no afecta la capacidad del cordero para elegir a su madre (Nowak, 1991).

La participación del sentido de la vista, al parecer, es secundaria en el reconocimiento madre-cría inmediatamente después del parto (Romeyer, 1994).

A la fecha existen pocos estudios sobre la capacidad de los cabritos para discriminar entre su madre y una ajena a una edad temprana. Aún no son bien conocidos los mecanismos de reconocimiento en cabras durante los primeros días posparto.

4.2 FACTORES FISIOLÓGICOS INVOLUCRADOS EN EL ESTABLECIMIENTO DE LA CONDUCTA MATERNAL EN OVINOS Y CAPRINOS.

El desarrollo de la conducta maternal en ovinos y caprinos parece ser inducido por un lado, por motivación a través de los procesos del nacimiento, es decir, por los factores fisiológicos asociados al parto lo que indica que los factores fisiológicos que ocurren durante éste juegan un papel

importante (Poindron y Le Neindre, 1980) y por otra parte por la estimulación sensorial ocasionada por la presencia de la (s) cría(s) (Lévy et al., 1991; Poindron y Romeyer, 1992; Numan y Numan, 1994; Lévy et al., 1996).

El parto inicia la cascada de eventos endócrinos, neurobiológicos y sensoriales que despliegan la conducta materna y que culmina con el reconocimiento y amantamiento de la cría (Kendrick et al., 1992a; Keverne et al., 1993; Lévy et al., 1993).

4.2.1. Fisiología del parto y cambios endócrinos en relación con la conducta materna.

El cortisol influye en la maduración final de los tejidos fetales antes del nacimiento (Dwyer, 2006). Al final de la gestación, en las últimas 48 a 72 horas, se observa en la cabra un descenso importante en los niveles de progesterona circulante y un marcado incremento en la producción de estrógenos (Chamley et al., 1973). En la mayoría de los mamíferos el parto está parcialmente controlado por cambios en las concentraciones de estrógenos y progesterona (Carlson et al., 1980; Poindron, 2001; González-Mariscal y Poindron, 2002;).

De hecho, el evento que caracteriza el parto de la mayoría de los mamíferos es el rápido cambio en los esteroides ováricos, un incremento en la concentración de progesterona plasmática es combinado con un aumento de estradiol, el cual regresa a concentraciones plasmáticas basales pocas horas después del parto. Un segundo evento es el mecanismo de estimulación del tracto genital. El pico de estrógenos y la disminución de los niveles de progesterona, sensibilizan al útero a

la acción de las prostaglandinas y de la oxitocina, la cual es inducida a su vez por la EVC (Numan, 1994a)

Los cambios en el metabolismo de los esteroides placentarios son estimulados por el cortisol fetal, que comienza a elevarse en los últimos 11 a 20 días de gestación, las concentraciones plasmáticas de cortisol materno, no se incrementan sino hasta uno o dos días antes del parto (Chamley et al., 1973). Se ha considerado que la progesterona placentaria actúa como antagonista de glucocorticoides para proteger al feto de una inducción prematura del parto por la elevación de los niveles de cortisol (Flint, 1984). Por otra parte, los niveles plasmáticos de oxitocina, en animales gestantes están asociados al proceso del parto, el feto, al ser expulsado ejerce una importante estimulación sobre el canal del parto, lo que origina una corta pero importante liberación de oxitocina por la neurohipófisis, hacia la periferia, ocasionando lo que se conoce como reflejo de Ferguson (Kendrick y Keverne, 1991). Esta oxitocina al igual que la prolactina son mantenidas tardíamente por la succión (Nowak et al., 2000). Se ha establecido la posibilidad de que la vía utero-tallo-cerebral forme parte de la vía refleja para la liberación de oxitocina durante el parto, esta vía podría ser especialmente importante en la cabra pues en ella la anestesia peridural a nivel caudal no tiene en efecto inhibitorio tan marcado como en oveja (Poindron et al., 1998a).

Por otra parte, estudios recientes indican que la oxitocina tiene un importante papel en los mamíferos en el establecimiento de conducta de cooperación social. En los animales, la oxitocina contribuye al establecimiento de relaciones

sociales incluyendo, el vínculo afectivo entre macho y hembra después de aparearse, el de la madre con su cría después del nacimiento. La oxitocina también interviene para reducir selectivamente la natural resistencia que tienen los animales ante la proximidad de extraños, lo que se conoce como comportamientos de acercamiento. (Mc Gregor, 2007).

Diferentes estudios han demostrado que los niveles plasmáticos de Beta endorfinas son elevados durante el parto, tanto en ratas como en humanos. Se sabe que estos péptidos opioides son secretados en la adenohipófisis, debido a su acción analgésica, se ha sugerido que su elevación durante el parto esté relacionada con la disminución del dolor durante el mismo (González-Mariscal y Poindron, 2002). Así mismo, la secreción de prolactina (PRL) se incrementa antes del parto y durante cada episodio de amamantamiento (Noel, 1974; Chew, 1979; Pérez et al., 1985).

4.2.2 Factores sensoriales

Los factores sensoriales, especialmente los olfatorios están implicados en el reconocimiento de la cría, los cuidados maternos y el mantenimiento de estos cuidados durante la lactancia son indispensables para la sobrevivencia de las crías (Klopfer et al., 1964; Bouissou, 1968; Morgan et al., 1975; Poindron, 1976b; Gubernick, 1981a; Romeyer et al., 1993). El despliegue de la conducta materna en la fase inicial depende de factores fisiológicos asociados con el parto. Por lo que se considera que están presentes de manera temporal y es necesaria la intervención otros mecanismos para mantener la motivación materna; es durante

el periodo sensible que la oveja adquiere la información necesaria de la cría, para consolidar la maternidad a través de vías sensoriales, principalmente del estímulo olfatorio (Lévy et al., 1990; Lévy et al., 1991), lo que conduce a un proceso de maduración neuronal de las vías olfatorias (Kendrick et al., 1992a; Keverne et al., 1993; Lévy et al., 1993). Aunque las vías visuales y acústicas pueden ser también importantes (Terrazas et al., 1999).

El olor de la cría proporciona las bases para el reconocimiento individual por las madres y algunas especies tienen mecanismos especializados para reconocer códigos específicos; en estas especies, la firma olfatoria de las crías es un factor clave en el cuidado maternal, los olores de la cría influyen la receptividad maternal (Lévy, 2004) involucrando mecanismos fisiológicos cuya primera etapa de procesamiento tiene lugar en el bulbo olfatorio (Lévy et al., 1996); sin embargo, se sabe que incluso madres anósmicas preparto son capaces de reconocer a su cría a pesar de no mostrar conducta maternal selectiva. (Ferreira et al., 2000).

En borregas, la estimulación vagino cervical producida por la cría al pasar por el canal del parto, provoca un incremento en las concentraciones de noradrenalina en el bulbo olfatorio, lo que promueve la generación de una memoria olfativa indispensable para la formación del vínculo selectivo (Keverne et al., 1983; Pisonnier et al., 1985). De acuerdo con (Booth y Katz, 2000), el sistema vomero nasal es el responsable del establecimiento del vínculo selectivo.

Los procesos de gestación y parto inducen un estado de plasticidad en el sistema olfatorio, que puede facilitar el aprendizaje maternal vía olfatoria, al parecer ésta

neurogénesis facilita la formación de memoria olfatoria (Shing, 2003). Evidencias recientes proponen que es posible la reactivación de memorias consolidadas y que ello requiere de un estado de síntesis protéica llamado reconsolidación. Para probar esta hipótesis se diseñó un experimento en el que las crías fueron separadas de sus madres después de 7 días de contacto, esta separación duró 18 horas, después de lo cual reunieron a las crías con sus madres solo por 10 min. En una sesión denominada de reactivación. Previo a ello, a las madres se les aplicó ciclohexamida, como inhibidor de síntesis protéica. La memoria de las madres fue probada durante 2 períodos uno de memoria de corto plazo, que tuvo una duración de 1 hora y otro de memoria de largo plazo que cuya duración fue de 16 horas, las madres no exhibieron alteraciones en la conducta en el corto plazo, sin embargo a largo plazo sí hubo afectaciones (Perrin y Ferreira, 2007).

4.2.3.-Estimulación cérvico vaginal (ECV) y conducta materna.

Se han identificado claramente dos elementos críticos para la activación de la conducta materna: a) la estimulación cérvico vaginal (EVC) al momento del parto, estimulación propioceptiva ocasionada por la expulsión del producto y b) la secreción preparto de sustancias endócrinas, entre ellas, estrógenos, (Keverne et al., 1983; Lynch et al., 1992; Poindron y Terrazas, 1999; Poindron, 2001).

El estradiol facilita la manifestación de la conducta maternal (Poindron y Le Neindre, 1980), sin embargo, se ha reconocido que están involucrados otros factores adicionales; uno de ellos, que resulta ser imprescindible para la activación total de esta conducta, es la estimulación cervico vaginal (ECV)

causada por la expulsión del feto en el momento del parto (Kenyon et al., 1983; Kendrick y Keverne, 1991; Kendrick et al., 1992b; Poindron et al., 1998b); diferentes estudios han demostrado que la EVC es solamente eficaz en presencia de estradiol. La expulsión del feto o la EVC artificial, provoca la liberación intracerebral de oxitocina, lo cual parece ser el factor determinante a nivel central (Kendrick et al., 1986, Insel, 1990).

Diferentes investigaciones han demostrado que la EVC ocasionada por la expulsión del feto en el momento del parto, constituye un factor clave para una rápida y completa manifestación de la conducta maternal, una EVC de 5 minutos aplicada a hembras secas previamente tratadas con progesterona y estradiol conduce a una completa y activa manifestación de la conducta materna (Keverne et al., 1983; Poindron et al., 1988; Kendrick et al., 1991; Kendrick et al., 1992a).

Por el contrario, si la EVC es bloqueada al parto a través de anestesia peridural, esto eliminará el despliegue de la conducta maternal, especialmente en hembras primíparas (Krehbiel et al., 1987; Lévy et al., 1992b).

Diferentes estudios han analizado el mecanismo de acción de la EVC, se considera como un prerequisite para la acción del estradiol (Poindron et al., 1988; Kendrick y Keverne, 1991) y que además ejerce su papel a través de la liberación intracerebral de oxitocina. Lo anterior se ha sugerido, debido a que durante el parto se observa una secreción importante de esta hormona en el líquido cefalorraquídeo y también durante la EVC artificial (Kendrick et al., 1986). De esta manera la infusión intracerebral de oxitocina estimula el comportamiento maternal en ovejas no preñadas (Kendrick, 1987) y en las ovejas parturientas a

las que se les priva del estímulo sensorial del tracto genital al momento del parto. Otros estudios han demostrado que la EVC no sólo es importante para la facilitación de la motivación maternal, sino también para el desarrollo de la selectividad maternal. En las madres que ya establecieron un vínculo selectivo a las dos horas postparto, la EVC en forma artificial permite la adopción de una cría extraña (Keverne et al., 1983) esto hace pensar que la EVC influye en la memorización del olor del cordero.

En cabras también se ha demostrado la importancia de la EVC en el despliegue de la conducta materna y es posible revertir el efecto de inhibición de la conducta maternal debido a la anestesia epidural por medio de la EVC artificial (Poindron et al., 1998a), así mismo, se ha observado que la EVC facilita la adopción de un cabrito extraño (Romeyer, 1994).

4.2.4.-Factores endócrinos y su relación con la conducta materna.

Oxitocina (OT). Los núcleos cerebrales que sintetizan este péptido son: el núcleo paraventricular, el núcleo supraóptico, el núcleo comisural anterior y el núcleo de la estría terminal (Kendrick et al., 1986; Insel, 1990; Kendrick y Keverne, 1992; Pedersen et al., 1994).

El proceso del parto origina un incremento en la liberación local de oxitocina en el tejido neural del bulbo olfatorio (Kendrick et al., 1986). Se ha propuesto que esta liberación permite la formación de memoria olfativa que tiene un papel determinante en la subsecuente discriminación de las crías (Lévy et al., 1996).

Al parto, junto con la liberación periférica de oxitocina, se observa un incremento de esta hormona en diferentes áreas del cerebro, tales como: bulbos olfatorios (OB), área preóptica media (MPOA), sustancia nigra (SN) y líquido cerebroespinal (CSF) (Kendrick et al., 1986; Kendrick et al., 1988a; Kendrick et al., 1988b; Kendrick et al., 1991, 1992b; Lévy et al., 1995; Da Costa et al., 1996; Da Costa et al., 1997;). Esta liberación está asociada con el incremento de mRNA a oxitocina en BO, MPOA, Núcleo supraóptico y núcleo paraventricular (Broad et al., 1993) .

Se ha observado que la infusión intracerebral de OT facilita la conducta maternal en ovejas no gestantes y también contrarresta el efecto inhibitor de la anestesia epidural (Kendrick, 1987; Lévy et al., 1992a).

La acción de la OT se ve facilitada por la acción de péptidos opioides y por la hormona liberadora de corticotropina; en ovejas, la oxitocina es el neuro péptido más relacionado con el despliegue de la conducta materna (Lévy et al., 1993); sin embargo, otros sistemas neuroendócrinos también parecen estar involucrados , tales como el sistema noradrenérgico, que muestra un patrón de activación en las mismas regiones cerebrales observadas para la oxitocina, y neurotransmisores como dopamina, ácido aminobutírico y glutamato son también liberados durante el parto en muchas regiones cerebrales implicadas en el despliegue de la conducta materna (Kendrick et al., 1986; Kendrick et al., 1987; Kendrick et al., 1988a; Kendrick et al., 1988b; Kendrick et al., 1991, 1992b; Kendrick y Keverne, 1992; Lévy et al., 1995; Da Costa et al., 1996; Da Costa et al., 1997; Da Costa et al., 1999).

La administración intracerebroventricular de CRF permite el despliegue de la conducta materna después de la estimulación vaginocervical, estos efectos parecen ser mediados a través de la liberación de oxitocina (Keverne y Kendrick, 1992). Muchas de las áreas cerebrales en las que se han detectado cambios importantes en la liberación de hormonas y neurotransmisores, no tienen una relación espacial directa como el caso de la sustancia nigra, los bulbos olfatorios, el septum o la base del núcleo de la estría terminal. Esto sugiere que la respuesta maternal está determinada por la liberación simultánea de un gran número de sustancias de diversas regiones cerebrales y puede sugerir que el control fisiológico de la maternidad podría ser multifactorial (Lévy et al., 1997). En forma contraria a lo que se sugiere para el caso de los roedores, en donde un sólo factor puede estimular el despliegue de la conducta maternal (Lévy et al., 1992a; Stern y Rogers, 1988).

Andrógenos. Se ha encontrado que en conejos, el tratamiento con andrógenos permitió la estimulación para la construcción del nido (González-Mariscal y Poindron, 2002).

β - endorfinas- En cuanto a la conducta materna, algunos autores han sugerido que pueden tener un papel inhibitorio en el control de la conducta materna en ratas (Bridges et al., 1982). Sin embargo, otros estudios indican que la administración de naloxona (antagonista opioide) al final de la gestación, interfiere con la placentofagia y la limpieza de las crías (Mayer et al., 1985). Por lo que probablemente su papel sea analgésico al momento del parto (González-Mariscal y Poindron, 2002).

Prolactina (PRL). Aunque su incremento actúa sobre la glándula mamaria para promover la síntesis de leche, existen evidencias de que la PRL también actúa en el cerebro de los roedores para promover el comportamiento maternal y en la coneja estimula la construcción del nido (Bridges, 1996). Existe evidencia experimental de que la PRL facilita la construcción del nido en conejas y también la agresión maternal en el hamster (Coureaud et al., 2000).

Esteroides. De entre las hormonas esteroides sexuales, estrógenos y progesterona, tienen un papel importante en la manifestación de la conducta maternal, aunque el papel de cada hormona puede variar entre especies (Rosenblatt y Siegel, 1981). El estradiol facilita la conducta materna, mientras que la progesterona la inhibe en la rata; pero en ratón la facilita (Pedersen et al., 1994). Se ha reportado que cambios fisiológicos en los esteroides gonadales pueden alterar la expresión de los receptores celulares a esteroides (Insel, 1992).

Se sabe que antes del parto se presenta una drástica disminución en las concentraciones de progesterona en la sangre y una elevación de las concentraciones de estradiol. Asimismo, estudios experimentales indican que estos cambios hormonales constituyen las bases para inducir el inicio del comportamiento maternal, los tratamientos de progesterona y estradiol, o estradiol solo permiten inducir la conducta materna en hembras vacías (Poindron y Le Neindre, 1980; Numan, 1994b). Estos estudios indican también que los tratamientos hormonales (progesterona y estradiol) utilizados para inducir conducta maternal, no siempre la provocan de manera inmediata, contrario a lo

que ocurre en el parto; esto sugiere la existencia de otros factores necesarios para una completa manifestación de la conducta materna.

La neuromodulación que ejercen los esteroides, depende de su configuración molecular, se sabe que el metabolismo de la progesterona produce diferentes progestinas; por lo que es posible que varios metabolitos coincidan en alguna región del cerebro, y que un receptor pueda ser modulado por varias progestinas. El metabolismo cerebral de los esteroides modula la acción de algunos analgésicos (muscimol) y modula también la actividad del sistema nervioso. En ratones se ha observado que la infusión intraventricular de algunos esteroides mejora la retención del aprendizaje (González-Mariscal, 1993).

Finalmente, la colecistoquinina (CCK) es un polipéptido que se ha encontrado en altas concentraciones tanto en intestino como en SNC; su relación con los procesos conductuales incluyen: control de la ingestión de alimento, sedación, conducta sexual y materna (Crawley y Corwin, 1994; Nowak et al., 1997b); así mismo se le ha relacionado, junto con oxitocina, vasopresina y factor liberador de corticotropina (CRF), con el establecimiento de conductas afiliativas, como las respuestas a la separación social, o en conductas de ansiedad (Insel y Shapiro, 1992; Harro et al., 1993).

5.1 EFECTO DE LA NUTRICIÓN EN ALGUNOS ASPECTOS DE LA REPRODUCCIÓN.

5.1.1 Efecto de la nutrición sobre la tasa de ovulación.

Se ha observado en pequeños rumiantes, que factores metabólicos como la glucosa, la insulina, leptina y factores del crecimiento pueden afectar el desarrollo folicular en el ovario, por lo que la nutrición puede elevar o disminuir la tasa de ovulación (Williams et al., 2001).

Por otro lado, parece ser que en la hembra, la acción de los nutrientes dentro de la gónada son más importantes que los cambios inducidos por nutrición en la actividad de los núcleos reproductivos del cerebro (Martin et al., 2004).

Es probable que el aporte de energía a corto plazo esté directamente involucrado en el crecimiento folicular. Se ha propuesto que la sobrealimentación puede estar relacionada con una reducción en los niveles de atresia de la población de folículos que se encuentran en los estados finales de crecimiento y desarrollo (Downing y Scaramuzzi, 1991).

Se ha demostrado que la infusión intravenosa de glucosa aumenta la tasa de ovulación y resulta en un incremento sostenido de la concentración de insulina. Estos resultados relacionan a la glucosa en el control de la función ovárica y, dado que los niveles de glucosa están regulados por la insulina, también sugieren un papel de esta hormona en el mecanismo de efectos nutricionales que afectan al crecimiento folicular en ovejas (Williams, 2001). El nivel de alimentación durante las semanas previas a la cubrición también puede afectar a la composición del

fluido folicular y a las concentraciones de hormonas sistémicas (Martin et al., 2004).

51.2.- Efecto de la nutrición sobre la viabilidad embrionaria.

La desnutrición severa es uno de muchos factores sugeridos como causa de pérdida de embriones en la oveja, pero, paradójicamente, hay pruebas de que la sobrealimentación en las primeras semanas después de la fertilización puede también causar problemas; lo anterior se debe, aparentemente a un aumento del metabolismo de la progesterona y en consecuencia la degradación del ambiente uterino (Martin et al., 2004).

. La desnutrición severa puede elevar incluso al 50% o más la mortalidad embrionaria (Restall et al., 1976; Rhind et al., 2001).

5.1.3 Efecto de la nutrición en el desarrollo de la placenta.

Durante la gestación media, el tamaño de la placenta puede ser afectado, lo cual es de suma importancia para determinar los pesos al nacimiento de las crías (Bell, 1984; Ferrell, 1991; Robinson et al., 1999). De entre los factores que pueden influir en el desarrollo de la placenta están: el estrés calórico, la edad de la madre y factores nutricionales (Bell., 1984). Al respecto, se revisó el papel de la nutrición a media gestación sobre el crecimiento fetal ovinos y se encontró que la mayoría de los estudios mostraron un efecto positivo de la nutrición sobre el crecimiento placentario, sin embargo existen estudios que han reportado que una desnutrición a media gestación ocasiona que se generen placentas más pequeñas, lo cual afecta el peso de los productos, por lo que se ha sugerido una interacción entre

peso materno, condición corporal al cruzamiento y nutrición a media gestación sobre el crecimiento de la placenta y el feto (Robinson, 1982; Wallace, 1999; Dwyer, 2006).

5.1.4 Efecto de la nutrición en el crecimiento del feto.

La nutrición materna al inicio de la preñez puede influenciar el desarrollo fetal del ovario en ovinos (Hall y Rosenblatt, 1977; Hall et al., 1979;; Bourwick, 1997). Durante la gestación, el aumento de peso es de 12 a 15 kg, este aumento, corresponde al desarrollo de los feto y a la acumulación de reservas lipídicas, estas reservas pueden comenzar a ser movilizadas antes del parto sobre todo si la gestación es múltiple (el 90% del aumento de peso se alcanza durante los 50 últimos días de gestación) (Robinson, 1990).

Estudios realizados en ovinos demuestran que la desnutrición desde el inicio de la gestación hasta el día 50 no tuvo efecto sobre la media de la masa fetal testicular en fetos machos ovinos, pero se observó un incremento en la concentración testicular de progesterona en los fetos de madres desnutridas. La desnutrición desde el cruzamiento hasta el día 110 de gestación ocasionó que la masa testicular fetal fuera menor en los fetos de madres desnutridas (Rae et al., 2002; Dwyer, 2003a). Durante los 3 primeros meses de gestación el peso de la cabra aumenta lentamente en 2 a 4 kg acumulándose reservas corporales, debido a un balance energético positivo. La capacidad de ingestión de la cabra, expresada en Kg. de materia seca puede permanecer estable o disminuir en un 5-15%. Durante los 2 últimos meses de gestación, las necesidades totales de las cabras

aumentan, mientras que la capacidad de ingestión va disminuyendo, presentándose en consecuencia un balance energético progresivamente negativo asociado a la movilización creciente de las grasa de reserva. Las diferencias entre individuos son especialmente importantes al final de la gestación, en particular las cabras que gestan 2 ó 3 fetos grandes son las que más reducen su nivel de ingesta y las que presentan mayor movilización (Morand-Fehr, 1987).

En hembras ovinas se ha observado que la desnutrición desde el momento de la concepción hasta el día 50 provoca una disminución de la masa fetal ovárica; un efecto similar aunque menos marcado se ha observado cuando la desnutrición se ocasiona del día 31 al 50 de gestación (Rae et al., 2001).

Se ha reportado que borregas que se cruzan con una buena condición corporal y son restringidas nutricionalmente a media gestación, no presentan problemas importantes con los pesos de las cría al nacimiento; mientras que las hembras que son cruzadas con baja condición corporal y tienen pobre alimentación paren crías con pesos menores (De Barro, 1992).

En los 2 primeros meses de gestación, la desnutrición afecta el desarrollo estructural de ovario y genera cambios asociados a los patrones de esteroidogénesis testicular (Rae et al., 2001).

Por el contrario, una sobrealimentación en esta etapa produce obesidad en la madre, lo que puede ocasionar problemas de distocia y muerte neonatal, además de un menor peso al nacimiento de las crías (Ferrell, 1991).

En cabras se ha observado que una mala nutrición durante los tres primeros meses de gestación, no tiene efectos negativos sobre el peso al nacimiento y

sobre la viabilidad de las crías siempre y cuando los niveles de alimentación durante los dos últimos meses de gestación modifiquen favorablemente el déficit previo de alimentación. Se debe tener cuidado en no disminuir los niveles de energía y proteína al final de la gestación, sobre todo en cabras que gestan 2 o más fetos, sin embargo, puede permitirse una ligera disminución en la dieta cuando la madre tiene un solo producto (Morand-Fehr y Sauvant, 1978).

Al final de la gestación, el crecimiento fetal tiene un patrón exponencial en todos los mamíferos. El peso aumenta lentamente durante la gestación temprana, después aumenta rápidamente en el último tercio de la gestación (Ferrell, 1991).

El feto humano responde a la restricción nutricional materna dependiendo de la magnitud y tiempo de desnutrición. La respuesta fetal a la desnutrición en la primera etapa de la gestación se refleja en una insuficiencia placentaria. De acuerdo con Heasman (1998), el feto puede adaptarse a una privación de nutrientes maternos tan baja como el 50% del total de EM requerida; otros estudios muestran un pequeño efecto sobre el peso de órganos y tejidos fetales, pero coinciden en reportar una importante disminución en la masa placental, disminución del mRNA, disminución para receptores a GnRH y disminución de receptores a prolactina en las madres. En mujeres se ha observado que una restricción nutricional en la etapa temprana de gestación seguida de una adecuada alimentación a la mitad o al final de la gestación ocasiona aumento en la predisposición a obesidad y enfermedades coronarias del producto en la edad adulta (Symonds et al., 2001). Resultados similares fueron encontrados en ratas,

reportando además bajos pesos al nacimiento. (Barker, 1992; Barker y Clark, 1997). En los corderos de madres desnutridas, las restricciones en el peso al nacimiento, estuvieron relacionadas con aumento en la expresión de mRNA (Da Silva et al., 2002).

Se sabe que en ovejas el 85% del crecimiento fetal ocurre en las últimas 8 semanas de gestación, lo cual corresponde al último tercio y que la disminución de energía en esta etapa disminuye el peso al nacimiento de los corderos.

Otros estudios han demostrado que también una disminución proteínica en la dieta afecta el peso al nacimiento de los corderos (Robinson, 1982; Bell, 1984;).

El crecimiento fetal depende en gran medida del crecimiento placentario, particularmente si ha sido comprometido durante la preñez temprana o media (Bell, 1984).

En los primeros estudios realizados por Hammond (1944) se observó que ovejas que tenían gestaciones sencillas, que habían tenido una dieta restringida al final de la gestación parieron crías con pesos similares a las madres que tenían una dieta normal. Sin embargo, si las gestaciones eran gemelares y se les suministraba dieta restringida, igual que las madres con gestaciones sencillas, el peso de las crías al nacimiento se veía afectado en 33% (Wallace et al., 1999).

Una situación similar se ha observado en cabras, donde gestaciones gemelares requieren de un incremento en el nivel de energía en el último tercio de la gestación para evitar que los pesos al nacimiento de las crías se vean disminuidos (Ressel et al., 1967a; Morand-Fehr y Sauvant, 1978; Devendra, 1986).

Esta disminución del peso al nacimiento de las crías se ha relacionado con una elevación de la mortalidad de las mismas (Nash et al., 1996), ya que las crías tienen disminuidas sus reservas energéticas, además de tener baja capacidad termorreguladora. Por otra parte, los pesos bajos, se han correlacionado con bajas tasas de crecimiento postnatal y disminución en el tamaño adulto. La malnutrición al final de la gestación, además de afectar el peso neonatal y la sobrevivencia de las crías, se ha asociado a baja producción de leche, retardo en el crecimiento de la progenie y alargamiento del anestro postparto (Ferrell, 1991). Es sabido que la glucosa es un sustrato importante para el metabolismo del feto y de la placenta, y es esencial para la función neural (Rhind et al., 2001) sin embargo, en rumiantes las concentraciones circulantes están poco relacionadas con las tasas de utilización, ya que el metabolismo normal de la glucosa en rumiantes tiene una curva de concentración bifásica en la circulación, a diferencia de lo que sucede en monogástricos (Russel, 1978). En condiciones normales, en la última fase de la gestación, los cambios, en el metabolismo de la glucosa son más marcados que en la gestación temprana. La glucosa materna disminuye, pero la glucosa fetal y placentar aumentan en 30-50% más que la materna (Hay, 1999).

Asimismo, el acetato y otros derivados de la fermentación ruminal, como el hidroxibutirato, son relativamente abundantes en la sangre materna y son fuentes importantes de energía para los tejidos maternos en rumiantes, sin embargo, son pobremente transportados por la placenta del rumiante y por tanto no contribuyen

a los requerimientos de energía fetal (Bell, 1984). Además muestran marcadas variaciones asociadas al estrés o al suministro de alimento (Rhind et al., 2001).

La calidad de la nutrición materna es frecuentemente variable, especialmente en condiciones extensivas; por lo que los rumiantes han desarrollado mecanismos adaptativos para aminorar las variaciones nutricionales, alterando la respuesta de tejidos maternos: hígado, tejido adiposo, músculo y posiblemente regulación de algunas hormonas; ocasionando adaptaciones metabólicas en el feto tales como gluconeogénesis hepática, incremento en el uso de aminoácidos como fuente de energía e inevitablemente reducción en la síntesis de proteínas y desarrollo fetal (Bell et al., 1999).

En humanos, se ha observado que los hijos de madres desnutridas durante la gestación, pesaron 6% menos comparados con los hijos de las madres control y que la desnutrición puede modificar la expresión genética, incluso en generaciones sucesivas; esto a través de modificaciones en los componentes endócrinos que actúan directamente sobre órganos blanco para inducir alteraciones celulares, estructurales y de expresión genética. Entre las hormonas que tienen un papel importante en la mediación del medio ambiente por efectos nutricionales en el desarrollo del feto, se incluyen, insulina, factor de crecimiento asociado a insulina 1 (IGFs-1), hormonas tiroideas principalmente triyodotironina (T3) y leptina, a su vez estas hormonas suelen tener efectos sobre las gónadas. Aunque hay otras hormonas y metabolitos involucrados en estos procesos que se consideran menos cruciales, tal es el caso de la hormona del crecimiento y cortisol cuyo efecto se da por interacción de la insulina (Rhind et al., 2001). En

rumiantes la urea fetal, se incrementa durante los periodos de desnutrición, ocasionando incremento en la gluconeogenesis fetal, a partir de aminoácidos. En corderos recién nacidos, la disminución de insulina, el aumento de corticosterona y la disminución de selenio inhiben la termorregulación (Robinson, 1996).

Otros estudios han reportado que crías desnutridas neonatalmente, mostraron reducción en el número de succiones en un periodo de 10 minutos con respecto a las crías no desnutridas; lo que sugiere que esta conducta puede estar afectada por daños cerebrales y en el músculo mandibular, los que en conjunto modulan el amamantamiento en el recién nacido (Torrero et al., 2000).

El bajo desarrollo cerebral en las crías desnutridas ha sido confirmado en los estudios realizados por Bennis (1999) quien observó que las crías que sufrieron desnutrición proteica prenatal mostraron una reducida vascularización cerebral, que permanece a lo largo de la vida (Bennis et al., 1999).

En ratas, la desnutrición prenatal se refleja en la vida adulta del animal, afectando las interacciones sociales de los individuos en la etapa juvenil. En un estudio, donde las ratas fueron desnutridas durante la preñez, se observó que las crías desnutridas prenatalmente tuvieron disminuidas las conductas de juego y en general las conductas sociales (Almeida et al., 1996a; Almeida et al., 1996d).

La desnutrición prenatal afecta la conducta exploratoria; observándose que las ratas desnutridas prenatalmente muestran exacerbación en la conducta exploratoria, siendo animales más ansiosos e impulsivos (Almeida et al., 1996 b).

5.1.5 Efecto de la desnutrición al momento del parto.

Es sabido que ovejas alimentadas con dietas bien equilibradas son más fértiles, tienen mejor producción de leche y destetan a un mayor número de corderos, además son más resistentes a enfermedades, en comparación con ovejas desnutridas. Por otra parte, se ha reportado que ovejas subalimentadas desde 60 días antes y hasta 30 días después de la concepción, registran un marcado incremento de partos prematuros: algunos corderos nacieron antes del día 130 de gestación; es importante mencionar que la restricción no fue severa y que las ovejas sólo perdieron el 15 % de su masa corporal (Martin et al., 2004). Por otra parte, se sabe que en ovinos, la desnutrición está asociada con altos niveles de progesterona plasmática al final de la gestación (O'Doherty y Crosby, 1996), lo cual está negativamente relacionado con la producción de calostro y de leche, afectando la sobrevivencia de los corderos, por lo que la nutrición durante la gestación y el parto puede influenciar la conducta materna y elevados niveles de progesterona en hembras desnutridas contribuyen a una pobre conducta materna, a mayor despliegue de agresión y utilizan más tiempo en comer después del parto. (Dwyer et al., 2003). La subnutrición maternal durante la gestación tiene efecto en la expresión del comportamiento y en el peso al nacimiento del cordero (Dwyer et al., 1996) .

La desnutrición a media gestación produce placentas pesadas, lo cual afecta a su vez el peso de los productos, por lo que se ha sugerido una interacción entre: peso, condición corporal al cruzamiento y nutrición a media

gestación y el crecimiento de la placenta y del feto (Robinson, 1982; Wallace, 1999). La presentación de distocias está relacionada con la disminución del tamaño de la placenta en madres desnutridas tal como se ha reportado en cuyes (Dwyer et al., 1992).

6.1 EFECTO DE LA NUTRICION SOBRE LA CONDUCTA MATERNA.

En ratas, se ha sugerido que la desnutrición durante la gestación, puede tener efectos en el periodo neonatal o bien durante la lactancia los efectos se reflejan en el comportamiento (Galler y Tonkiss, 1991; Salas et al., 1991; Almeida et al., 1996c; Torrero et al., 2000; Salas et al., 2001). Por otra parte, la desnutrición protéica durante la gestación ocasiona que las madres permanezcan más tiempo en el nido amamantando activamente a sus crías (Hall et al., 1979), mientras que en otro estudio se observó que las crías desnutridas permanecían más tiempo amamantándose pasivamente (Galler y Tonkiss, 1991).

Se ha observado que crías desnutridas neonatalmente, mostraron una reducción en el número de succiones en un periodo de 10 minutos en comparación con crías bien nutridas, sugiriendo que esta conducta pudo afectarse por daños en los mecanismos cerebrales y el músculo mandibular, los cuales modulan la actividad de amamantamiento en el recién nacido (Torrero, 2000.)

El bajo desarrollo cerebral en las crías desnutridas en el periodo neonatal, ha sido estudiado en trabajos en los que se observó que las crías que han padecido desnutrición protéica prenatal, muestran una reducida vascularización cerebral, la cual perdura a lo largo de la vida (Bennis et al., 1999).

En ratas se ha demostrado que la desnutrición prenatal, tiene efectos en la vida adulta del animal, repercutiendo en la interacción social con sus congéneres, así mismo se ha observado exacerbación en la conducta exploratoria, es decir, estos animales son más ansiosos e impulsivos (Almeida et al., 1996c). Cuando estas crías llegan al estado adulto observan alteraciones en la conducta materna al primer parto pero en los subsecuentes van desapareciendo (Salas et al., 2001). Se ha observado, en cabras que gestaciones gemelares requieren un incremento en el nivel de energía en el último tercio de la gestación para evitar que los pesos al nacimiento de las crías se vea afectado (Devendra, 1986).

En ovejas en pastoreo se ha considerado que el nivel de nutrición durante las últimas seis semanas de gestación puede afectar la tasa de abandono de al menos uno de los corderos en camadas de mellizos (Putu et al., 1988). Otros estudios han reportado que ovejas primíparas desnutridas durante la gestación permanecieron significativamente menos tiempo lamiendo a sus crías recién nacidas cuando fueron comparadas con ovejas bien nutridas. Por otra parte las crías nacidas de madres desnutridas tuvieron bajo peso al nacimiento y fueron más lentas en incorporarse y se amamantaron con menor frecuencia. Es probable que la nutrición de la hembra en las últimas semanas de gestación tenga importancia para el desarrollo conductual del recién nacido, sobre todo si las madres tuvieron una alimentación deficiente, tanto así que una desnutrición del 35% durante la gestación afecta negativamente la conducta de la madre y el peso del recién nacido con consecuencias sobre su desarrollo conductual (Dwyer, 2003a).

Existen pocos estudios en cabras relacionados con los efectos de la subnutrición durante la gestación sobre la conducta materna, sin embargo, trabajos realizados en pradera han reportado que la calidad de la nutrición en las últimas seis semanas de gestación puede afectar la tasa de abandono en cabras con mellizos (Putu et al., 1988). Estudios recientes realizados en cabras han demostrado que las madres subnutridas durante la segunda mitad de la gestación estimularon menos a las crías durante las primeras 2 horas postparto, también fueron más lentas en limpiar y amamantar a sus crías; asimismo, estas madres fueron incapaces de reconocer a su cría en una prueba de elección doble a distancia a 8 horas postparto. Por otra parte, los cabritos nacidos de madres desnutridas tardaron más tiempo en incorporarse, en encontrar la ubre y fueron más lentos en reconocer a su madre a las 12 horas de vida. Por lo que la desnutrición afecta la capacidad de reconocimiento (Terrazas et al., 2004; Robledo, 2005;);

Estudios recientes reportan que cabras bien nutridas, tienden a mostrar una mejor expresión de conducta materna comparadas con madres desnutridas. La desnutrición no afecta la capacidad de reconocimiento materno vía olfatoria, sin embargo, si afecta la capacidad de discriminar a la cría propia de la extraña en pruebas de reconocimiento a distancia (Robledo, 2005).

Se ha demostrado que la nutrición afecta todos los aspectos de la cadena de eventos reproductivos, tanto en hembras como en machos (Scaramuzzi, 2006) y que dietas deficientes en energía, repercuten en la reproducción siendo primeramente afectado el eje hipotálamo-hipófisis, dichos daños están caracterizados por hipoglicemia, hipoinsulinemia, disminución de IGF-1 y una

elevada concentración plasmática de hormona del crecimiento; estos cambios están asociados con la inhibición de GnRH, anovulación y anestro (Lozana, 2003; Kiyama, 2004; Scaramuzzi, 2006). En mamíferos, está bien establecido que la desnutrición puede suprimir la secreción de hormonas reproductivas, otros cambios metabólicos observados son: disminución de triyodotironina (T3) y aumento de cortisol (Cameron, 1996). Lo cual podría modificar los mecanismos endócrinos que determinan la entrada y la utilización de los nutrientes para el producto en gestación (Robinson et al., 1999). Para la especie caprina, existe poca información de los efectos de la nutrición sobre el desarrollo de la gestación; sin embargo, se presupone que entre la especie ovina y caprina existen similitudes, tales como: ambas especies son rumiantes, duración de la gestación, número de crías por parto, talla corporal y expresión de la conducta materna, que permiten hacer uso de la información generada en ovinos, con respecto al impacto de la nutrición durante la gestación y traspolarla a la especie caprina (Robinson, 1982).

V Justificación

En las condiciones de producción que existen actualmente en el país, el ganado caprino casi siempre padece deficiencias en sus aportes alimenticios, ya que la mayoría de los rebaños pertenecen a productores de escasos recursos, en donde pensar en una dieta balanceada para brindar una mejor condición alimenticia al rebaño, es poco probable, lo que propicia que el ganado caprino esté expuesto a malnutrición en al menos alguna de las etapas de su vida productiva, lo cual durante la gestación y la lactancia es fundamental, ya que una desnutrición en estas etapas propicia bajos pesos al nacimiento y en el caso de la madre, disminución en los cuidados hacia las crías; lo que en conjunto suele incrementar la mortalidad perinatal.

Esta problemática hace necesario generar metodologías que permitan contrarrestar los efectos de la desnutrición en las relaciones conductuales madre-cría en cabras.

Por otra parte, es importante comentar que el estudio sistemático de la conducta de los animales domésticos de los últimos años, ha despertado interés en el panorama pecuario mundial, lo que ha permitido observar que se ha omitido realizar estudios conductuales que permitirían mejorar los sistemas de producción.

El presente trabajo pretende estudiar los efectos, en la relación madre-cría, de una suplementación corta al final de la gestación para tratar de disminuir los daños ocasionados por una deficiente alimentación durante la gestación.

VI Hipótesis:

La suplementación energética al final de la gestación mejora las relaciones madre-cría durante el primer día postparto, en cabras nutricionalmente restringidas durante la segunda mitad de la gestación.

VII Objetivo:

Evaluar si la suplementación energética en los últimos 15 días de la gestación puede contrarrestar los efectos de la desnutrición inducida en la segunda mitad de la gestación, sobre las relaciones madre-cría en cabras.

VIII Materiales y Métodos

Lugar de experimentación

El estudio se realizó en las instalaciones de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4 en el módulo de producción de caprinos y en el área de Postgrado. Ubicada en el Km. 2.5 de la carretera Cuautitlán–Teoloyucan, San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

Sujetos de estudio

Se utilizaron 46 cabras de la raza Alpino Francés multíparas de entre 3 y 5 años de edad con un peso promedio de peso de 50 kg. Los animales fueron mantenidos todo el tiempo bajo estabulación.

Proceso experimental:Asignación de grupos

Los animales fueron asignados a 3 grupos experimentales, de acuerdo al manejo alimenticio, de la siguiente manera:

A) Grupo control (n=16): con una dieta que cubre el 100% de los requerimientos de acuerdo a su estado fisiológico (AFRC, 1998; NRC, 1981).

Dieta:

43.16% rastrojo de maíz

33% heno de alfalfa

19.8 % grano de maíz molido

2.2% harina de soya

1.9% minerales

agua a libre acceso.

B) Grupo desnutrido (n=15): A partir del día 75 de la gestación y hasta el parto se limitó el aporte de energía y proteína al 70 %.

Dieta: 73% rastrojo de maíz

25% alfalfa

2% minerales

agua a libre acceso.

C) Grupo desnutrido + suplementación energética (n=15):

El aporte nutricional se restringió igual que al grupo B, pero a partir del día 135 de gestación y hasta el parto, se les suministró una suplementación paulatina con maíz molido (100 g. cada día hasta alcanzar 600g. por animal/día).

Cuadro 1.- Composición de energía y proteína de las dietas utilizadas.

DIETA	Energía Metabolizable (EM) (Megacalorías)	Proteína cruda (%)
Control	2.3	12
Desnutrida	1.65	8.7

La dieta se calculó en base a los requerimientos de materia seca diaria por animal, para cabras en gestación avanzada (NRC, 1981).

Manejo reproductivo: La reproducción fue sincronizada e inducida con la colocación de esponjas intravaginales impregnadas de acetato de fluorogestona (40 mg/animal Cronogest cabras, Intervet, México) después de 19 días se retiró la esponja y se aplicó a cada hembra una dosis de Gonadotropina Coriónica equina (eCG, Folligon, Intervet, México, 400 U. I. por animal).

A los 65 días de gestación se realizó el diagnóstico de gestación, los animales positivos fueron asignados a los grupos control y desnutrido, este último permaneció así hasta el día 135 de gestación, fecha en que fue dividido para formar el grupo suplementado.

Pesaje y Muestreo sanguíneo

Todas las cabras fueron pesadas desde los 65 días de gestación hasta el segundo mes de lactancia. Con un intervalo aproximado entre cada pesaje, de 21 días.

También se obtuvieron muestras de sangre para medir niveles de progesterona y glucosa. Las muestras de sangre para determinación de progesterona se tomaron a los 65, 85, 106, 127, 141, 142, 143,144, 145,146 y 147 de gestación. Las concentraciones de glucosa en sangre fueron medidas los días 85, 127, 142 y 145 de gestación.

Las muestras de sangre fueron tomadas antes de alimentar a los animales, utilizando tubos vacutainer con EDTA, con tapón hemogard, los tubos con sangre se centrifugaron durante 20 min. Se separó el sobrenadante y se colocó en tubos previamente identificados; las muestras se mantuvieron en congelación hasta el momento de ser procesadas.

Se registraron los niveles de glucosa en sangre, tomando una gota de cada animal, (en el momento del sangrado) para leerla a través de un glucómetro Softclix, Laboratorios Roche.

Procedimiento:

Para las determinaciones de glucosa se puncionó la vena yugular y se obtuvo una gota de sangre, la cual fue colocada en la tira reactiva e introducida al glucómetro para tomar la lectura.

En cada pesaje, se evaluó la nota de la condición corporal de acuerdo a la escala de evaluación de 0-5 (Hervieu, 1991).

Asimismo, se midió la altura a la cruz y largo del animal con la finalidad de determinar el índice de masa corporal, que se define por la siguiente fórmula: $BMI = ((\text{peso corporal (Kg)} / (\text{Altura (m)} / (\text{largo del cuerpo (m)})) \times 0.10$. Adaptada para cabras (Tomomi, 2002).

Manejo experimental de las madres

1.- Inmediatamente al parto la madre y su(s) cría(s) fueron colocadas en corrales individuales, armados con paneles de metal de 2m x 2m, dentro del corral común, una vez que la primer cría fue expulsada fueron video-grabadas durante una hora.

1.1 CONDUCTAS ANALIZADAS EN LA MADRE

- Latencia y frecuencia de balidos altos: Tiempo en segundos que tardó en emitir la primer vocalización y número de veces que emitió las vocalizaciones de alta frecuencia (con la boca abierta).
- Latencia y frecuencia de balidos bajos: Tiempo en segundos que tardó en emitir la primer vocalización y número de veces que emitió las vocalizaciones de baja frecuencia (con la boca cerrada).
- Latencia, frecuencia y tiempo total de limpieza a la cría (lamidos).

1.2 CONDUCTAS ANALIZADAS EN LAS CRIAS

- Número de balidos altos y bajos.
- Intentos de incorporación: Número de veces que el cabrito intentó incorporarse sin lograrlo.

- Latencia de incorporación: Tiempo que tardó el cabrito en sostenerse con los miembros posteriores y los miembros anteriores doblados.
- Búsqueda de la ubre: Número de veces que el cabrito buscó la ubre con o sin contacto.
- Latencia, frecuencia y tiempo total de amamantamiento: cuando el cabrito alcanzó por primera vez la ubre y la succionó, número de veces que alcanzó la ubre y succionó y tiempo total que permaneció succionando.

Los videos fueron analizadas a través del sistema para análisis conductual por computadora: The for Windows, versión 3.0. Wageninngen, The Netherlands.

2.- A la primera hora post parto se tomó una muestra de calostro para medir los porcentajes de lactosa, grasa y proteína, sólidos totales, agua y densidad.

Se tomó una muestra de 25 ml. de calostro y se procesó en un aparato "Lactoscan 90" para medir los niveles de grasa, proteínas, agua, densidad y temperatura del calostro.

3.- Posteriormente las madres fueron pesadas y se dejaron con sus crías hasta las 4 horas postparto. A partir de este momento se les restituyó una dieta de acuerdo a sus requerimientos. La madre y las crías permanecieron en el corral de parto hasta después de la prueba de selectividad.

4.- A las 4 horas post-parto se realizó a la madre la prueba de selectividad “reconocimiento olfatorio”. Consiste en medir la conducta de la hembra hacia su cabrito y hacia un cabrito extraño, esto se realizó en dos periodos de observación, con una duración de 5 minutos cada uno. Todas las crías fueron incluidas en las pruebas. En cada periodo se registraron las siguientes conductas:

- a) Emisión de balidos bajos.
- b) Emisión de balidos altos.
- c) Número de aceptaciones a la ubre: cada vez que la hembra permitía al cabrito acercarse a la ubre sin rechazarlo y/o amamantarlo por más de 10 segundos seguidos.
- d) Tiempo total de amamantamiento: tiempo medido en segundos en que la cría se amamantó.
- e) Número de rechazos a la ubre: Número de veces que cuando se acercó la cría a la ubre, la hembra se movió o retiró al cabrito y no le permitió mamar.
- f) Número de golpes, amenazas o mordidas: Todo movimiento agresivo dirigido al cabrito con o sin contacto. Esta prueba se realizó en el corral de parto.

5.- A las 8 horas post parto se aplicó a las madres la prueba de elección doble (reconocimiento a distancia, no olfatorio) similar a la utilizada por Poindron et al. (2003). Para tal efecto se armó un corral triangular de 10 metros por lado y un

metro de alto (Figura 1), con el fin de detectar la capacidad de la madre para elegir correctamente a su cría. En dos de las esquinas se construyó un corral de contención de 1 m² con paneles de rejillas, uno para la cría ajena y otro para la cría propia, ambas crías pertenecientes al mismo grupo. A 1 m de distancia de cada uno de los corrales, se colocó una barrera de paneles de rejilla para que la madre no pudiera tener un acceso más cercano a las crías ni pudiera olerlas, pero sí pudiera verlas y escucharlas. Estudios anteriores han demostrado que las ovejas no son capaces de oler a sus crías cuando estas están a 25 cm, inclusive con una corriente de aire a una velocidad de 1 m/sg (Alexander, 1978; Gilling, 2002). En la tercera esquina del triángulo había un corral de 2 m x 1 m que servía como punto de salida para la madre al inicio de la prueba. El corral se elaboró con paneles metálicos, completamente cerrados para limitar las corrientes de aire y la distracción de los animales. Dicho corral fue colocado en instalaciones que podían ser iluminadas artificialmente por la noche. Dicha prueba se realizó con el fin de investigar la capacidad de la madre de elegir correctamente a su cría.

El corral fue dividido en 5 zonas: a) corral de espera, b) corral de contención para los cabritos, c) zona inaccesible para las madres, d) zona de elección, e) zona neutra. (Figura 1).

Procedimiento.

La madre que iba a ser probada fue colocada en el corral de espera y los cabritos en sus respectivos corrales. Se mantenía la cabeza de la hembra hacia el lado

contrario de los corrales de las crías utilizadas en la prueba para que no viera el lado en el cual estaba su cabrito. Una vez colocadas las 2 crías, propia y extraña en sus corrales, la madre permanecía en el corral de espera por 30 segundos. En este momento se abría la puerta del corral de espera y se daba inicio a la prueba. Para la selección del cordero ajeno utilizado en la prueba, se buscaba que hubiera nacido lo más cercanamente posible en horas al cabrito propio y que fueran del mismo grupo.

Conductas registradas:

- a) Tiempo de permanencia con cada cría: es el tiempo total en segundos, que la madre permaneció con la cabeza y los miembros torácicos anteriores en la zona de contacto cerca de cada una de las crías (propia y/o extraña).
- b) Tiempo de mirar a cada cría: tiempo total en segundos que la madre permaneció mirando a cada cría, sin importar la zona en la que se encontraba dentro del corral.
- c) Emisión de vocalizaciones: número de balidos totales emitidos por la madre
- d) Latencia de salida: tiempo en segundos que tardó la madre en salir del corral de espera.
- e) Latencia de alcance de la primera cría: tiempo en segundos que tardó la madre para llegar a una de las crías por primera vez.

- f) Número de visitas a cada cría: Número de veces en que la madre pasó de la zona de contacto de cada cría, con los miembros locomotores torácicos anteriores y la cabeza.

La toma de datos se realizó con ayuda de hojas preformateadas y cronómetros.

El diagrama del corral de prueba se muestra en la figura 1.

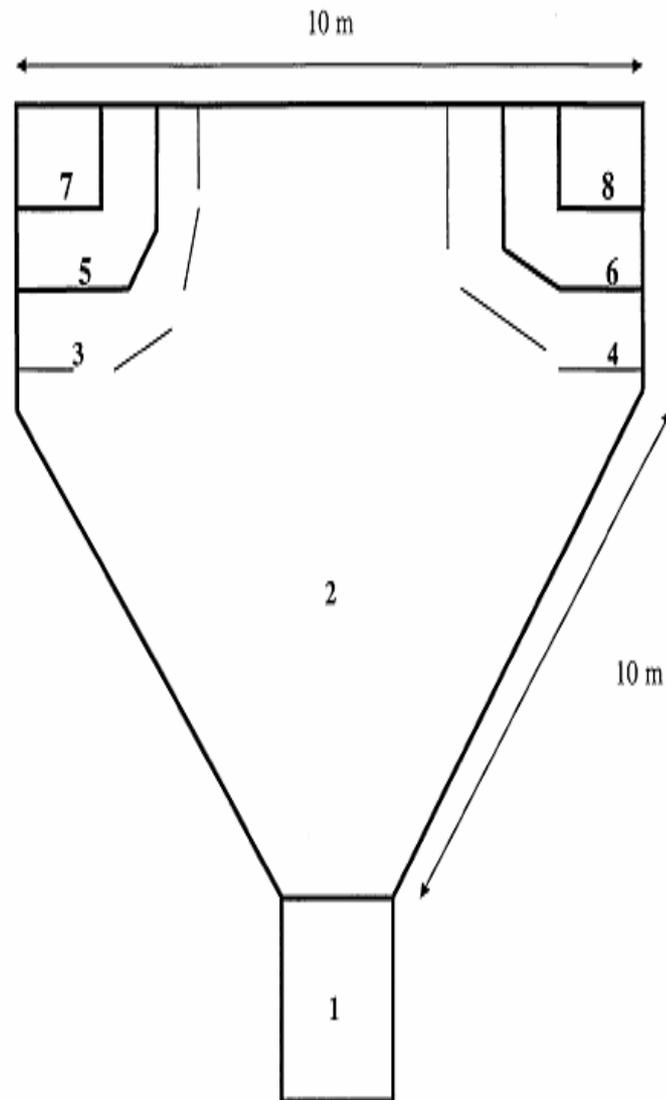


Figura 1. Esquema del corral utilizado para la prueba de reconocimiento de las crías por su madre a 8 horas posparto. (1) corral de espera; (2) zona neutral; (3,4) zonas de elección; (5, 6) zonas inaccesibles; (7,8) corrales para los cabritos.

Manejo experimental de las crías

1.- A la primer hora de nacidas, las crías vivas fueron pesadas e identificadas, se les realizaron 2 pruebas de reflejos: a) reflejo de cabeza: al estimular con el dedo índice la parte superior de la cabeza del cabrito, éste debería levantar la cabeza; b) prueba de la pajilla: al introducir suave y ligeramente una pajilla en cualquiera de las dos orejas del cabrito éste debería sacudir la cabeza en respuesta, el resultado de ambas pruebas se registró como “sí” o “no”.

Asimismo, se registró la temperatura rectal. La determinación de la temperatura, es importante pues se ha encontrado correlación con la sobrevivencia de las crías (Nowak, 1996; Nowak et al., 2000).

2.- A los cabritos a las 12 y 24 horas de edad se les realizó una prueba de elección doble para determinar la capacidad de elegir a su madre.

Para esta prueba se utilizó un corral rectangular de 4 m X 3 m (Figura 2) descrito por (Gilling, 2002). El corral se construyó con paneles metálicos, completamente cerrados para limitar las corrientes de aire y se colocó dentro de un local techado que podía ser iluminado artificialmente por la noche. Las madres estaban separadas por un panel de rejilla tubular cuadrada. Se pintó en el piso una línea a una distancia de 0.50 m. de los paneles que separaban a las madres de la cría, esta área era considerada de contacto y el resto del corral era zona neutra. Para esta prueba la madre ajena fue elegida en función de que perteneciera al mismo grupo experimental y que en lo posible coincidieran en la hora de parto.

Conductas registradas:

- 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. Es el tiempo total en segundos que la madre permaneció mirando a su cría y el tiempo total en segundos que la madre permaneció mirando a la cría extraña.

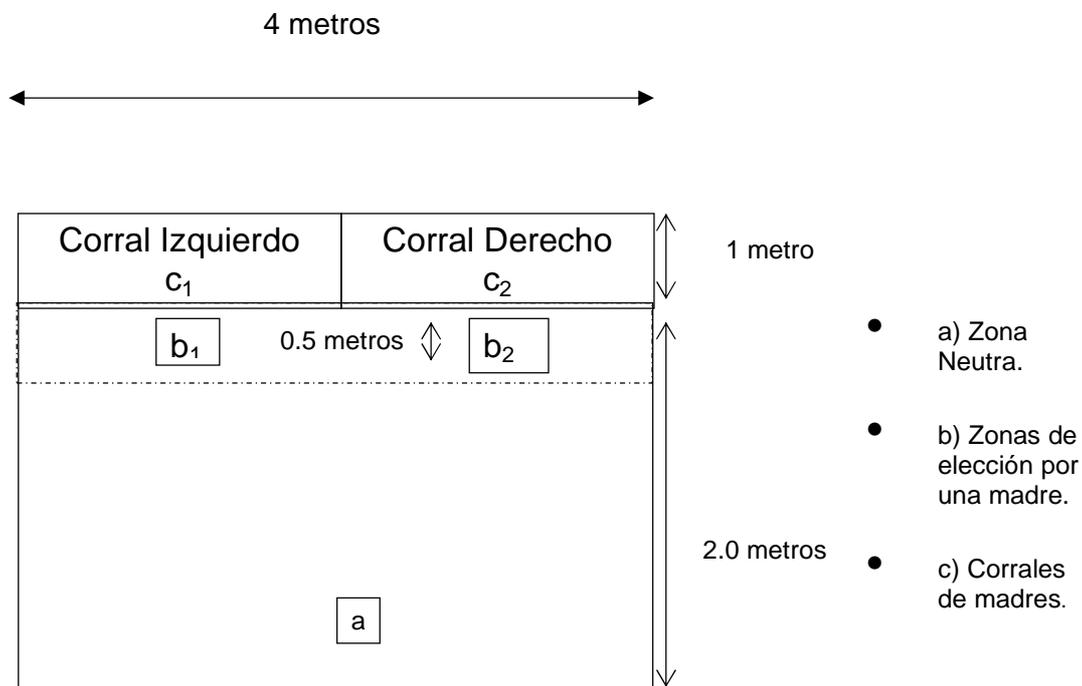


Figura 2. Representación esquemática del corral utilizado para probar a los cabritos en su capacidad para discriminar entre su madre y una ajena a las 12 y/o 24 horas de edad.

Análisis de datos:

Para determinación de los niveles de glucosa en sangre se utilizó un glucómetro portátil (Accu-Chek®).

Las determinaciones en calostro se realizaron utilizando el equipo Lactoscan 90, Milkotronic, LTD.

Los niveles de progesterona fueron determinados por el método de radioinmunoanálisis; el cual consiste en que una sustancia marcada radiactivamente se utiliza directa o indirectamente para la medición cuantitativa de la sustancia no marcada; se logra mediante una reacción de fijación a un

anticuerpo. Para el caso de las hormonas, estas se fijan a receptores de hormonas en células o bien a proteínas receptoras (Bellanti A.J., 1996).

Análisis Estadístico

El peso de las madres y de los cabritos, los niveles de glucosa, condición corporal e índice de masa corporal las fueron analizados utilizando el ANOVA de medias repetidas, para determinar el efecto de tiempo, grupo y su interacción y la prueba de Tukey para pruebas posteriores, la calidad de calostro y niveles de progesterona por medio del análisis de varianza. Las conductas registradas en la primer hora postparto se analizaron con la prueba de Kruskal Wallis y U de Mann Whitney, los datos de la prueba de selectividad fueron analizados para comparación entre grupos con la prueba de Kruskal Wallis, y para comparaciones dentro de grupos con ayuda de la prueba de Wilcoxon. Los datos de las pruebas de reconocimiento fueron analizados con las pruebas de Kruskal Wallis y Wilcoxon, la prueba de Pearson permitió medir la proporción de animales que hicieron elección correcta y que participaron activamente en la prueba. Se utilizó la prueba de Pearson para medir también la proporción de partos distócicos, de mortalidad durante los primeros 45 días de lactancia y la proporción de animales con reflejos positivos. La información fue procesada con ayuda del paquete estadístico SYSTAT, versión 10.

IX RESULTADOS

I.- COMPORTAMIENTO DE LAS MADRES

La proporción de tipo de parto (sencillo, doble, triple y cuádruple) no difirió significativamente entre grupos, Pearson ($P > 0.05$). Lo mismo ocurrió con la proporción de crías hembra y macho entre grupos. (Cuadro 2.)

Cuadro 2.- Porcentaje de animales por tipo de parto y sexo de la cría en los grupos control, desnutrido y suplementado.

Grupo	Tamaño la camada				Sexo de las crías	
	sencillo	doble	triple	cuádruple	Hembra	Macho
Control	6%	41%	38%	15%	48%	52%
Desnutrido	19%	25%	43%	13%	65%	35%
suplementado	4%	38%	56%	2%	57%	43%

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$)

a).- CONDUCTAS REGISTRADAS EN LAS MADRES DURANTE LA PRIMER HORA POST PARTO.

De las conductas maternas analizadas, sólo en la latencia de lamer a la cría se observó una tendencia a diferir en los tres grupos ($P = 0.09$). Se encontró que el grupo desnutrido tardó significativamente más tiempo en iniciar la limpieza de su cría, comparado con el grupo control (78.2 ± 22.9 vs 17.9 ± 5.3 sg, $P = 0.01$), (Figura 3). Entre los grupos control contra suplementado y desnutrido versus suplementado, no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$), (Cuadro 3).

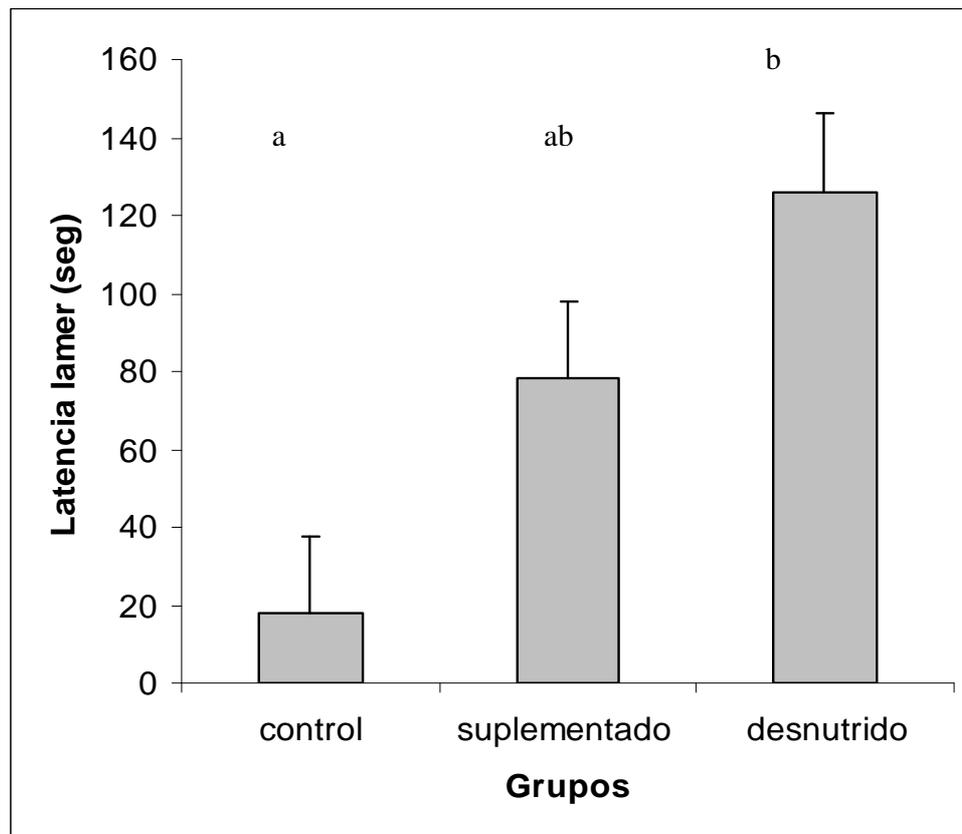


Figura 3.- Latencia para lamer a las crías (media \pm error estándar) durante la primer hora post parto en cabras de los grupos control (n=14), suplementado (n=11) y desnutrido (n=15); a, b indican diferencias significativas entre grupos ($P < 0.05$).

Cuadro 3.- Conductas registradas en las madres durante la primer hora posparto en los grupos control (n= 14), suplementado (n=11) y desnutrido (n=15).

Conductas *	Grupo control n=14	Grupo suplementado n=11	Grupo desnutrido n=15
Frecuencia de lamer a la cría	39.8 ± 6.3	37.4 ± 5.4	34.0 ± 7.6
Tiempo de lamer a la cría (seg)	1145.4 ± 159.9	765.3 ± 137.9	884.8 ± 162.3
Frecuencia de balidos altos	1.35 ± 0.79	0.36 ± 0.27	2.5 ± 1.7
Latencia de balidos altos (seg)	2807 ± 278.4	2981.6 ± 327.9	2565.7 ± 321.3
Frecuencia de balidos bajos	66.6 ± 21.7	91.7 ± 48.4	104.6 ± 49.9
Latencia de balidos bajos (seg)	1388.6 ± 437.3	1312.2 ± 476.3	1738.9 ± 390.8

* No se encontraron diferencias significativas entre los grupos para las conductas evaluadas (P<0.05).

b).- VÍNCULO SELECTIVO

En la mayoría de las conductas registradas durante la prueba de selectividad (Cuadro 4) se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos (P>0.05), con excepción de los balidos altos emitidos en presencia de la cría propia y agresiones hacia la cría extraña. Se encontró una tendencia a que las madres suplementadas emitieron más balidos altos en presencia de la cría propia que las madres desnutridas (P=0.09), mientras que el número de balidos altos emitidos con la cría propia no difirió entre el grupo control y el desnutrido, ni entre el grupo control y el suplementado (P>0.05). En las agresiones a la cría extraña se encontró que las madres desnutridas se mostraron más agresivas hacia la cría extraña que las madres control (4.1 ± 1.3 vs. 0.7 ± 0.49, P=0.02). De la misma manera, se observó que las madres suplementadas tendieron a ser más

agresivas que las madres control en presencia de la cría extraña (3.5 ± 1.3 vs. 0.7 ± 0.49 , $P=0.08$). No se encontraron diferencias entre el grupo desnutrido y el suplementado en esta conducta ($P>0.05$).

Cuando se compararon las distintas conductas dentro de cada grupo se encontró que los tres grupos mostraron comportamiento selectivo. En los tres grupos se encontró que las madres emitieron más balidos bajos y altos en presencia de la cría extraña, que con la cría propia ($P<0.05$), (Cuadro 4).

En cuanto al tiempo de amamantamiento se observó que las hembras de los tres grupos amamantaron durante más tiempo a la cría propia que a la extraña ($P<0.05$). En el número de aceptaciones a la ubre, las madres aceptaron más veces a la cría propia que a la cría ajena ($P<0.05$). En relación al número de rechazos a la ubre, en los tres grupos se observaron más rechazos hacia las crías extrañas que a las propias ($P<0.05$). En los grupos suplementado y desnutrido se observaron más agresiones hacia la cría extraña que a la propia ($P<0.05$), mientras que en grupo control las agresiones fueron menores y no se encontraron diferencias significativas entre la cría extraña y la propia ($P>0.05$) (Cuadro 4).

Cuadro 4 - Conductas registradas durante la prueba de selectividad realizada a 4 horas post parto (media \pm error estándar).

Conducta Registrada	Grupo control (n=10)		Grupo suplementado (n=13)		Grupo desnutrido (n=8)	
	Propia	Extraña	Propia	Extraña	Propia	Extraña
No. de Balidos bajos	12.5 \pm 3.5 ^a	31.4 \pm 7.6 ^b	12.3 \pm 2.6 ^a	22.1 \pm 5.4 ^b	13.7 \pm 3.3 ^a	33.1 \pm 7.4 ^b
No. de Balidos altos	0.4 \pm 0.4 ^a	22.4 \pm 10.0 ^b	0.6 \pm 0.3 ^a	3.0 \pm 1.5 ^b	0.0 \pm 0.0 ^a	11.8 \pm 6.9 ^b
Tiempo de amamantamiento (seg)	80.8 \pm 21.2 ^a	0.3 \pm 0.3 ^b	105.8 \pm 29.8 ^a	24.0 \pm 19.0 ^b	129.5 \pm 35.3 ^a	6.2 \pm 4.5 ^b
No. de aceptaciones a la ubre	1.8 \pm 0.4 ^a	0.0 \pm 0.0 ^b	2.0 \pm 0.6 ^a	0.2 \pm 0.1 ^b	03.0 \pm 1.1 ^a	0.12 \pm 0.12 ^b
No. rechazos a la ubre	0.0 \pm 0.0 ^a	1.3 \pm 0.5 ^b	0.07 \pm 0.07 ^a	2.4 \pm 1.0 ^b	0.0 \pm 0.0 ^a	3.5 \pm 1.8 ^b
No. de agresiones	0.0 \pm 0.0 ^y	0.7 \pm 0.4 ^y	0.0 \pm 0.0 ^{y z}	3.5 \pm 1.3 ^z	0.1 \pm 0.1 ^z	4.1 \pm 1.3 ^b

a, b indican diferencias significativas dentro de grupos (P<0.05).

y, z indican diferencias significativas entre grupos (P<0.05).

c).- RECONOCIMIENTO NO OLFATORIO A 8 HORAS POSTPARTO.

En la prueba de reconocimiento no olfatorio realizada a las madres a 8 horas postparto se observó que la proporción de cabras del grupo control que hizo una elección correcta (alcanzó por primera vez a su cría) tendió a ser mayor que las del grupo desnutrido y suplementado (control: 14/19, suplementado: 11/21 y desnutrido: 9/17) (P=0.1). No se encontraron diferencias entre el grupo desnutrido y suplementado (9/17 vs. 11/21) (P=0.9).

También se observó que en la mayoría de las variables medidas durante la prueba, no se encontraron diferencias significativas entre grupos ($P>0.05$). Con excepción de la conducta de mirar a la cría extraña y los balidos totales. Se observó una tendencia a que las madres suplementadas miraron por más tiempo a la cría extraña comparado con las madres controles (50.7 ± 18.1 vs. 18.5 ± 3.9 seg. respectivamente, $P=0.09$). Asimismo, las madres desnutridas tendieron a mirar más a la cría extraña que las controles (29.9 ± 4.9 vs. 18.5 ± 3.9 seg. respectivamente, $P=0.08$).

Por su parte, las madres controles emitieron más balidos totales que las madres suplementadas (90.8 ± 13.5 vs. 56.6 ± 9.7 , $P=0.03$); y las madres controles tendieron a emitir más balidos totales que las madres desnutridas (90.8 ± 13.5 vs. 63.6 ± 10.2 , $P=0.1$).

Cuando se hizo la comparación dentro de grupos, se observó que las madres de los grupos control y suplementado permanecieron más tiempo con su cría que con la extraña ($P<0.01$). Mientras que en el grupo desnutrido las madres no mostraron preferencia por permanecer con alguna de las crías ($P>0.05$), (Figura 4).

Cuando se analizó la conducta de mirar, no se encontraron diferencias significativas entre grupos tanto en el tiempo de mirar a la cría propia, como a la ajena ($P>0.05$). Al comparar dentro de grupos se pudo observar que en los tres grupos las cabras miraron significativamente por más tiempo a su cría que a la ajena ($P<0.05$), (Figura 5).

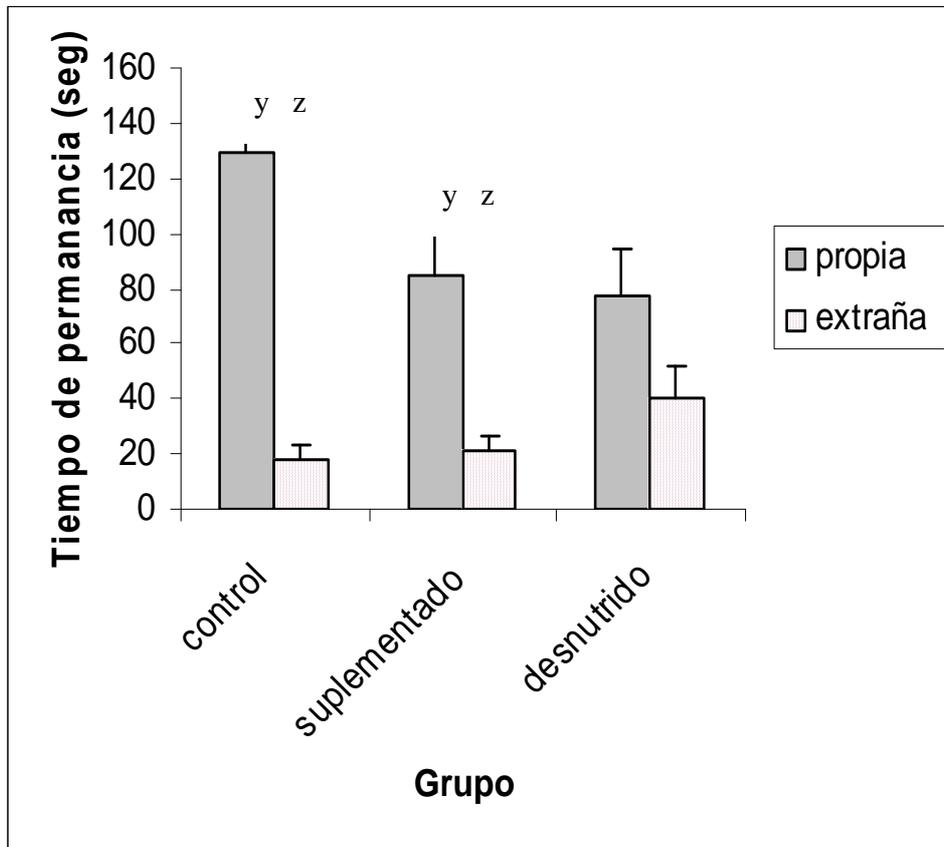


Figura 4- Tiempo de permanencia, (media \pm error estándar) en segundos, con crías propias o extrañas en cabras control (n=19), suplementadas (n=21) y desnutridas (n=17), probadas a las 8 horas post parto durante la prueba de reconocimiento en minutos; Literales diferentes (y, z) indican diferencias significativas dentro de grupos (P<0.05).

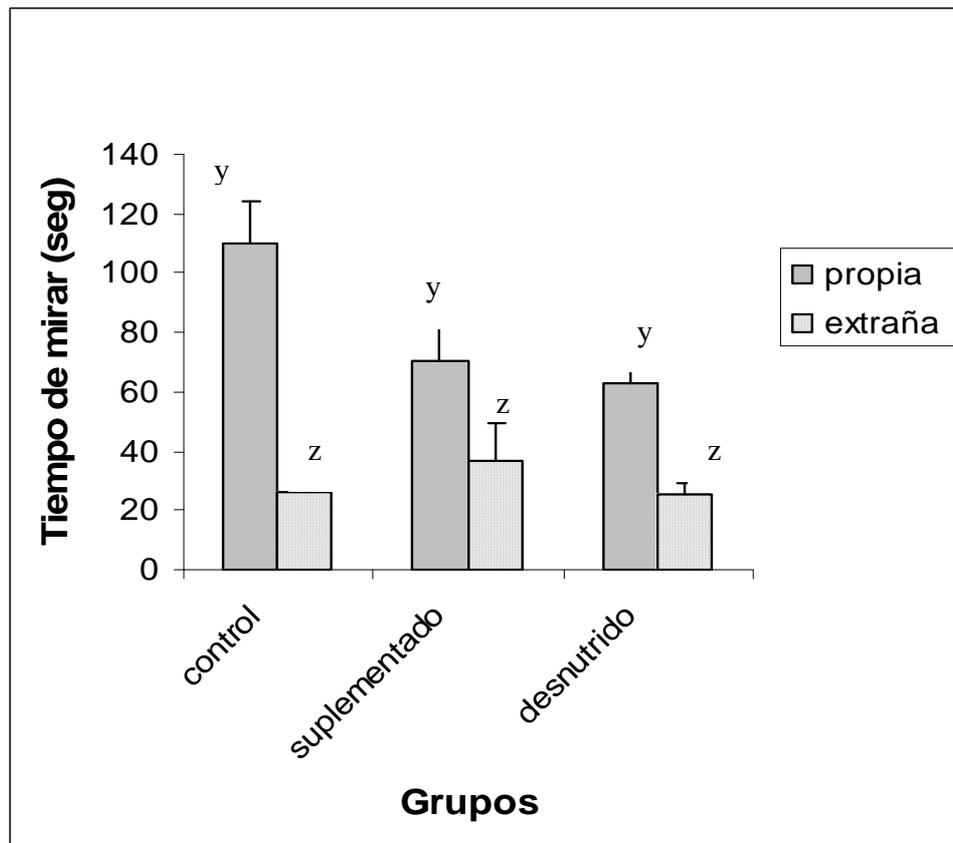


Figura 5.- Tiempo de mirar (media \pm error estándar), en segundos, a crías propias o extrañas en cabras control (n=19), suplementadas (n=21) o desnutridas (n= 17), probadas a las 8 horas post parto, durante la prueba de reconocimiento en 5 minutos; Literales diferentes (y, z) indican diferencias significativas dentro de grupo (P<0.05).

En cuanto al número de visitas a cada cría, la desnutrición no afectó esta conducta, pues se observó que en los tres grupos, las madres visitaron significativamente más veces a las crías propias que a las extrañas, (P<0.05) (Figura 6.)

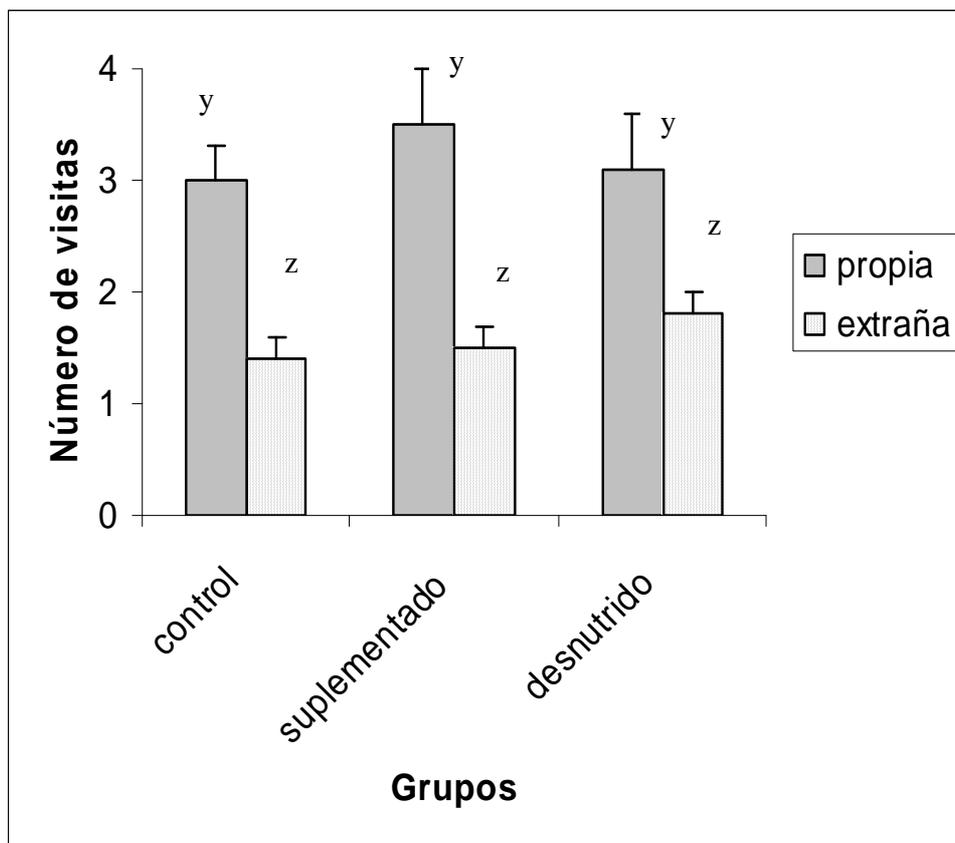


Figura 6.- Número de visitas (media \pm error estándar), a crías propias o extrañas en cabras control (n=9), suplementadas (n=14) o desnutridas (n= 11), probadas a las 8 horas post parto, durante la prueba de reconocimiento en 5 min. Literales diferentes (y, z) indican diferencias significativas dentro de grupos ($P < 0.05$).

II.- COMPORTAMIENTO DE LOS CABRITOS

a).- CONDUCTAS REGISTRADAS EN LAS CRÍAS EN LA PRIMER HORA POSPARTO

En ésta prueba se encontraron diferencias significativas entre grupos en las conductas de latencia de intentar levantarse ($P=0.02$) y en la latencia de estar parado ($P=0.03$). Mientras que en la frecuencia cerca de la ubre y el tiempo cerca de la ubre se observaron algunas tendencia a diferir ($P=0.1$).

En la latencia de intentar levantarse, las crías del grupo desnutrido tardaron más tiempo en intentar incorporarse que las del grupo control (1380.2 ± 291.2 vs. 464 ± 75.9 seg., $P=0.009$), mientras que entre los grupos control y suplementado sólo se observó una tendencia a diferir ($P=0.09$) y entre el grupo desnutrido y suplementado no se observaron diferencias significativas. (Figura 7).

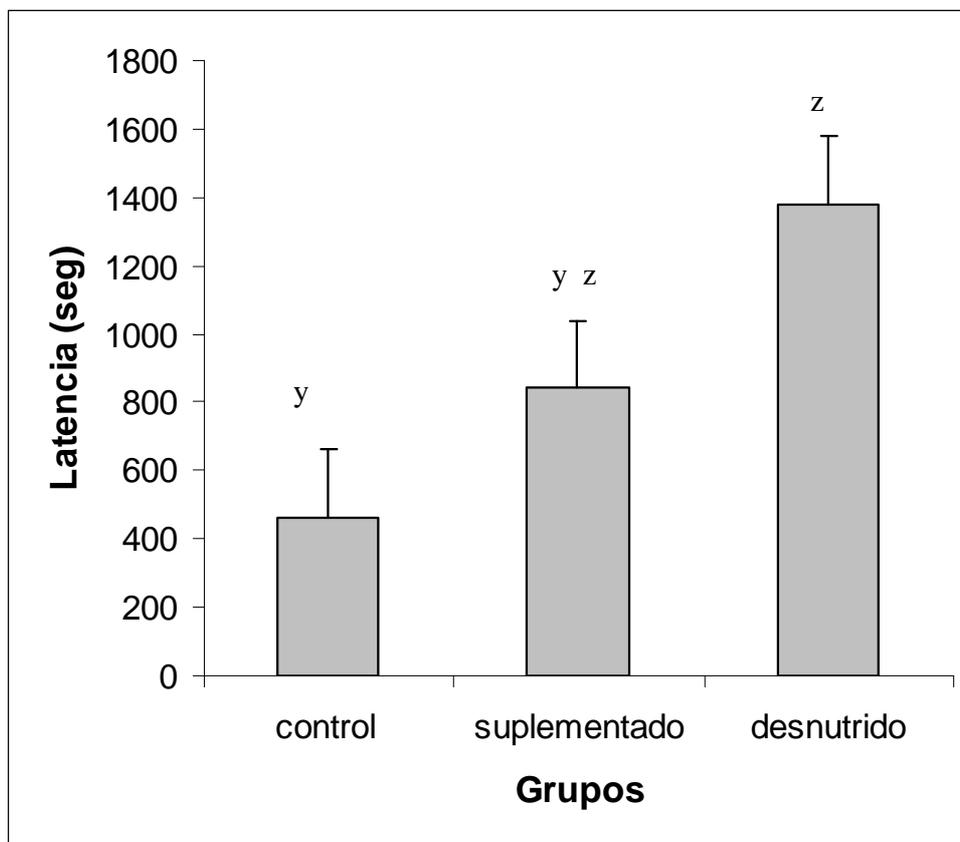


Figura 7.- Latencia intentar levantarse (media \pm error estándar) de las crías durante la primera hora posparto en los grupos control (n=14), suplementado (n=11) y desnutrido (n=15). Literales diferentes (y, z) indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

En la latencia de estar parado (figura 8), el grupo control tardó menos tiempo que el grupo desnutrido (1461.2 ± 199.4 vs. 2457.4 ± 243 seg, $P=0.01$), sin embargo, entre el control y suplementado se encontró que sólo hubo una tendencia a diferir ($P=0.1$), mientras que entre los grupos desnutrido y suplementado no hubo diferencias significativas. (Figura 8).

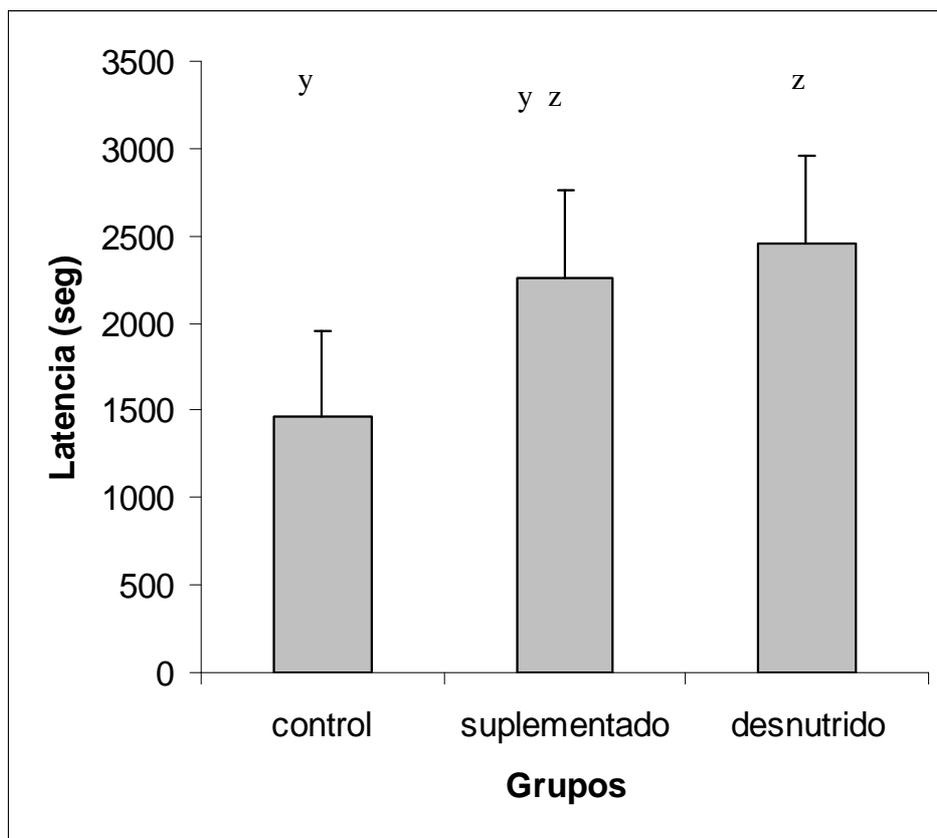


Figura 8.- Latencia de estar parado (media \pm error estándar) de las crías durante la primera hora posparto en los grupos control (n=14), suplementado n=11) y desnutrido (n=15). Literales diferentes (y, z) indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

En la frecuencia cerca de la ubre y tiempo cerca de la ubre, se observó una tendencia a diferir entre los grupos control y desnutrido ($P=0.08$), lo mismo ocurrió entre los grupos desnutrido y suplementado ($P=0.1$), en ambas conductas, finalmente, entre los grupos control y suplementado no se observaron diferencias significativas.

Cuadro 5.- Conductas registradas durante la primera hora posparto en las crías (media \pm error estándar).

Conducta *	Grupo control n=14	Grupo suplementado n=11	Grupo desnutrido n=15
Latencia de búsqueda de la ubre (seg)	2165 \pm 281.3	2265.2 \pm 291.3	2615.2 \pm 253.6
Frecuencia de amamantamiento	2.6 \pm 1.5	1.54 \pm 0.84	0.865 \pm 0.86
Latencia de amamantamiento (seg)	2988.8 \pm 200.1	3032.9 \pm 230.4	3220 \pm 111.8
Tiempo de amamantamiento (seg)	37.0 \pm 23.3	30.0 \pm 18.41	18.0 \pm 18.0
Frecuencia de balidos altos	99 \pm 18.7	133.6 \pm 396.5	115.1 \pm 43.2
Latencia de balidos altos (seg)	271 \pm 67.8	396.5 \pm 247.6	371.3 \pm 109.2
Frecuencia balidos bajos	38.5 \pm 14.4	38.6 \pm 15.5	23.8 \pm 7.6
Latencia balidos bajos (seg)	1965.7 \pm 451.8	1082 \pm 449	1013 \pm 331
Latencia cerca de la ubre (seg)	2533.4 \pm 276.8	2405 \pm 320	2686 \pm 244.5

*No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$).

b).- CAPACIDAD DE RECONOCIMIENTO A 12 HORAS DE NACIDOS

La proporción de cabritos que alcanzaron por primera vez a su madre o hicieron una elección correcta a 12 horas no difirió entre grupos: control, 10/21; suplementado, 5/21; y desnutrido, 8/19. ($P > 0.05$).

Cuando se comparó la proporción de cabritos que participaron activamente en la prueba o que llegaron a la zona de contacto, contra los cabritos que se mostraron

inactivos se encontró lo que la proporción de los cabritos del grupo control fue mayor comparada con la del grupo suplementado y la del desnutrido (control: 18/21, suplementado: 13/21 y desnutrido: 11/19, $P < 0.05$). No hubo diferencias en esta proporción entre los grupos suplementado y desnutrido (13/21 vs. 11/19, $P > 0.05$).

En la prueba realizada a los cabritos para medir su capacidad de discriminación entre su madre y una ajena a 12 horas de nacidos, se observó que no se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos en el tiempo con la madre extraña, en el tiempo de mirar a la madre extraña, en el número de visitas a la madre extraña y en la frecuencia de balidos ($P > 0.05$). Sin embargo, si se encontró una diferencia significativa en la latencia de alcance entre los tres grupos ($P = 0.01$), se observó que las crías control alcanzaron más rápido a las madres comparado con las crías suplementadas (144.6 ± 22.7 vs. 216.6 ± 21.0 , seg. respectivamente, $P = 0.03$), de la misma manera los cabritos control fueron más rápidos que los cabritos desnutridos (144.6 ± 22.7 vs. 236.1 ± 20.8 seg. respectivamente, $P = 0.006$), al comparar los grupos desnutrido y suplementado no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$).

En el tiempo de permanencia con la madre propia, también se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos ($P = 0.01$), de esta manera se observó que las crías del grupo control permanecieron más tiempo con su madre que las crías suplementadas (125.6 ± 21.7 vs. 58.23 ± 17.4 , seg respectivamente, $P = 0.03$); resultado similar se encontró en la comparación entre el grupo control y desnutrido (125.6 ± 21.7 vs. 38.5 ± 15.2 , seg, respectivamente, $P = 0.004$); sin

embargo, no se registraron diferencias significativas entre el grupo desnutrido y el suplementado ($P>0.05$).

En relación al tiempo de mirar a la madre propia, se encontró una tendencia a diferir entre los tres grupos ($P=0.1$), de esta manera se observó que las crías del grupo control miraron por más tiempo a la madre propia que las crías suplementadas y desnutridas y sólo se encontraron diferencias significativas entre los grupos control y desnutrido (65.3 ± 15.45 vs. 36.89 ± 12.0 , seg respectivamente, $P=0.03$).

Finalmente se encontraron diferencias entre los tres grupos en el número de visitas a la madre propia ($P=0.03$). Se observó que las crías del grupo control visitaron más veces a su madre que las crías suplementadas (1.6 ± 0.3 vs. 0.9 ± 0.2 , $P=0.08$) y a su vez las crías control realizaron más visitas a la madre propia que las crías desnutridas (1.6 ± 0.3 vs. 0.6 ± 0.2 , $P=0.009$). Entre el grupo desnutrido y suplementado no hubo diferencias significativas (0.9 ± 0.2 vs 0.6 ± 0.2 , $P= 0.4$)

Cuando se realizó el análisis dentro de grupos se observó que las crías del grupo control y el suplementado permanecieron más tiempo con la madre propia que con la extraña ($P<0.05$), mientras que en el grupo desnutrido no se encontró diferencia entre el tiempo de permanencia con la madre propia y la ajena ($P>0.05$), (Figura 9).

Por otro lado, en el tiempo de mirar, las crías del grupo control no mostraron diferencia en mirar a la madre propia o a la ajena, lo mismo ocurrió en el grupo

desnutrido ($P>0.05$), mientras que las crías del grupo suplementado miraron más a su madre que a la ajena ($P=0.02$). (Figura 10).

En cuanto al número de visitas a las madres se encontró que sólo los cabritos del grupo control visitaron más veces a su madre que a la extraña ($P=0.02$), comparativamente con los grupos suplementado y desnutrido ($P>0.05$). (Figura 11).

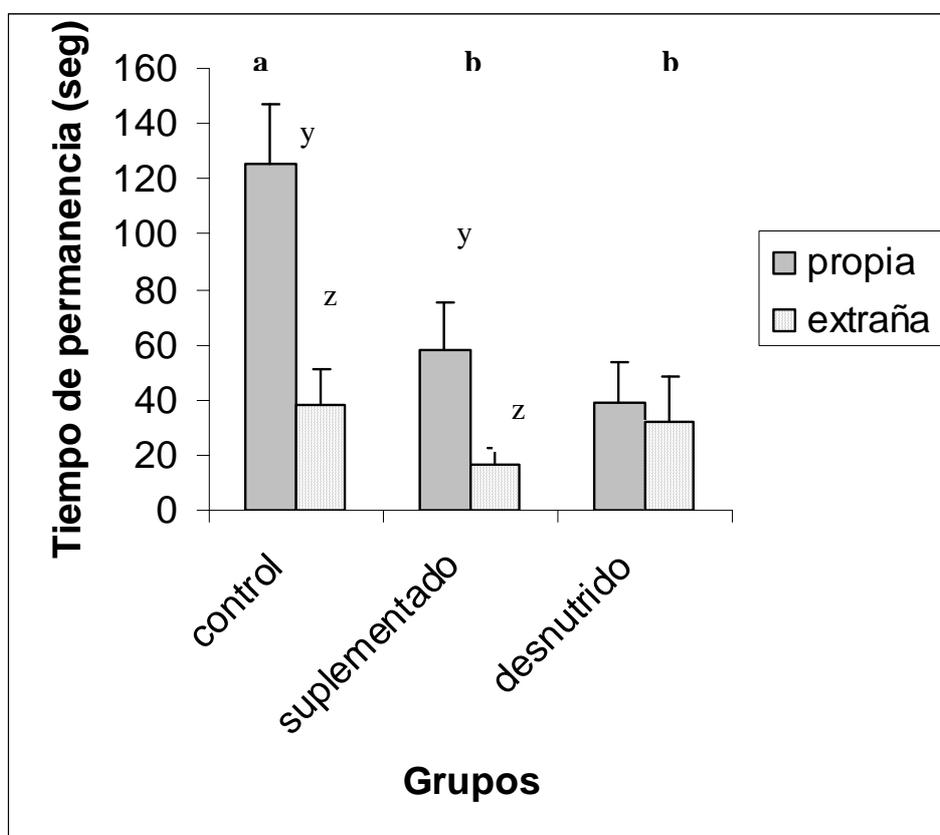


Figura 9.- Tiempo de permanencia de las crías (media \pm error estándar), en segundos, con madres propias o extrañas en los grupos control ($n=21$), suplementado ($n=21$) y desnutrido ($n=19$) probados a las 12 horas de nacidos, durante la prueba de reconocimiento en 5 min. Literales diferentes (a, b) indican diferencias significativas entre grupos ($P<0.05$); (y, z) indican diferencias significativas dentro de grupos ($P<0.05$).

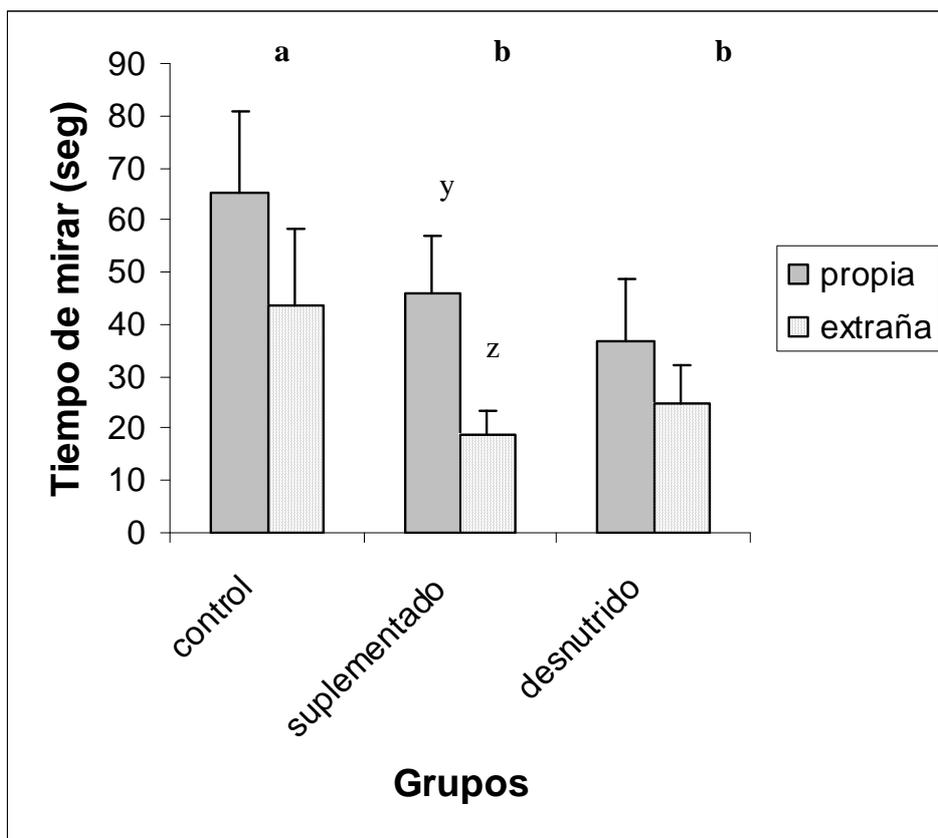


Figura 10.- Tiempo de mirar (media \pm error estándar), en segundos, a las madres propias o extrañas por cabritos control (n=21), suplementado (n=21) y desnutrido (n=19) probados a las 12 horas de edad, durante la prueba de reconocimiento en 5 min; Literales diferentes (a, b) indican diferencias significativas entre grupos ($P < 0.05$); (y, z) indican diferencias significativas dentro de grupo ($P < 0.05$).

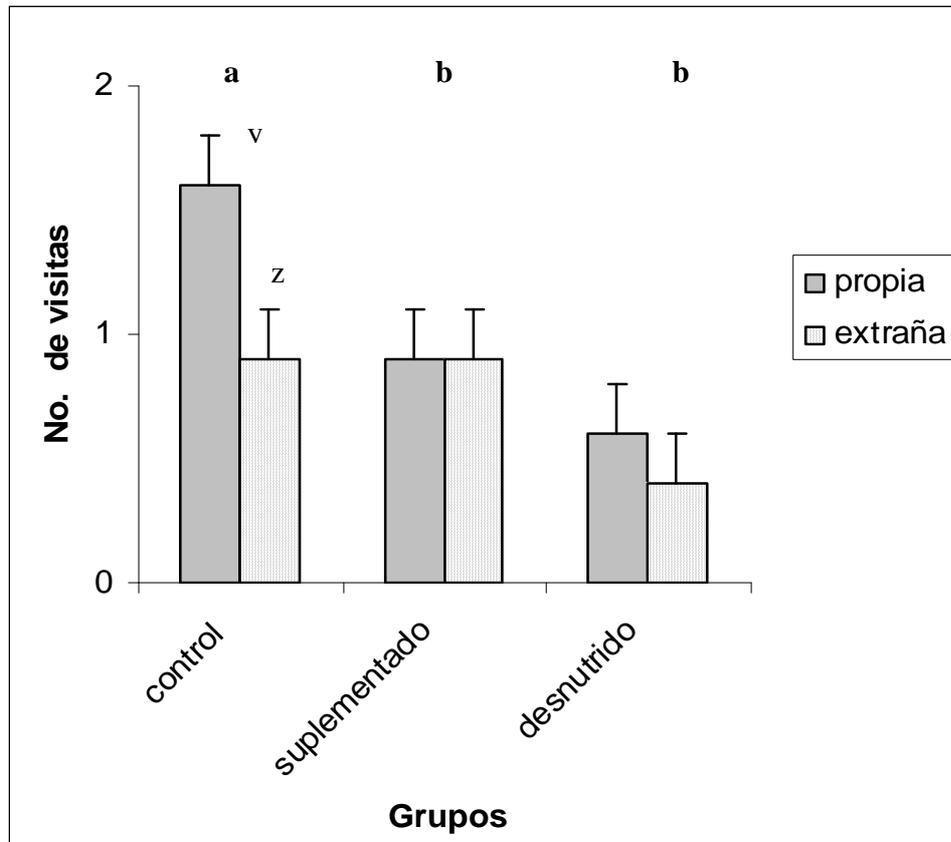


Figura 11.- Número de visitas (media \pm error estándar), a madres propias o extrañas por cabritos control (n=21), suplementado (n=21) y desnutrido (n=19) probados a las 12 horas de edad, durante la prueba de reconocimiento en 5 min. Literales diferentes (a, b) indican diferencias significativas entre grupos ($P < 0.05$); (y, z) indican diferencias significativas dentro de grupo ($P < 0.05$).

c).- CAPACIDAD DE RECONOCIMIENTO A 24 HORAS DE NACIDOS.

La proporción de cabritos que hicieron elección correcta de su madre a 24 horas de edad no difirió entre grupos control 5/10, suplementado 5/12 y desnutrido 6/8, ($P>0.05$).

La proporción de cabritos a 24 horas de nacidos que participaron activamente en la prueba de reconocimiento materno no difirió entre grupos control: 9/10, suplementado: 9/12 y desnutrido 8/8, ($P>0.05$).

Durante la prueba de reconocimiento se encontró que hubo una tendencia a diferir entre los tres grupos en el tiempo mirar a la madre propia, ($P=0.06$), de esta manera las crías desnutridas miraron significativamente más a la madre propia que las del grupo control (139.5 ± 21.6 vs. 83.6 ± 14.0 seg, $P=0.02$), lo mismo sucedió al comparar entre el grupo desnutrido y suplementado (139.5 ± 21.6 vs. 78.2 ± 16.9 , seg. $P=0.05$). También se encontraron tendencias a diferir entre los tres grupos en el tiempo de mirar a la madre extraña ($P=0.1$), las crías desnutridas tendieron a mirar más a la madre extraña que las suplementadas ($P=0.06$) y las controles ($P=0.1$).

Se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos en el número de visitas a la madre propia ($P=0.01$), las crías del grupo desnutrido visitaron más veces a la madre propia que las del grupo control (5.0 ± 0.3 vs. 2.1 ± 0.5 , seg, $P=0.003$); así mismo los cabritos del grupo desnutrido visitaron más veces a su madre que los del grupo suplementado (5.0 ± 0.3 vs. 2.9 ± 0.7 , $P=0.05$).

En el resto de las variables no se encontraron diferencias entre los tres grupos ($P>0.05$).

En la comparación dentro de grupos, se encontró que los cabritos de los tres grupos permanecieron significativamente más tiempo cerca de la madre propia que de la ajena ($P<0.05$), (Figura 12). Por otra parte, en el tiempo de mirar los cabritos del grupo control tendieron a mirar por más tiempo a su madre que a la extraña ($P=0.06$), mientras que los cabritos del grupo suplementado y desnutrido miraron significativamente más a su madre que a la ajena ($P=0.01$), (Figura 13).

Cuando se comparó el número de visitas a las madres, los grupos suplementado y desnutrido, visitaron significativamente más veces a la madre propia que a la ajena ($P<0.05$), así mismo los del grupo control tendieron a visitar más a su madre que a la ajena ($P=0.1$), (Figura 14).

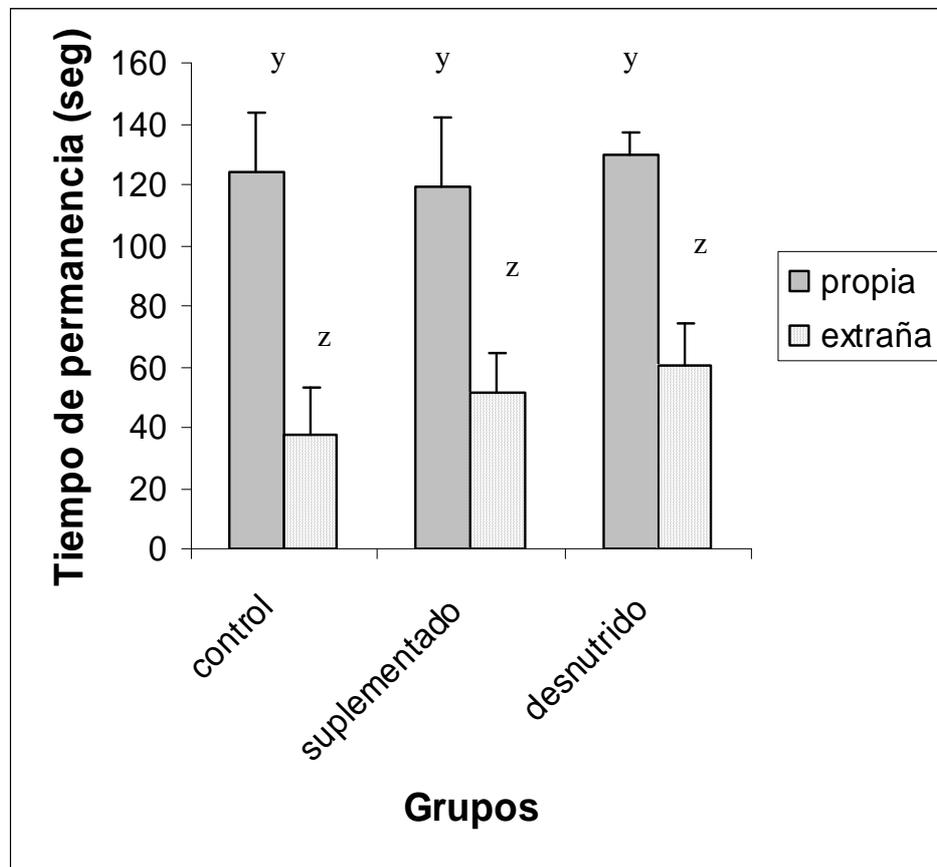


Figura 12.- Tiempo de permanencia (media \pm error estándar), en segundos, con madres propias o extrañas en los grupos control (n=10), suplementado (n=12) y desnutrido (n=8), probados a las 24 de edad, durante la prueba de reconocimiento en 5 min. Literales diferentes (y, z) indican diferencias significativas dentro de grupos (P<005).

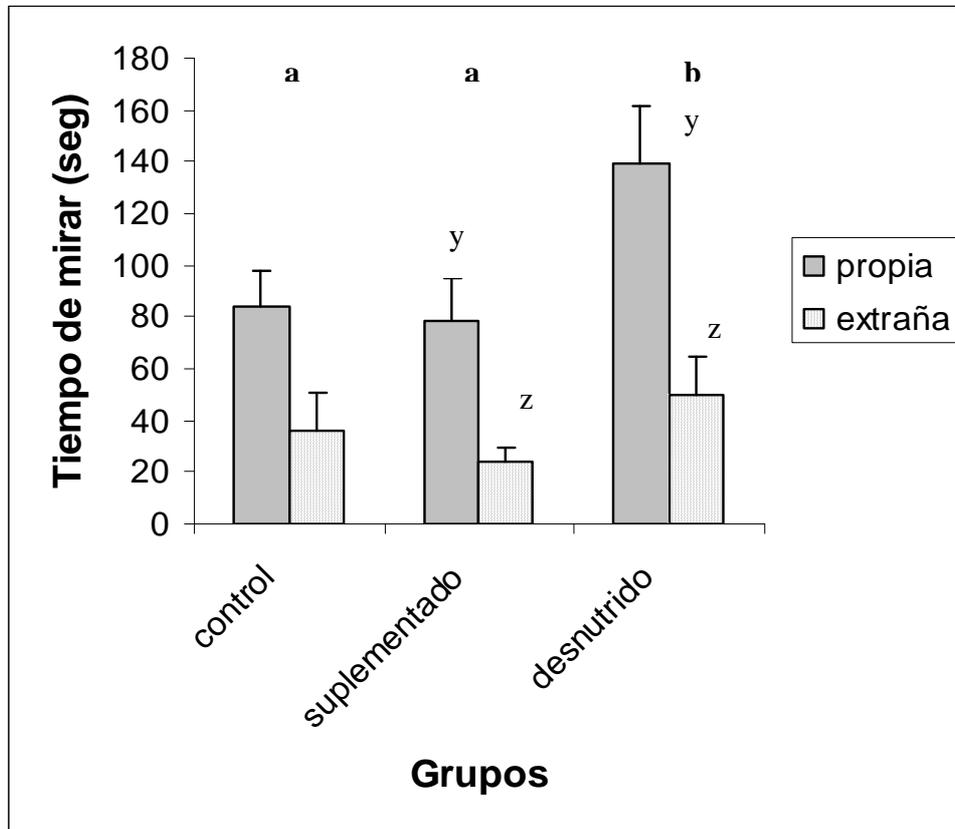


Figura 13.- Tiempo de mirar (media \pm error estándar), en segundos, a madres propias o extrañas por cabritos control (n=10), suplementados (n=12) y desnutridos (n=8) probados a las 24 de nacidos, durante la prueba de reconocimiento en 5 min; Literales diferentes (a, b) indican diferencias significativas entre grupos ($P < 0.05$); Literales diferentes (y, z) indican diferencias significativas dentro de grupos ($P < 0.05$);

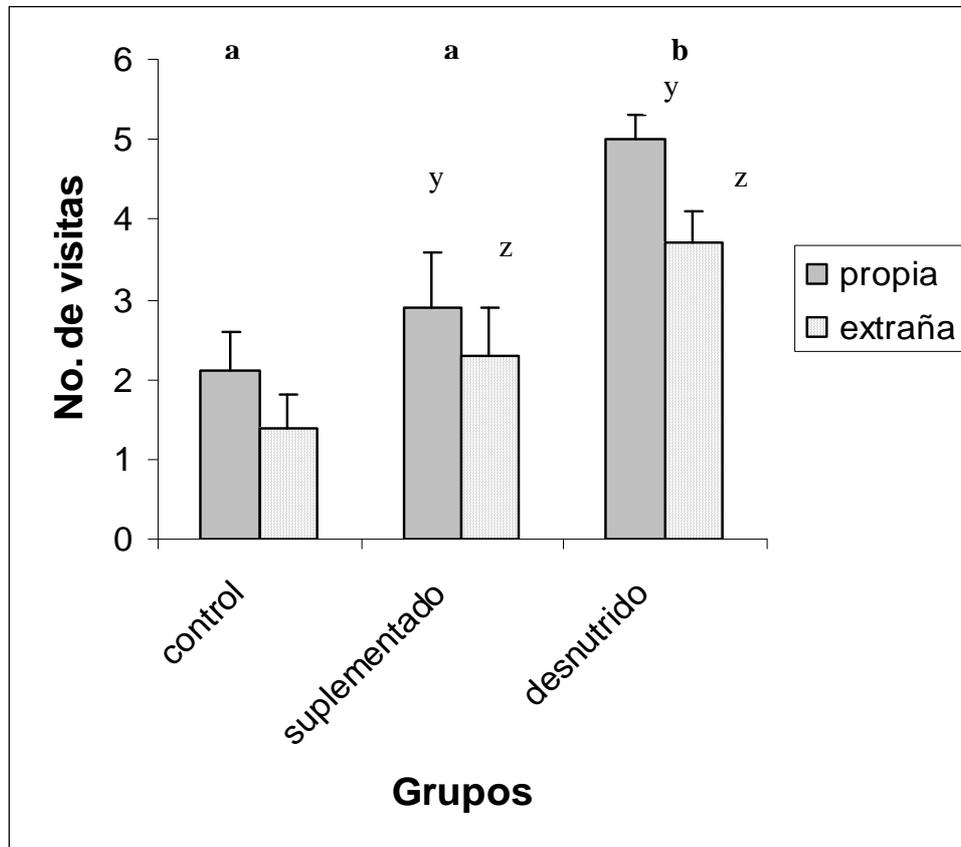


Figura 14.- Número de visitas (media \pm error estándar), a madres propias o extrañas por cabritos control (n=10), suplementados (n=12) y desnutridos (n=8) a las 24 horas de edad, durante la prueba de reconocimiento en 5 min. Literales diferentes (a, b) indican diferencias significativas entre grupos ($P < 0.05$); (y, z) indican diferencias significativas dentro de grupos ($P < 0.05$).

d).- EFECTO DE LA EDAD EN LA CAPACIDAD DE RECONOCIMIENTO DE LOS CABRITOS.

No se encontraron diferencias significativas en la proporción de cabritos que alcanzaron por primera vez a su madre en ninguno de los tres grupos estudiados a 12 y 24 horas de edad ($P>0.05$).

1).-GRUPO CONTROL

Al realizar el comparativo dentro de grupos en las conductas a 12 y 24 horas, se encontró que cuando las crías tenían 12 horas de nacidas tardaron más tiempo en alcanzar a su madre que cuando tenían 24 horas de nacidas (131.6 ± 38.8 vs. 54.3 ± 10.2 seg. $P=0.02$), (Figura 15). Por otra parte en el tiempo de mirar a la madre propia se observó que cuando las crías tenían 24 horas de nacidas invirtieron más tiempo en esta conducta que cuando tenían 12 horas (101.6 ± 22.1 vs. 65.3 ± 15.4 seg. $P>0.05$) (Figura 18).

Mientras que los cabritos de 12 horas tendieron a mirar más a la madre extraña durante la prueba, que cuando tenían 24 horas de edad (43.7 ± 14.8 vs. 24.7 ± 8.8 seg. $P=0.09$), (Figura 19). En el resto de las conductas registradas en el grupo control no se encontraron diferencias significativas cuando las crías se probaron a 12 y 24 horas ($P>0.05$).

2).- GRUPO SUPLEMENTADO

Las crías suplementadas probadas a 12 horas tardaron más en alcanzar a las madres que cuando se probaron a 24 horas (239.8 ± 27.1 vs. 104.6 ± 34.6 seg, Wilcoxon. $P=0.008$), (Figura 15). Por otro lado las crías a 24 horas de edad permanecieron más tiempo con la madre propia que cuando tenían 12 horas de nacidas (135.7 ± 24.9 vs. 40 ± 18.6 seg, $P=0.008$), (Figura 16). En comparación cuando las crías tenían 12 horas tendieron a permanecer más tiempo con la madre extraña que cuando tenían 24 horas (135.7 ± 24.9 vs. 41.8 ± 14.1 seg, $P=0.07$). Asimismo las crías de 24 horas miraron más a la madre propia que cuando tenían 12 horas (112.5 ± 21.8 vs. 41.3 ± 14.6 seg, $P=0.02$). En el tiempo de mirar a la madre extraña las crías probadas a 24 horas invirtieron más tiempo en esta conducta que cuando tenían 12 horas (33.6 ± 9.5 vs. 10.4 ± 4.0 seg $P=0.03$), (Figura 18).

Por su parte en el número de visitas a la madre propia, las crías probadas a 24 horas visitaron más a estas madres que cuando tenían 12 horas de nacidas (2.4 ± 0.6 vs. 0.7 ± 0.3 , $P=0.01$), (Figura19). Mientras que en el número de visitas a la madre extraña las de 24 horas visitaron más que las probadas a 12 horas (1.6 ± 0.4 vs. 0.6 ± 0.3 , $P=0.009$), (Figura 20).

3).- GRUPO DESNUTRIDO

En este grupo no se encontraron diferencias significativas en la mayoría de las conductas registradas cuando las crías tenían 12 y 24 horas, con excepción del número de visitas a la madre extraña, en donde las crías de 24 horas tendieron a hacer más visitas que cuando tenían 12 horas (0.8 ± 0.5 vs. 0.0 ± 0.0 , $P=0.1$), (Figura 20).

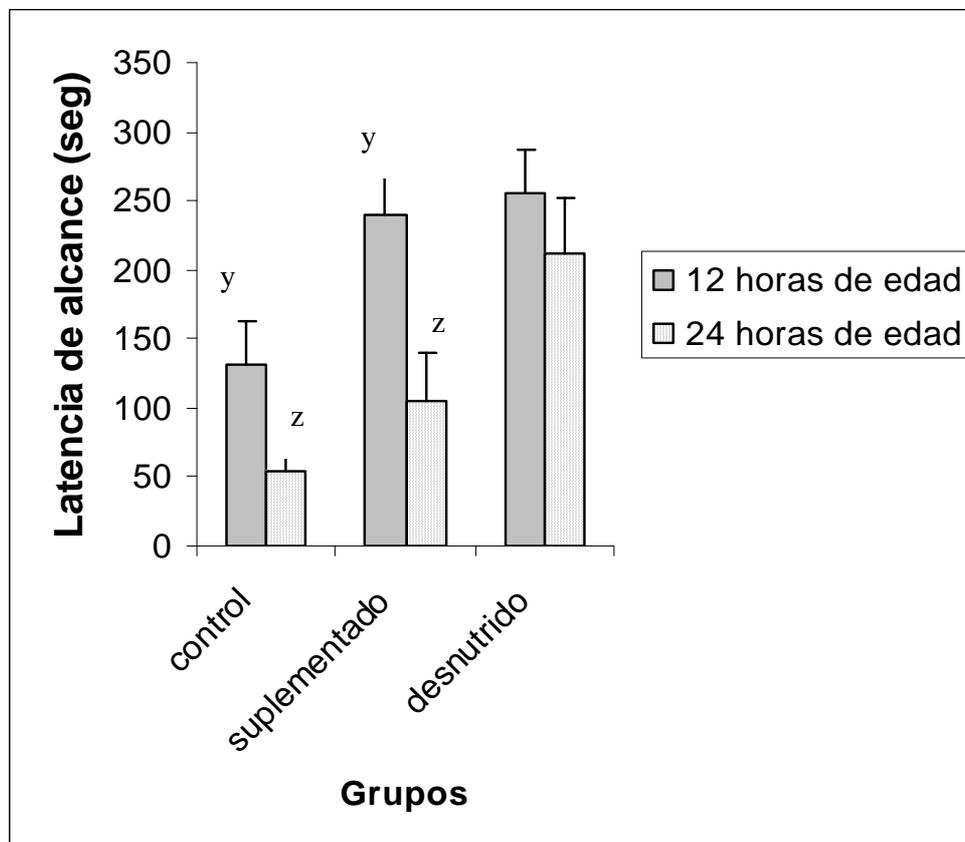


Figura 15.- Latencia de alcance (media error estándar) en segundos a 12 y 24 horas de edad de las crías del grupo control (n=13,10), suplementado (n=11) y desnutrido (n=8). Literales diferentes y, z; indican diferencias significativas dentro de grupos ($P<0.05$).

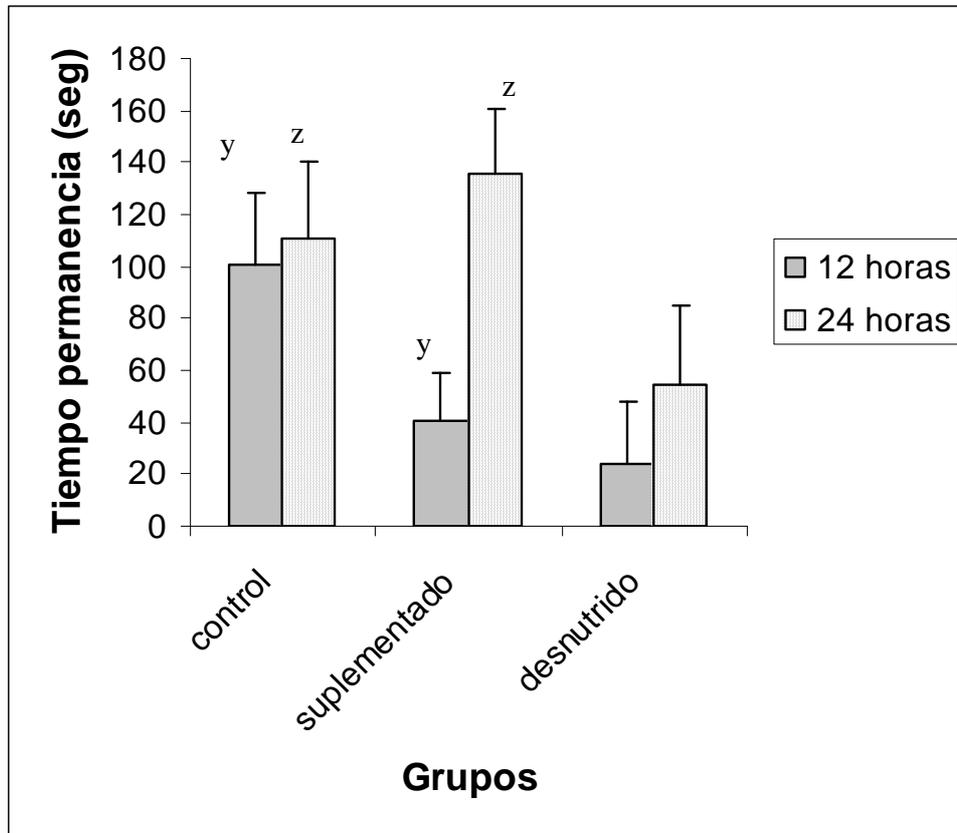


Figura 16.- Diferencia en tiempo de permanencia con la madre propia (media \pm error estándar) en segundos a 12 y 24 horas de edad para las crías del grupo control (n=13,) suplementado (n=11) y desnutrido (n=8). Literales diferentes (y, z) indican diferencias significativas dentro de grupos. (P<0.05).

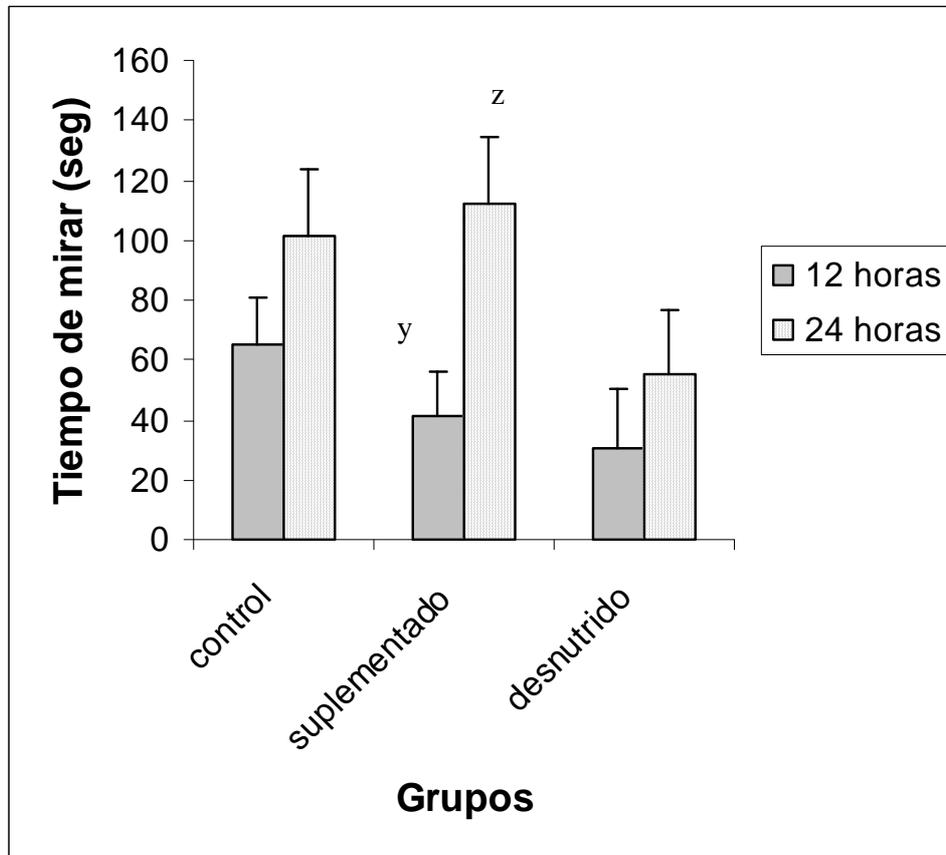


Figura 17.- Diferencia en el tiempo de mirar a la madre propia (media \pm error estándar) en segundos, para las crías a 12 y 24 horas de edad del grupo control (n=13), suplementado (n=11) y desnutrido (n=8). Literales diferentes (y, z) indican diferencias significativas dentro de grupos ($P < 0.05$).

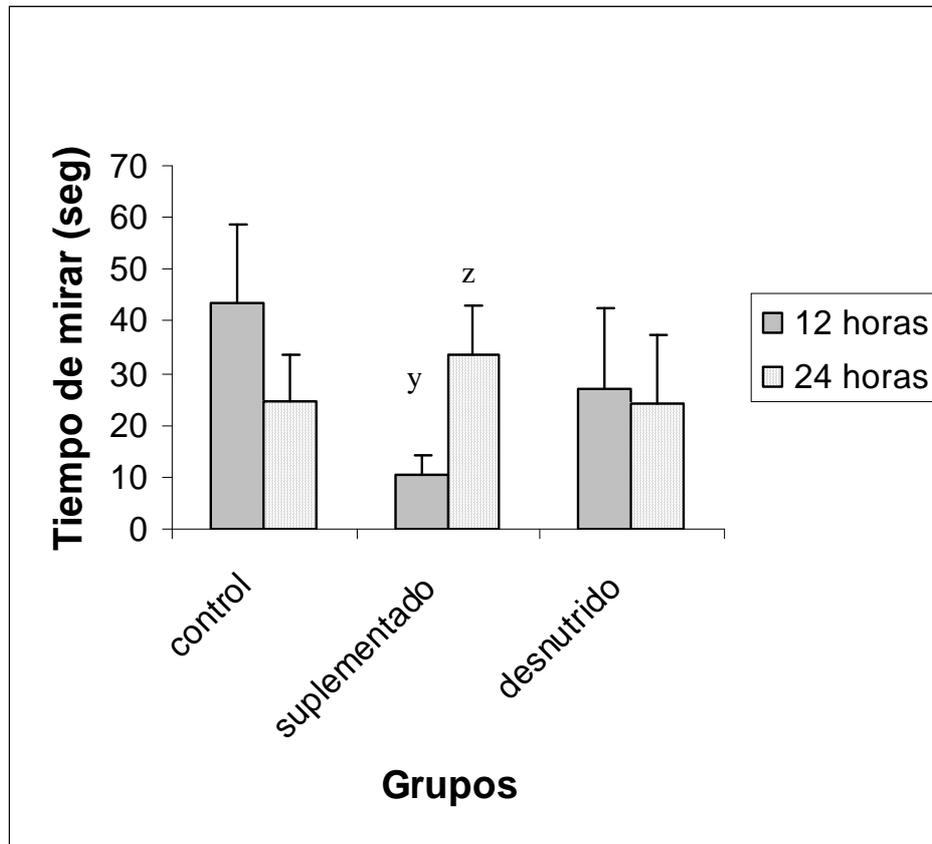


Figura 18.- Diferencia en tiempo de mirar a la madre extraña (media \pm error estándar) en segundos, para las crías a 12 y 24 horas de edad del grupo control (n=13,11), suplementado (n=11) y desnutrido (n=8). Literales diferente (y, z) indican diferencias significativas dentro de grupos (P<0.05).

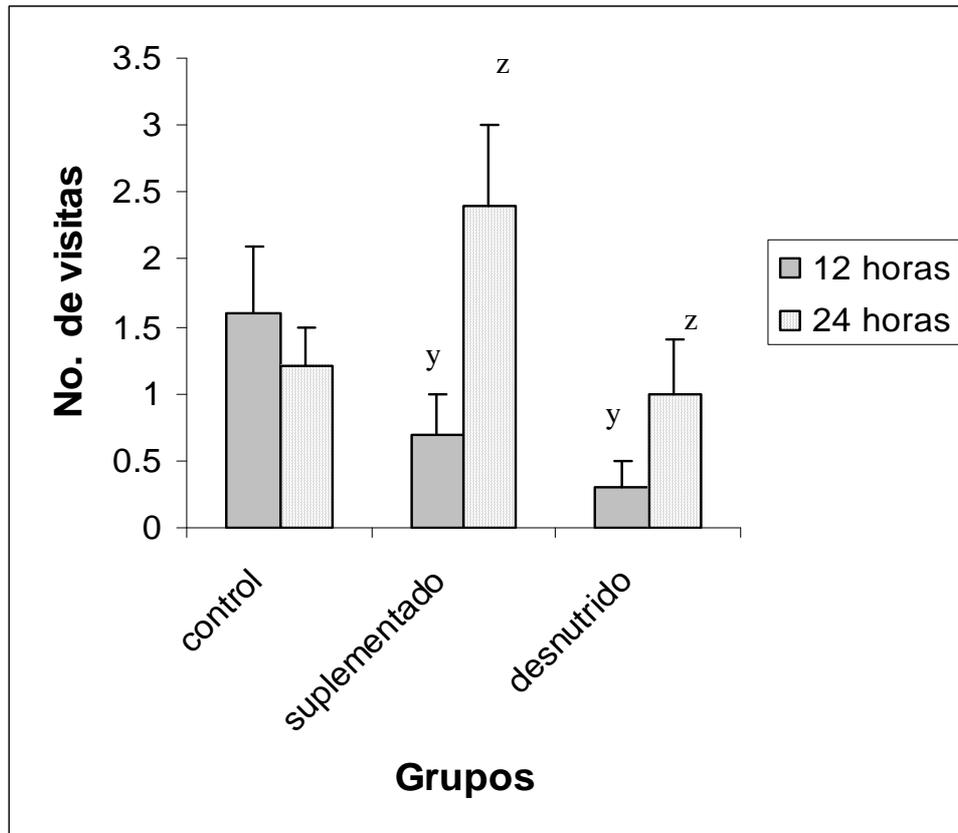


Figura19.- Diferencia en el número de visitas a madres propias por cabritos control (n=13), suplementados (n=11) y desnutridos (n=8) probados a las 12 y 24 horas de nacidos, durante la prueba de reconocimiento en 5 min. Literales diferentes (y, z) indican diferencias significativas dentro de grupos. (P<0.05).

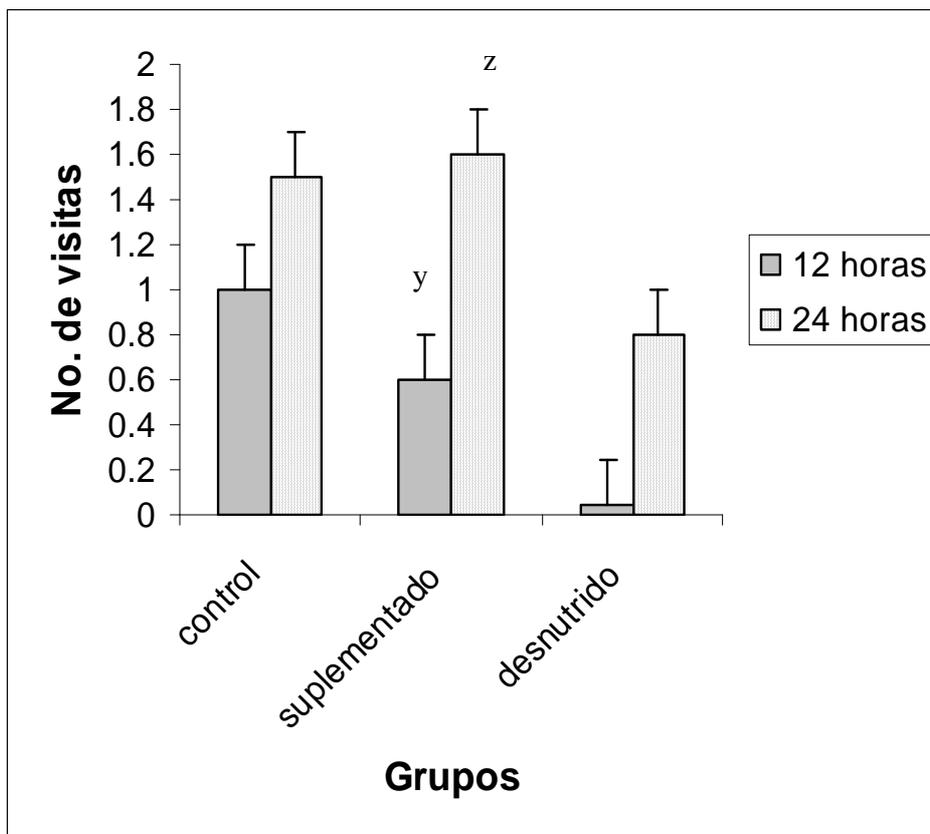


Figura 20.- Diferencia en el número de visitas a madre extrañas (media \pm error estándar), por cabritos control (n=13), suplementados (n=11) y desnutridos (n=8) probados a 12 y 24 horas de edad, durante la prueba de reconocimiento en 5 min. Literales (y, z) indican diferencias significativas dentro de grupos ($P < 0.05$).

III.- DATOS PRODUCTIVOS

a).- CABRITOS

1).- PESO CORPORAL

El peso de los cabritos fue afectado por la desnutrición prenatal, específicamente el peso al nacimiento, en donde se encontró que los cabritos control pesaron significativamente más que los desnutridos ($P=0.03$) y que los suplementados ($P=0.02$). Mientras que en el peso a los quince días de nacidos, sólo se encontró una tendencia a que los cabritos del grupo control fueron más pesados que los desnutridos y suplementados ($P=0.1$). No se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos a los 30 y 45 días de edad. (Figura 21).

Cuando se analizó el efecto de la edad de los cabritos y el grupo, se encontró que tiempo tuvo un efecto significativo en el peso de los cabritos en los tres grupos ($P<0.01$), mientras que no se encontró efecto del grupo de tratamiento ni de la interacción edad y grupo ($P>0.05$). De la misma manera ni el sexo de la cría, ni el tamaño de camada tuvieron un efecto significativo en el peso de los cabritos ($P>0.05$).

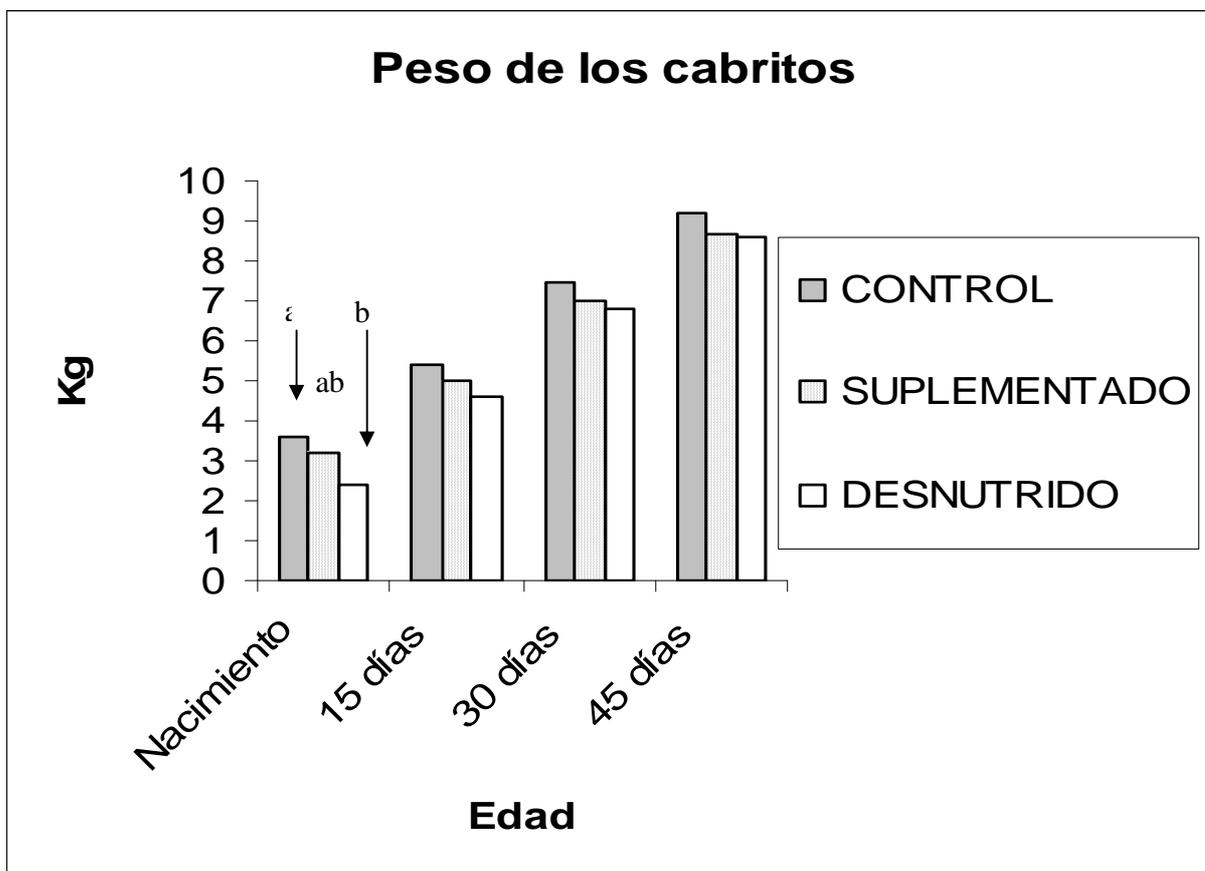


Figura 21.- Peso de los cabritos (media \pm error estándar); controles (n=21), suplementados (n=28) y desnutridos (n=16) durante los primeros 45 días de edad. Literales diferentes (a, b) indican diferencias significativas grupos ($P < 0.05$).

En lo que respecta a los cambios de peso a través de la lactancia, no se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos ya que en los mismos se observaron similares ganancias de peso durante este periodo. Sin embargo, que la edad afectó significativamente la ganancia de peso de los cabritos ($P < 0.01$).

2).- TEMPERATURA RECTAL.

La temperatura rectal de los cabrito a una hora de nacidos no difirió significativamente entre los tres grupos (control: 38.25 ± 0.31 , suplementado: 38.65 ± 0.21 y desnutrido: 37.15 ± 1.3 , grados centígrados, $P > 0.05$).

3).-MORTALIDAD

En lo que respecta a la mortalidad de los cabritos, desde el nacimiento hasta los 45 días de edad, se encontró que hubo mayor mortalidad en el grupo desnutrido comparado con el grupo control (40% vs 12%, $P = 0.02$), así mismo la mortalidad fue mayor en los cabritos desnutridos que en los suplementados (40% vs. 18%, $P = 0.05$). Mientras que no se encontraron diferencias en la mortalidad entre el grupo control y el suplementado ($P = 0.5$).

4).-REFLEJOS AL NACIMIENTO

A).- Reflejo de levantar la cabeza.

En esta variable se encontró que los cabritos controles y suplementados tuvieron mejor desempeño en mostrar este reflejo, mientras que los desnutridos no. Se encontró una tendencia a que la proporción de cabritos desnutridos que no mostraron este reflejo fuera mayor que en los controles (desnutridos: 7/16, controles 14/20, $P = 0.1$). También se encontró que la proporción de cabritos desnutridos que no mostraron este reflejo fuera significativamente mayor que los cabritos suplementados (7/16 vs. 20/27, $P = 0.04$).

B).- Reflejo de sacudir la cabeza.

En esta variable se encontró que la proporción de cabritos que no mostraron este reflejo fue similar entre el grupo control y el suplementado, así como entre el grupo suplementado y desnutrido ($P>0.05$). Mientras que hubo una tendencia en la proporción de cabritos desnutridos que no mostraron este reflejo a ser mayor que en los cabritos controles ($P=0.1$).

b).- CABRAS**1).- PESO CORPORAL**

Es importante mencionar que la suplementación inició quince días antes del parto, por lo que hasta entonces los datos fueron comparados entre dos grupos (control versus desnutrido).

No se encontraron diferencias significativas en los pesos de las madres entre los grupos control ($n=16$) y desnutrido ($n=30$) en la semana 9, 12 y 15 de gestación ($P>0.05$). Quince días antes del parto se inició la suplementación, de tal manera que en el peso al parto se observó que las madres desnutridas pesaron significativamente menos que las del grupo control ($P=0.04$). También el grupo suplementado peso menos que el grupo control ($P=0.01$). En la 2ª semana postparto, sólo el grupo desnutrido peso menos que el grupo control ($P=0.04$), no así entre los grupos suplementado y control ($P>0.05$), (Figura 22).

Así mismo, en la cuarta semana postparto el grupo desnutrido pesó menos que el grupo control ($P=0.01$), lo mismo ocurrió para la semana sexta ($P=0.02$) y

octava ($P=0.03$). No se encontraron diferencias entre el grupo suplementado y el control, ni entre el grupo suplementado y desnutrido ($P>0.05$). Se encontraron diferencias kg significativas debidas al efecto de tiempo ($P<0.05$), no así del efecto de grupo ni de la interacción tiempo y grupo ($P>0.05$) (Figura 22).

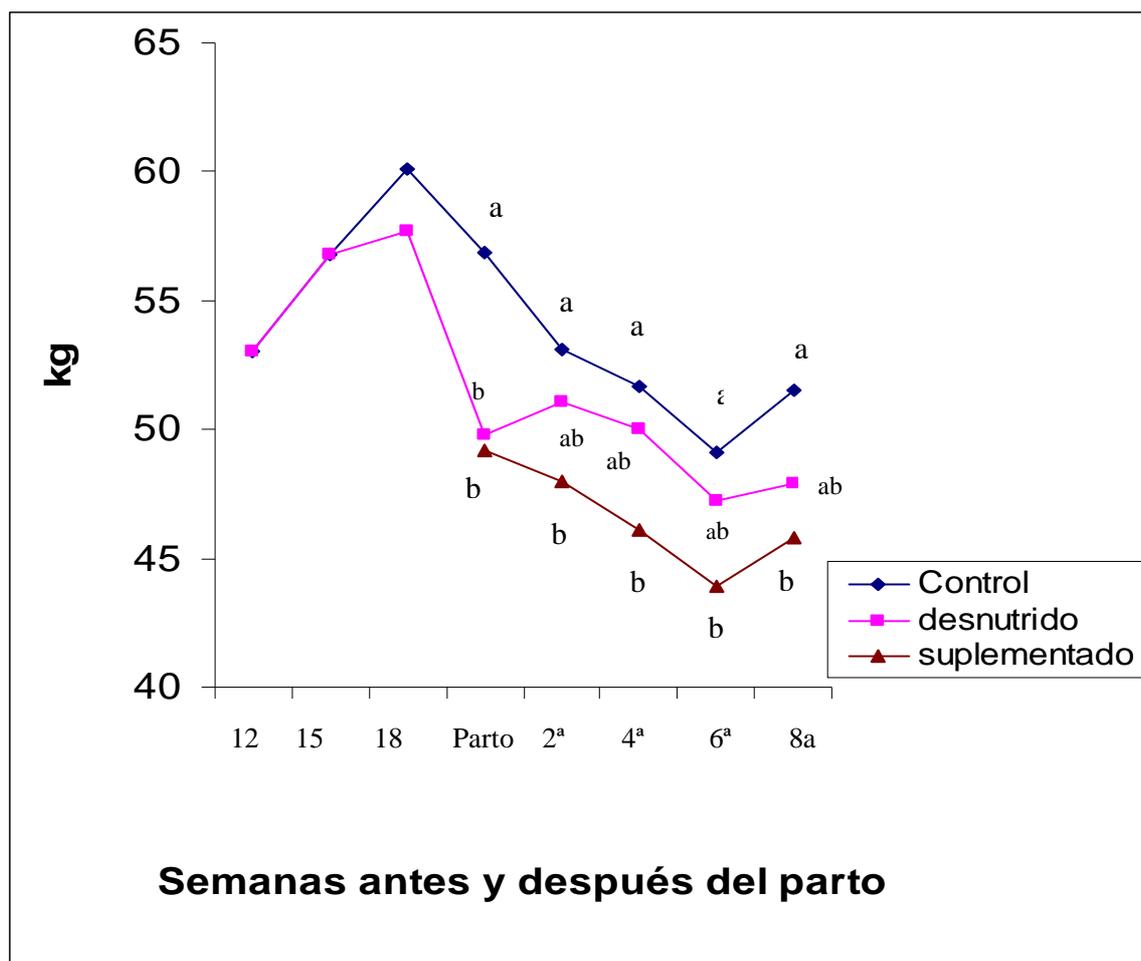


Figura 22.- Peso de las cabras (media \pm error estándar) desde la 9ª semana de gestación hasta la 8ª semana post parto en los grupos control (n=16), desnutrido (n=30) y suplementado (n=15). Literales diferentes (a, b) indican diferencias significativas entre los tres grupos ($P<0.05$).

2).- DIFERENCIAS DE PESO EN LAS MADRES

Respecto a la diferencia de peso de las cabras en los grupos control y desnutrido, se observó que entre las semanas 12 y 15 el grupo control ganó más peso que el desnutrido ($P=0.01$), (Figura 23). La diferencia de peso entre las semanas 15 y 18 de gestación fue mayor en el grupo control que el desnutrido ($P=0.03$). En la diferencia de peso entre la semana 18 y el parto no difirió entre los tres grupos (control, desnutrido y suplementado) ($P>0.05$). Mientras que la diferencia de peso entre el parto y la segunda semana de lactancia fue significativamente distinta entre los tres grupos ($P=0.04$), donde el grupo desnutrido ganó peso mientras que el control perdió peso ($P=0.04$). En la diferencia de peso entre la semana 2 y 4 de lactancia no se encontraron diferencias entre los tres grupos, lo mismo ocurrió entre las semanas 4 y 6; 6 y 8 ($P>0.05$). En el análisis de esta variable se observó efecto de tiempo ($P=0.001$) pero no de la interacción tiempo y grupo ($P>0.05$) (Figura 23).

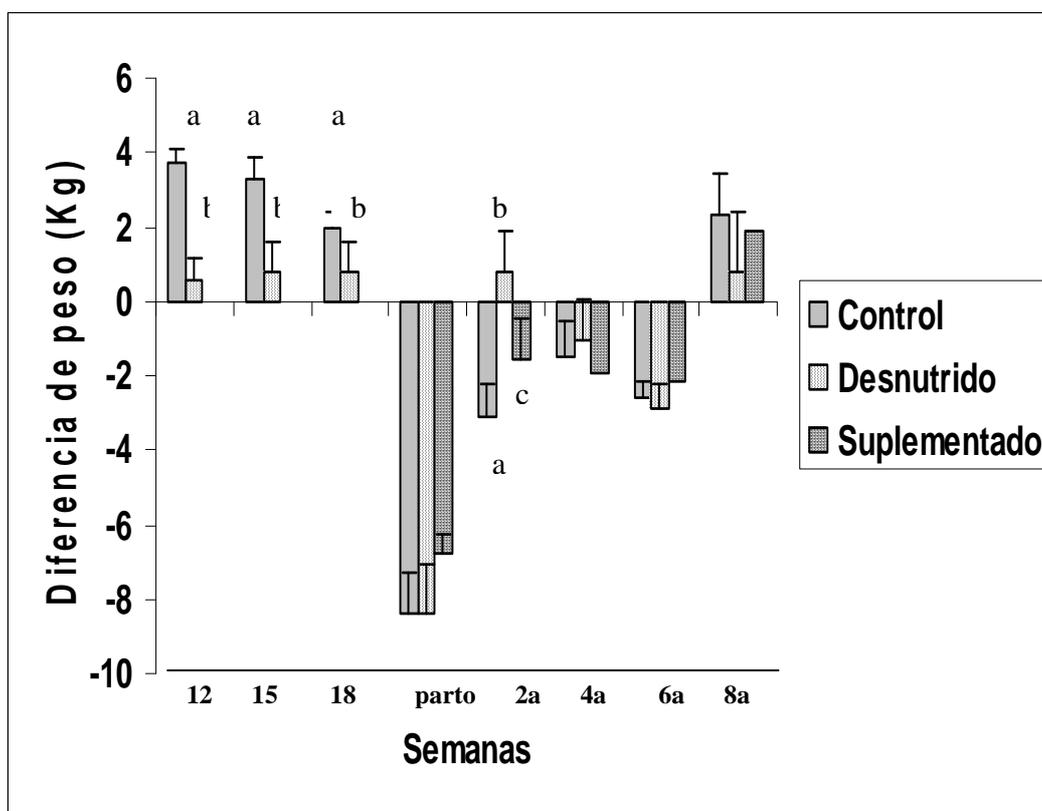


Figura 23.- Cambios de peso de las cabras (media \pm error estándar) desde la 12^a semana de gestación hasta la 8^a semana posparto, para los grupos control (n=16), desnutrido (n=30) y suplementado (n=15). Literales diferentes (a,b,c) indican diferencias significativas (P<0.05).

3).-CONDICION CORPORAL

La condición corporal (cc) no mostró cambios entre los grupos control y desnutrido, en la 9^a semana de gestación sin embargo, en la 12^a semana en el grupo desnutrido se observó una disminución de la cc con respecto al grupo control (P=0.001). En la 15^a semana la diferencia entre grupos persistió, el grupo control tuvo mayor cc que el desnutrido (P=0.01). Para la 18^a semana de gestación se encontró también una disminución de la cc en el grupo desnutrido con respecto al control (P=0.00). Figura 24. La condición corporal fue evaluada

hasta la semana 18 de gestación y se encontró efecto de la interacción tiempo y grupo ($P=0.002$)

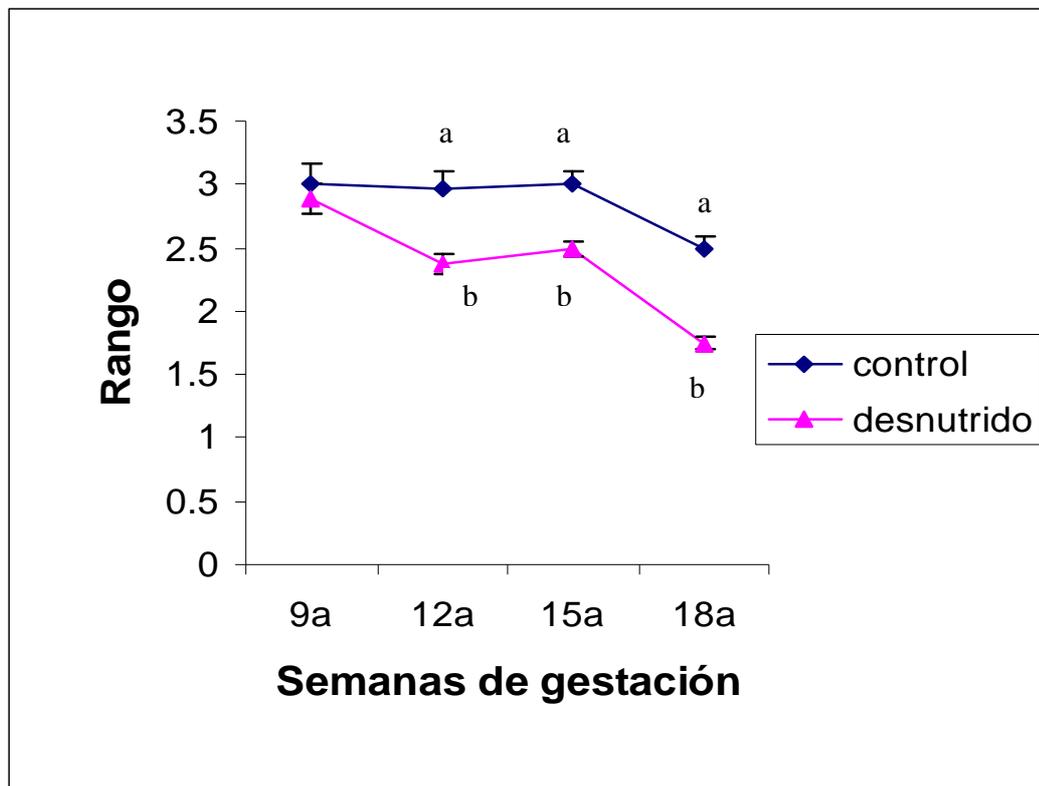


Figura 24.- Condición corporal de las cabras (media \pm error estándar), desde la semana 9^a a la 18^a de gestación en el grupo control ($n=16$) y el desnutrido ($n=30$). Literales diferentes (a, b) indican diferencias significativas entre grupos ($P < 0.05$).

4).- INDICE DE MASA CORPORAL

En referencia al índice de masa corporal no se observaron diferencias significativas, sino hasta la semana 18 de gestación, donde el grupo control mostró mayor índice de masa corporal que el grupo desnutrido, hasta éste momento éste grupo incluía a los animales que posteriormente se suplementaron. ($P=0.01$).

5).- PARTOS DISTÓCICOS

La proporción de distocias fue mayor en las hembras del grupo desnutrido (16/29), seguido del grupo suplementado (7/32), encontrándose la menor proporción en el grupo control (3/23). Al realizar una comparación entre grupos, se observó que entre el control y desnutrido hubo una diferencia significativa en la proporción de distocias ($P=0.002$). Algo similar ocurrió entre los grupos desnutrido y suplementado ($P=0.007$). Finalmente, entre los grupos control y suplementado no se observaron diferencias significativas ($P>0.05$).

6).- GLUCOSA

Las determinaciones de glucosa se realizaron antes y durante la suplementación alimenticia. En la 12^a semana de gestación no se encontraron diferencias significativas en los niveles de glucosa entre los grupos control y desnutrido. Para la semana 18 de gestación se observó que los niveles de glucosa fueron menores en el desnutrido que en el control ($P=0.000$). A partir de la semana 21 en donde ya se realizó la suplementación, también se observaron diferencias significativas entre los grupos control y desnutrido ($P=0.000$). Finalmente, alrededor del día 147 de gestación en donde se realizó la última determinación no se observaron diferencias entre los tres grupos ($P>0.05$). El análisis estadístico mostró un efecto significativo del tiempo de estudio ($P=0.01$) y del grupo ($P=0.02$) Por último, se observó que al momento del parto las concentraciones de glucosa se elevan en los 3 grupos. (Figura 25).

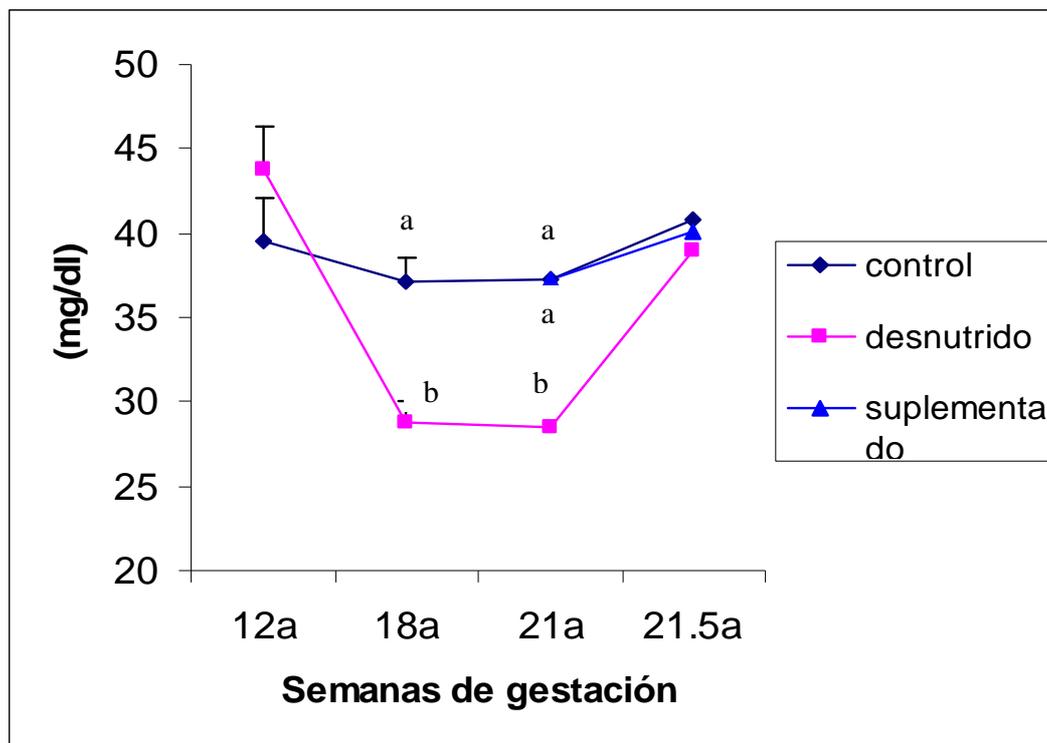


Figura 25. Niveles de glucosa en sangre de las cabras (media \pm error estándar) en los grupos control (n=16), desnutrido (n=30 y 15) y suplementado (n=15). Literales diferentes (a, b) Indican diferencias significativas entre grupos (P<0.05).

7).- CALIDAD DEL CALOSTRO

En relación al análisis de calostro, no se encontraron diferencias significativas ni9 tendencias a diferir entre los tres grupos en las distintas variables medidas, (ANOVA, P>0.05).

8).- NIVELES DE PROGESTERONA

Las concentraciones de progesterona no mostraron diferencias significativas entre los grupos; sin embargo, se observaron tendencias a diferir en los últimos 7, 6 y 4 días de gestación ($P=0.07$).

A partir de la semana 18 de gestación los niveles de progesterona se incrementaron en los 3 grupos siendo notablemente más altos en el grupo desnutrido, mientras que en los grupos control y suplementado los niveles fueron más bajos, esta situación se mantuvo hasta 2 días antes del parto, de tal forma que en la semana 20 de gestación, específicamente en los días 7 y 6 se observaron tendencias a diferir entre los grupos desnutrido y suplementado ($P=0.07$).

A 4 días antes del parto, las concentraciones de la hormona en los grupos desnutrido y suplementado tendieron a diferir al igual que en los grupos control y desnutrido ($P=0.01$). Finalmente un día antes del parto, los niveles de la hormona disminuyeron de manera similar en los 3 grupos.

X DISCUSIÓN

Conductas registradas en las madres en la primera hora postparto.

La importancia de la primer hora después del parto radica en gran parte en el desarrollo de la conducta de discriminación maternal, donde el olfato y el fluido amniótico juegan un papel básico en estos procesos y en el mantenimiento de la conducta maternal (Alexander et al., 1986). Es importante considerar que el apego o improta que se establecen en forma temprana influyen en el comportamiento posterior del individuo (Jensen, 2004).

De acuerdo con los resultados obtenidos, la desnutrición no tuvo efecto significativo en la mayoría de las conductas estudiadas durante la primer hora después del parto. Únicamente en la latencia para lamer a las crías el grupo desnutrido tardó significativamente más tiempo en iniciar la limpieza de las crías comparadas con el grupo control. Sin embargo el comportamiento del grupo desnutrido mostró disminución en la frecuencia de lamer a las crías, observamos además que el grupo suplementado tuvo mejores respuestas que el grupo desnutrido, y que el grupo suplementado se comportó de manera parecida a los animales control. Probablemente la ausencia de significancia pueda ser debida al diferente número de animales estudiados en cada grupo para estas pruebas, lo cual fue debido a la mortalidad. Estos resultados coinciden con lo reportado por Robledo en el 2005, quien trabajó con cabras desnutridas, sin suplementación.

Otros estudios, realizados en ratas, han reportado que la subnutrición durante la gestación produce alteraciones conductuales en la madre, tales como deficiente construcción de nidos, disminución del tiempo de permanencia de la madre

dentro del nido, decremento en el tiempo de lamido a las crías (Regalado et al., 1999).

Existen pocos estudios sobre desnutrición y suplementación sobre el comportamiento materno en caprinos; Thomson (1949) reportó en ovinos y caprinos alteraciones en la conducta materna de hembras desnutridas; él observó que las ovejas desnutridas tardan más tiempo en atender a sus crías, permiten menos accesos a la ubre y disminuyen el tiempo de limpieza de la cría.

Vínculo selectivo

Los resultados encontrados en la prueba de selectividad realizada a las 4 horas posparto muestran, que la restricción nutricional y la suplementación energética a la que estuvieron sujetas las cabras estudiadas, no afectó el establecimiento del vínculo selectivo, ya que no se encontraron diferencias significativas en las conductas estudiadas, en los dos grupos experimentales con respecto al grupo control, lo anterior coincide con los datos reportados por Robledo (2005), excepto en las agresiones a la cría extraña, donde las madres de los grupos desnutrido y suplementado fueron significativamente más agresivas que las madres control, lo que probablemente sea debido a la necesidad de satisfacer y equilibrar las necesidades fisiológicas de nutrientes después de un periodo de subnutrición., ya que la deficiencia de nutrientes puede manifestarse en estrés e incluso agresividad. Esto coincide con lo observado en ratas desnutridas, ya que se comportan de manera ansiosa e impulsiva (Almeida et al., 1996c). En ovinos se ha observado que el nivel de nutrición durante la gestación y el parto puede

afectar la conducta materna, lo que se asocia con elevados niveles de progesterona en hembras desnutridas, lo que en conjunto contribuye a una pobre conducta materna, a un mayor despliegue de agresión y utilización de más tiempo en comer después del parto. (Dwyer et al., 2003).

Al parecer la restricción alimenticia no afectó la presentación de la conducta maternal selectiva, donde el olfato y la maduración neuronal de las vías olfatorias junto con la estimulación cervico vaginal son determinantes en el aprendizaje del olor del recién nacido por parte de la madre para la formación del vínculo selectivo, como se ha demostrado ampliamente en ovejas (Kendrick y Keverne, 1991; Keverne et al., 1983; Poindron et al., 1988) y que también ha sido estudiado en parte en cabras (Poindron et al., 2007).

Se ha propuesto que los procesos de gestación y parto inducen un alto estado de plasticidad en el sistema olfatorio y que esta neurogénesis facilita la formación de memoria olfatoria (Shing, 2003), en este sentido, probablemente sea importante el hecho de que las hembras utilizadas ya tenían experiencias previas de parto, por lo que su memoria olfatoria habría sido previamente activada.

Reconocimiento no olfatorio a 8 horas en las madres

Se observó que la restricción nutricional afectó la capacidad de las madres desnutridas para reconocer a sus crías a distancia (es decir sin ayuda del olfato, solo por medio de los sentidos acústico y visual) ya que estas hembras no mostraron una clara preferencia por su cría durante la prueba, de hecho, las

hembras desnutridas no mostraron preferencias en tiempo de permanencia entre su cría y la cría ajena, mientras que en el grupo control y el suplementado, en las tres conductas registradas, las madres de dichos grupos si tuvieron una clara preferencia por su cría. De esta manera se cumple una parte de nuestra hipótesis, pues observamos que la suplementación energética al final de la gestación ayuda a mejorar el deterioro en la capacidad de reconocimiento no olfatorio de cabras desnutridas previamente.

Es sabido que la desnutrición afecta la conducta materna en ovejas primíparas (Dwyer, 2003a) y la capacidad de reconocimiento mutuo tanto en ovejas como en cabras (Robledo, 2005; Olazabal, 2007). Así mismo tanto en ovejas como en cabras se ha demostrado que el reconocimiento no olfatorio o a distancia de la cría, se establece desde las primeras 6 horas posparto (Terrazas et al., 1999; Keller et al., 2003; Poindron et al., 2003a), incluso las cabras pueden reconocer las vocalizaciones de sus crías desde el segundo día de nacidos (Terrazas et al., 2003); por lo que los mecanismos visual y/o auditivo, relacionados con el reconocimiento a distancia pudieron verse afectados por la desnutrición y tal parece que la suplementación puede ayudar a contrarrestar este efecto negativo. Las posibles causas por las cuales la desnutrición deteriorara la capacidad de reconocimiento a distancia puedan explicarse con el comportamiento de la cría, ya que como se discutirá más adelante la capacidad para las conductas tiempo de mirar, número de visitas y tiempo de permanencia de las crías desnutridas prenatalmente fue también afectada. La fuente del estímulo durante la prueba de reconocimiento es la cría, si su capacidad conductual estuvo disminuida o

alterada debido a su malnutrición, podría ocasionar por lo tanto, que el nivel de respuesta en la madre no fuera el adecuado, este resultado ya fue reportado en cabras criollas por Robledo (2005). El hecho de que la suplementación haya ayudado a contrarrestar ligeramente este deterioro indica que ésta actuó sobre los mecanismos fisiológicos que permiten el establecimiento de la capacidad de reconocimiento mutuo en la madre, los cuales no han sido completamente dilucidados en ovejas y mucho menos en cabras.

Por otro lado, es posible que la suplementación también haya afectado la capacidad de la cría para proveer más y mejores señales que le permitieran a la madre reconocerla, ya que como se verá más adelante las crías suplementadas de 12 y 24 horas se comportaron mejor durante la prueba de reconocimiento comparada con las desnutridas. Trabajos realizados por Banchemo y colaboradores en ovejas han demostrado que la suplementación energética al final de la gestación ayudó a incrementar la producción de calostro, ya que dicha suplementación provee sustratos para la producción de lactosa (Banchemo et al., 2004a; Banchemo et al., 2006). En el presente trabajo no se midió la cantidad de calostro producido, sin embargo, la mejora en el comportamiento de las crías suplementadas se podría atribuir a que contaron con cantidad suficiente de calostro de sus madres, lo que no sólo mejoró su vitalidad sino también pudo haber contribuido a su capacidad de reconocimiento, como se ha demostrado en corderos (Nowak et al., 1997a).

Conductas registradas en las crías en la primera hora postparto

En las conductas analizadas durante esta observación se encontró que la desnutrición afectó significativamente la latencia de intentar levantarse y la latencia de estar parado, y que la suplementación ayudo a mejorar la respuesta en estas conductas, lo cual coincide con los estudios de Dwyer (2003), realizados en ovinos y con los de Robledo (2005), en lo que respecta a cabras desnutridas. En el resto de las variables, a pesar de no observar diferencias significativas, encontramos que las crías del grupo desnutrido mostraron afectación en la mayoría de las conductas y que la suplementación permitió un mejor desempeño de las crías en esta parte del estudio. En crías de ratas y ratonas desnutridas prenatalmente, también se han observado deficiencias en la locomoción (Massaro et al., 1977).

Los corderos con bajo peso al nacimiento son más lentos en incorporarse y en amamantarse (Dwyer, 2003a); lo cual se ha relacionado con la tasa de sobrevivencia (Nowak et al., 1997a) y además los corderos desnutridos presentan mala coordinación y escasa habilidad para establecer un amamantamiento exitoso; por lo que se sugiere afectación del sistema neuromotor (Gramsbergen, 1992) por disminución en el número de neuronas y en la mielinización de los axones (Morgan et al., 1992). En estudios realizados para evaluar el efecto del tamaño de camada sobre el peso y desarrollo de la placenta, se compararon las razas Black-face y Suffolk, se observó que los corderos Suffolk estuvieron conductualmente más lentos y tuvieron temperaturas rectales mas bajas, esto se asoció a que las borregas Suffolk fueron más prolíficas y tuvieron placentas

grandes pero deficientes y con menos cotiledones que las placentas de las borregas Black face; definiéndose como “eficiencia placentaria” el peso fetal soportado por la placenta. Por otra parte, se reportó que las camadas de trillizos fueron significativamente más lentas y tuvieron temperaturas rectales menores que las de gemelos ó únicos, sugiriendo que la conducta del cordero inmediatamente al parto está correlacionada con el desarrollo y función de la placenta (Dwyer, 2005). Se ha demostrado que los corderos cuyas conductas al nacimiento son lentas tienen dificultad para regular su temperatura corporal y que el desarrollo fisiológico está relacionado con la conducta al nacimiento y éste a su vez con diferentes grados de maduración al parto, por lo que se ha sugerido que la actividad de la enzima 5´deiodinasa podría ayudar a determinar la relación entre genotipo, tamaño y peso al nacimiento de la camada con la habilidad de termorregulación (Dwyer, 2006).

Comportamiento de los cabritos a 12 horas

En la prueba de reconocimiento a distancia realizada a los cabritos a 12 horas de nacidos se observó que la desnutrición afectó la capacidad motriz de los mismos, ya que tanto la latencia de alcance a las madres, el número de visitas a las madres y la proporción de cabritos que participaron activamente en la prueba fueron menores comparado con el grupo control, y que la suplementación en este sentido no ayudó a contrarrestar dicho efecto, ya los cabritos suplementados tuvieron similar desempeño motriz. Resultados similares en cabritos desnutridos han sido reportados por Robledo (2005) y en corderos por Olazábal (2007).

Sin embargo, en los cabritos suplementados se observó que tanto el tiempo de permanencia con la madre propia, como el tiempo de mirar a la madre propia fue mayor que el que se invirtió a la madre extraña, resultado similar se observó en los cabritos controles. En este sentido los cabritos provenientes del grupo suplementado, a pesar de que no mostraron un adecuado desempeño motriz durante la prueba, si fueron capaces de hacer una discriminación de su madre comparado con los cabritos desnutridos.

Es importante hacer mención que la capacidad de los cabritos para discriminar a su madre de una ajena a las 12 horas de vida ha sido demostrada previamente (Gilling, 2002).

Las alteraciones en la actividad motriz en los cabritos desnutridos podrían estar relacionadas probablemente por el daño neuromotor ocasionado por la desnutrición, como se ha observado en roedores (Gramsbergen, 1992) y al parecer la desnutrición afecta la habilidad para realizar ciertas actividades debido a las alteraciones en el desarrollo de estructuras cerebrales tales como disminución en los axones mielinizados (Morgan, 1993; Mallard, 2000). Diferentes estudios han reportado que las crías de roedores desnutridas neonatalmente muestran reducción en el número de succiones, sugiriendo que esta conducta puede estar afectado por daños cerebrales (Torrero et al., 2000) y en el desarrollo sensorial (Salas et al., 2001). El bajo desarrollo cerebral de las crías desnutridas ha sido confirmado en ratas por Bennis y colaboradores (1999), quienes reportan que las crías que sufrieron desnutrición proteica prenatal mostraron una reducida vascularización cerebral, que permaneció a lo largo de la vida (Almeida et al.,

1996c). Es importante señalar que el efecto del deterioro de la actividad motriz observado en las crías del grupo suplementado no pudo ser contrarrestado debido a la mejora en la alimentación materna durante los últimos 15 días de gestación, ya que dichos animales ya habían sufrido un proceso de desnutrición previo, el cual posiblemente había afectado el desarrollo del sistema motor de las crías.

Por otra parte, existen estudios en corderos que demuestran que un retraso en el amamantamiento induce problemas en la capacidad de las crías para reconocer a su madre a 12 horas de vida (Nowak et al., 1997a), situación que quizás pudo alterar la capacidad de reconocimiento de los cabritos desnutridos, ya que incluso durante su primer hora de nacidos tuvieron problemas para incorporarse y buscar la ubre.

Comportamiento de los cabritos a 24 horas

Cuando los cabritos fueron probados a 24 horas, el desempeño fue notablemente mejor principalmente en los cabritos desnutridos, ya que mejoraron significativamente el tiempo de permanencia, tiempo de mirar y número de visitas, comparados con su comportamiento a 12 horas.

Por su parte el grupo suplementado, también mejoró su desempeño en la capacidad motriz, la cual a 12 horas de edad había sido deficiente.

Probablemente este cambio pueda ser explicado por un mejor desempeño neuronal por el consumo de alimento, ya que no hubo diferencias significativas en la calidad del calostro.

Variables no conductuales

Cabritos

Peso corporal

La desnutrición prenatal afectó significativamente el peso al nacimiento de los cabritos, los cuales pesaron menos que los del grupo control, resultados similares se reportaron en corderos y cabritos en donde no se ha encontrado efecto significativo del tamaño de camada sobre el peso (Robledo, 2005; Olazabal, 2007). Por lo que el efecto observado puede ser atribuido al grupo de tratamiento. Los cabritos del grupo suplementado también pesaron menos al nacimiento que los del grupo control, por lo que se puede considerar que bajo estas condiciones la suplementación no mejoró el peso de las crías. Este resultado concuerda con el reportado en corderos cuyas madres fueron suplementadas a final de la gestación (Banchemo et al., 2004a). Estudios realizados bajo un sistema extensivo con cabras de la Comarca Lagunera, muestran que la suplementación con maíz en los últimos 12 días de gestación ayudó a mejorar el peso de los cabritos al nacimiento y durante los primeros 12 días de edad (Ramírez, 2007). La discrepancia entre nuestro estudio y el de Ramírez puede ser debida a que las condiciones nutricionales en las que se encuentran las cabras en pastoreo en un medio desértico son extremas, lo que implica un nivel de desnutrición más bajo que el inducido en el presente trabajo. En los pesajes posteriores no se observaron diferencias significativas entre los pesos de los cabritos de los tres grupos ni en la ganancia diaria de peso, esto

debido quizás a que la alimentación de las madres mejoró una vez que parieron y pudieron cubrir las demandas de nutrientes para la producción de leche.

Se ha reportado que la restricción nutricional durante la gestación provoca disminución del peso al nacimiento en corderos, lo cual afecta el comportamiento del cordero en las primeras horas de vida. Los corderos con bajo peso al nacimiento son más lentos en incorporarse y en amamantarse al ser comparados con corderos más pesados (Dwyer, 2003a); estas dos habilidades se han relacionado con una mejor tasa de sobrevivencia y a su vez con los beneficios de una rápida ingesta de calostro por parte de las crías y del establecimiento del vínculo madre-cría (Nowak et al., 1997a). En corderos, la sobrevivencia es afectada por el bajo peso al nacimiento y esto influye en el inicio de la lactancia..

Temperatura rectal

En el registro de temperatura rectal a los cabritos a una hora de nacidos no se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos, sin embargo, las temperaturas más bajas se observaron en las crías desnutridas comparadas con los grupos control y suplementado. Sin embargo conforme transcurrió el tiempo, las crías desnutridas estuvieron notablemente menos móviles, lo cual desencadenó en disminución de temperatura, otro factor importante son las escasas reservas energéticas sobre todo en las crías del grupo desnutrido.

Un factor importante a considerar es el tiempo en que se midió la temperatura; probablemente una lectura inmediatamente al parto fuera más recomendable.

Se ha reportado que las crías de la mayoría de los mamíferos nacen con reservas limitadas de energía y un factor que afecta la sobrevivencia es la capacidad para regular la temperatura especialmente en crías altriciales, por lo que es importante un rápido acceso a la ubre para la sobrevivencia del neonato (Hartsock and Graves, 1976; Coureaud et al., 2000). Se ha reportado que en las crías desnutridas de ovejas, la temperatura disminuye dentro de las 2 primeras horas posparto y esto es causal de mortalidad (Alexander et al., 1980). Inmediatamente después del parto tiene lugar un periodo transitorio, la prelactancia que ocurre desde el nacimiento hasta el acceso a la leche materna. Este periodo se caracteriza por un ayuno absoluto en el que el neonato se ve obligado a vivir exclusivamente de sus reservas, la movilización de ácidos grasos se retrasa dejando a la glucosa como unico sustrato metabólico, lo cual no es suficiente y se presenta hipoglucemia como como un proceso transitorio, ya que entonces se presentan las reacciones compensatorias del proceso de gluconeogenesis (Robinson y Sinclair, 1999).

Mortalidad

El índice más alto de mortalidad, durante la primera semana de vida, fue en las crías de madres desnutridas (40%), siendo del 18% para las crías de madres suplementadas y del 12 % para las crías de madres con dieta al 100% de sus requerimientos, por lo que es posible inferir que la suplementación mejoró de manera importante la tasa de sobrevivencia. Es claro que la desnutrición afectó dicha capacidad y esto puede estar relacionado con los bajos pesos al nacimiento y a su vez con el incremento en la mortalidad de las crías, como se ha reportado

en corderos (Nash et al., 1996; Clarke et al., 1997). Se sabe que las crías desnutridas prenatalmente tienen una capacidad disminuida para generar calor debido a que tienen pocas reservas de grasa y energía (Dwyer, 2003b) y esta baja capacidad para producir calor está relacionada con la mortalidad neonatal (Clarke et al., 1997).

Estudios recientes han demostrado que un descenso en la calidad alimenticia y la disponibilidad de alimento afecta la ganancia de peso, las reservas corporales de energía de la hembra y finalmente el peso del recién nacido y esto puede estar directamente relacionado con la capacidad motriz de los corderos (Banchero et al., 2004a). La suplementación durante la última fase de la gestación puede ser utilizada para reducir la mortalidad de corderos, ya que se mejoran los pesos de las crías y la producción de calostro y leche (Banchero et al., 2004a; Murphy 1996; Hall et al., 1992).

Reflejos al nacimiento

Se observó en el reflejo de levantar la cabeza que los cabritos del grupo control respondieron mejor a este estímulo, comparados con los cabritos desnutridos, los cuales tendieron a responder en menor grado. En el reflejo de sacudir la cabeza no encontramos diferencias significativas, sin embargo se observó alguna tendencia a que los cabritos desnutridos respondieron menos. La respuesta menor de los cabritos desnutridos con respecto a los controles y suplementados refleja una menor vitalidad probablemente afectada por el retraso en su desarrollo prenatal y debido a una menor capacidad motriz. Se sabe que en corderos, los movimientos que dan origen a los reflejos de levantar la cabeza se

comienzan a desarrollar en la gestación temprana por lo que una deficiencia en el suministro de nutrientes a la madre puede afectar el desarrollo de la cría (Lynch et al., 1992).

Madres

Peso corporal

En este estudio no encontramos diferencias significativas en los pesos entre las semana 9 a 15 de gestación, cabe aclarar que en esta etapa los animales estaban dispuestos en 2 grupos: control y desnutrido y que quince días antes del parto, el grupo desnutrido fue dividido para formar los tres grupos manejados en el experimento: control, desnutrido y suplementado. Al parto las hembras desnutridas fueron las menos pesadas, seguidas por el grupo suplementado; desde el parto y hasta la octava semana posparto observamos diferencias significativas en los pesos del grupo control y el desnutrido; sin embargo para la segunda semana posparto se observaron diferencias significativas de los grupos suplementado y desnutrido (entre estos no hubo diferencia) con respecto al grupo control; en la cuarta, sexta y octava semanas solo se encontraron diferencias significativas entre los grupos control y desnutrido. Estos resultados coinciden con los reportados por Robledo (2005), donde el autor compara grupos control y desnutrido.

A lo largo de la lactancia, de la 4^a a la 6^a semana, los 3 grupos perdieron peso, en relación a esto, nuestro trabajo coincide con estudios realizados por Dwyer, 2003 quien reporta que ovejas desnutridas desde la cuarta semana de gestación hasta

el parto, mantuvieron su peso, pero al momento del parto tuvieron una pérdida de peso considerable (Dwyer, 2003a). Asimismo los resultados de este trabajo son similares a los reportados en un estudio realizado en Argentina, donde se encontró que cabras criollas gestantes restringidas al 66% de sus necesidades nutricionales presentan disminución significativa de peso al parto y a los 45 días posparto, pero no antes (Trezeguet, 2002). Sin embargo, en nuestro estudio la suplementación no mejoró significativamente el peso de las madres ni al parto ni durante la lactancia, ya que pesaron menos que las controles y que las desnutridas; sin embargo el peso de las crías suplementadas fue mayor comparado con el de las crías desnutridas.

Por otra parte una disminución en la calidad alimenticia y en la disponibilidad del alimento, afectan la ganancia de peso, las reservas corporales de energía de la hembra y el peso del recién nacido, esto puede estar relacionado con la capacidad motriz de los corderos y afectar la producción de calostro y leche (Banchemo et al., 2004a).

Condición corporal

La condición corporal (cc) fue evaluada hasta la semana 18 de gestación, en los grupos control y desnutrido, encontrándose diferencias significativas en las semanas 12, 15 y 18 de gestación, durante la evaluación se observó que en la semana 15 el grupo control tuvo un ligero incremento en cc, el cual fue más

notable en el grupo desnutrido, esto puede ser consecuencia de la movilización de grasa que se presenta como un proceso normal, ya que la cabra al no recibir los nutrientes necesarios moviliza sus reservas corporales con la finalidad de obtener energía a través de dicha movilización (Robinson, 1990). Por otra parte, se ha observado que cercano al parto la condición corporal disminuye de manera normal por el proceso de movilización de reservas (Le Frileuy, 1995). Por otra parte las cabras que gestan 2 ó 3 fetos son las que más reducen su nivel de ingesta y presentan mayor movilización de reservas grasas (Morand-Fehr, 1987).

Distocias

En los resultados encontramos una mayor proporción de distocias (partos en los que el producto venía en posición que impedía el parto y donde hubo necesidad de introducir la mano para acomodar a la cría) en el grupo desnutrido (16/29) seguido del grupo suplementado (7/32) y finalmente el grupo control (3/23) quien presentó menor número de distocias. Por lo que la desnutrición incrementó el índice de distocias y la suplementación disminuyó de manera significativa este problema. Estos resultados coinciden con otros estudios, que reportan en ovinos, que los corderos de madres desnutridas tienen mayor incidencia de mala presentación al parto, por lo que a pesar de sus bajos pesos requieren ayuda al parto, lo que no ocurre en los corderos de madres bien alimentadas. Por lo que la dificultad al nacimiento puede estar reflejando eventos que ocurren prenatalmente, por lo que la subnutrición maternal durante la gestación tiene un efecto indirecto en la expresión del comportamiento y del peso

al nacimiento del cordero (Dwyer et al., 1996) Por el contrario, otros estudios reportan que un grupo de ovejas subalimentadas desde 60 días antes y hasta 30 días después de la concepción, registraron un marcado incremento de partos prematuros y que algunos corderos nacieron antes del día 130 de gestación, esto a pesar de que la restricción no fue severa pues las ovejas sólo perdieron el 15% de masa corporal (Martin, 2004).

Se sabe que, entre los factores que pueden influir en el desarrollo de la placenta están: el estrés calórico, la edad de la madre y factores nutricionales (Bell, 1984), por lo que posiblemente la presentación de distocias esté relacionada con la disminución del tamaño de la placenta en madres desnutridas como se ha reportado en cuyes (Dwyer et al., 1992).

Por otra parte, se ha observado un efecto positivo de la nutrición sobre el crecimiento placentario y que una desnutrición a media gestación produce placentas pesadas, lo cual afecta a su vez el peso de los productos, por lo que se ha sugerido una interacción entre el peso de la madre, la condición corporal al cruzamiento y la nutrición a media gestación sobre el crecimiento de la placenta y del feto (Robinson, 1982; Wallace, 1999).

Es importante hacer notar que el número de partos distócicos en nuestro experimento disminuyó gracias a la suplementación energética de hecho la proporción de partos distócicos fue significativamente menor comparada con la del grupo desnutrido y no difirió con respecto al grupo control. Este resultado pueda estar relacionado con que el suministro de una fuente de alimento pueda ayudar a la maduración del sistema hipotálamo- hipófisis-adrenales del feto lo

que pudiera ayudar a desencadenar un proceso de parto normal (Rhind et al., 2001).

Glucosa

Las determinaciones de glucosa se realizaron desde la semana 12 de gestación hasta el parto, observándose diferencias significativas entre los grupos desnutrido y control sólo en la semana 18, sin embargo, en la semana 21 los grupos control y suplementado presentaron los mismos niveles de glucosa, y el grupo desnutrido fue más bajo en casi todas las mediciones, resultados similares han sido reportados en ovejas (Banchero et al., 2006). En los últimos días de gestación los 3 grupos mostraron un incremento en las concentraciones sanguíneas, al punto en que los niveles de los 3 grupos estuvieron entre 38 y 41 ng/ml. A pesar de que la glucosa es un sustrato importante para el metabolismo del feto, de la placenta y esencial para la función neural (Rhind et al., 2001), en rumiantes las concentraciones circulantes están poco relacionadas con las tasas de utilización, ya que el metabolismo normal de la glucosa en estas especies tiene una curva de comportamiento bifásica en la circulación, a diferencia de lo que sucede en monogástricos (Russel, 1978). En condiciones normales, en la última fase de la gestación, los cambios en el metabolismo de la glucosa son más marcados que en la gestación temprana, sin embargo, la glucosa materna disminuye, pero la glucosa fetal y placentaria aumentan en un 30 a 50% más que la materna (Hay, 1999), Sin embargo previo al parto se requiere una mayor cantidad de energía que sea proporcionada por la glucosa sanguínea o por movilización de reservas corporales, esto explicaría el incremento observado en

la en los días próximos al parto en nuestro experimento. Las concentraciones de glucosa observadas en este estudio, coinciden con los resultados reportados en el norte de México donde evaluaron los niveles de glucosa en cabras criollas que se encontraban bajo un sistema de explotación extensivo, los autores reportan niveles de 45 mg/dl previo al parto (Mellado *et al.*, 2003; Juárez-Reyes *et al.*, 2004).

Por otra parte, dado que la glándula mamaria lactante utiliza del 70 al 85% del total de la glucosa corporal (Banchero *et al.*, 2006), se sugiere que una lectura más real de este metabolito podría ser proporcionado por la glándula mamaria.

Calostro

En el presente estudio no se encontraron diferencias significativas en el contenido de elementos evaluados en el calostro entre los tres grupos durante la primer hora postparto, sin embargo, se observa una ligera tendencia a que los niveles de lactosa son mayores en el grupo suplementado comparado con el grupo desnutrido, lo cual podría estar en acuerdo con estudios realizados con ovejas suplementadas (Banchero *et al.*, 2004a). El calostro es producido justo antes del parto y contiene nutrientes densos tales como altos niveles de inmunoglobulinas, hormonas y factores del crecimiento y dado que el calostro es la única fuente de nutrientes para el neonato constituye el segundo factor más importante de sobrevivencia neonatal después de las reservas corporales (Levieux *et al.*, 2002; Nowak and Poindron, 2006).

Progesterona

En este experimento no se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos en los niveles de P4 durante el estudio. Sin embargo, en algunos momentos de la gestación se observaron tendencias a mantenerse más altos los niveles de esta hormona en el grupo desnutrido que en el suplementado y el control, lo que podría estar en acuerdo con resultados similares reportados en ovejas, donde la caída de progesterona se atrasó en hembras desnutridas comparado con controles (Dwyer, 2003a). El hecho que los niveles de P4 fueran similares en el grupo suplementado y control, a pesar de que nos e encontraron diferencias significativas en todos los casos, con respecto al grupo desnutrido, refleja que al igual que en trabajos observados en ovejas la suplementación ayuda a adelantar la caída normal de P4, lo que a su vez contribuye con el proceso de la lactogénesis (Banchemo, 2004).

En ovinos la desnutrición está asociada con altos niveles de progesterona plasmática al final de la gestación (O'Doherty and Crosby, 1996), lo cual también está negativamente relacionado con la producción de calostro y leche afectando en consecuencia la sobrevivencia de los corderos, por lo que elevados niveles de progesterona en hembras desnutridas podría contribuir a una pobre conducta materna (Poindron and Le Neindre, 1980), al despliegue de mayor número de agresiones y a mayor tiempo para comer después del parto (Dwyer, 2003a). Se ha planteado una relación negativa entre progesterona y niveles de nutrientes y que la progesterona, al acercarse el momento del parto declina más lentamente en los animales desnutridos (O'Doherty and Crosby, 1996). En estudios de

comportamiento realizados en ovejas y ratas se ha observado que niveles elevados de estradiol y progesterona en la última etapa de la gestación están relacionados con la expresión de la conducta materna (Dwyer et al., 1999). dichos esteroides son importantes en el inicio y establecimiento de la conducta materna (Keverne, 1988).

XI CONCLUSIONES

La subnutrición al 70% de los requerimientos de energía y proteína durante la segunda mitad de la gestación, sólo afectó la latencia de limpieza a la cría y en esta conducta la suplementación no ayudó significativamente a disminuir los efectos de la desnutrición.

En el caso de las crías, la desnutrición tuvo un efecto significativo en la latencia de intentos de incorporación y la latencia de estar de pie; la suplementación no mejoró de manera significativa el desempeño de las crías en dichas conductas.

A pesar de lo anterior, es importante resaltar que la subnutrición no afectó la capacidad de reconocimiento materno ni el establecimiento del vínculo selectivo.

En cuanto al reconocimiento no olfatorio en las pruebas realizadas a 8 horas en las madres, la desnutrición afectó la capacidad de las hembras para reconocer a su cría a distancia, en tanto que la suplementación energética incrementó la capacidad de reconocimiento no olfatorio.

La subnutrición afectó la capacidad motriz de las crías, en este caso la suplementación no tuvo efecto para contrarrestar el deterioro. Sin embargo, la suplementación sí mejoró la capacidad de discriminación de las crías para elegir entre la madre propia y la extraña.

En la comparación entre 12 y 24 horas de nacidos, se concluye que únicamente en los grupos control y suplementado, la edad tuvo efecto en mejorar la mayoría de las conductas. En las crías desnutridas la edad no tuvo ningún efecto.

La desnutrición prenatal afectó el peso al nacimiento de los cabritos, en tanto que la suplementación no tuvo un efecto importante en mejorar los pesos de las crías de madres suplementadas.

En lo que respecta a mortalidad, la subnutrición tuvo un efecto importante ya que la mayor proporción de muertes estuvo en el grupo desnutrido, mientras que la suplementación permitió disminuir la tasa de mortalidad.

En relación al peso de las hembras al parto, la desnutrición afectó el peso de las madres desde la semana 15 de gestación e incluso durante las primeras 8 semanas de lactancia (tiempo que duró el estudio). La suplementación no mejoró el peso de las hembras suplementadas.

Los resultados muestran que la desnutrición incrementó el número de partos distócicos y que la suplementación tuvo un efecto positivo, ya que en este grupo las distocias disminuyeron considerablemente, siendo la proporción similar a la del grupo control.

La subnutrición produjo una disminución en los niveles de glucosa sanguínea, hasta dos semanas antes del parto, en tanto que la suplementación tuvo efecto en el incremento de dichos niveles, aunque no siempre de manera significativa; sin embargo al momento del parto ambos grupos tuvieron concentraciones muy similares a las del grupo control en donde los niveles se elevaron, probablemente debido a las necesidades de energía para enfrentar el proceso del parto, mientras que en los muestreos anteriores las reservas movilizadas fueron utilizadas debido

a las deficiencias de la dieta. Se recomienda continuar la evaluación de glucosa al menos al segundo mes de lactancia.

Los niveles de progesterona disminuyeron en el grupo desnutrido, a lo largo de las determinaciones, aunque no de manera significativa, la suplementación permitió observar un incremento en dichos niveles, en tanto que el grupo control las concentraciones más altas. Se recomienda incrementar el número de muestras analizadas para determinar si las tendencias observadas fueron debidas a pocos datos.

Finalmente, la suplementación no siempre fue suficiente para contrarrestar los efectos de la desnutrición en las variables estudiadas, los hallazgos encontrados permiten sugerir que es necesario incrementar y homogenizar los grupos a evaluar y realizar más estudios para poder comprobar e identificar con mayor claridad los efectos de la suplementación.

XII BIBLIOGRAFÍA

- AFRC** 1998. *The nutrition of goats*. CAB International, New York.
- Aguilar, J.C. Villareal, O., Hernández, H., Poindron, P, Chemineau, P. y Delgadillo, J.A.** 1997. El comportamiento maternal de las cabras de la comarca Lagunera que paren en Octubre modifica el reinicio de la actividad sexual posparto. *XI Reunión Nacional sobre caprinocultura. Memoria*. U.A.CH. 16-18 Octubre 1996. Chapingo, México: 42-47.
- Alexander, G., and Shillito, E. E.** 1977. Importance of visual clues from various body regions in maternal recognition of the young in merino sheep (*Ovis aries*). *Applied Animal Ethology*. **3**:137-143.
- Alexander, G.** 1978. Odour and recognition of lambs by merino ewes. *Applied Animal Ethology*. **4**:153-158.
- Alexander, G., J. J. Lynch, B. E. Mottershead, and J. B. Donnelly.** 1980. Reduction in lamb mortality by means of grass wind breaks: Results of a five years study. *Proceedings of the Australian Society for Animal Production* **13**: 329-332.
- Alexander, G. G., Stevens, D., Kilgour, R., De Langhen, H., Montershead, B. E. and Lynch, J.** 1983. Separation of ewes with lambs: incidence in several sheep breeds. *Appl. Anim. Ethol.*, **10** : 301-317
- Alexander, G.; Poindron, P.; Le Neindre, P.; Stevens, D. Levy, F. and Brandley.** 1986. Importance of the first hour post-partum for exclusive maternal bonding in sheep. *Applied Animal Behaviour Science*. **16**: 295-300.
- Almeida, G. Tonkiss, J. and Galler, R.** 1996a. Prenatal protein malnutrition affects exploratory behavior of female rats in the elevated plus-maze test. *Physiology and behavior*. **60**: 675-680.
- Almeida, G. Tonkiss, J. and Galler, R.** 1996d. Prenatal protein malnutrition affects the social interactions of juvenal rats. *Physiology and behavior* **60**:197-201.
- Arnold y Morgan P.D.** 1975. Behavior of the ewe and lamb at lambing and its relation sheep to lamb mortality. *Apl. Anim. Ethol.*, **2**: 24-46.
- Asante Y. Oppong-Ananek. Awotowi, E. Behavioural.** 1999. relation sheep between Djalloke and Sahellian ewe and their lambs during the first 24 h postpartum. *Applied Animal Behaviour Science*, **65**:53-612.
- Bancho, G.; Quintans, G.; Martin, G.; Lindsay, R. and Milton, J.** 2004. Nutrition and colostrum production in sheep. 1. Metabolic and hormonal responses to a high-energy supplement in the final stages of pregnancy. *Reproduction, Fertility and development*. **16**: 633-643.
- Bancho, G.; Quintans, G. Martin, G.; Lindsay, R. and Milton, J.** 2004. Nutrition and colostrum production in sheep. 2. Metabolic and hormonal responses to a high-energy supplement in the final stages of pregnancy. *Reproduction, Fertility and development*. **16**: 645-653.
- Bancho, G.** 2006. Endocrine and Metabolic factors involved in the effect of nutrition on the production of colostrum in female sheep. *Reprod. Nutr. Dev.* **46**: 447-460
- Barker, D. and Clark P.** 1997. Fetal undernutrition and disease in later life. *Reviews of Reproduction*. **2**, 105-112.

- Barker, D. Meade, T. Fall, CH. Lee, A. Osmond, C. Phipps K. and Stirlyng Y.** 1992. Relation of fetal and infant growth to plasma fibrinogen and factor VII Concentration in adult life. *British Medical Journal*. **304**: 148-152.
- Beecher, M.D.** 1982. Signature systems and kin recognition. *Amer. Zool.*, 22: 477-498.
- Bell, A.W.** 1984. Factors controlling placental and foetal growth and their effects on future production In: D.T. Pearse (ed) *Reproduction of sheep*. P 144-152. Cambridge University Press.
- Bell, A. W.** 1999. Hay, W, and Ehrhard, R. Placental transport of nutrients and its implications for fetal growth. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement*. **54**, 401-410.
- Bellantia, J.**, 1996. *Inmunología*. Interamericana. México. 663 pp.
- Bennis –Taleb, N., Remacle, C. Hoet, J ;and Reusenns B.** (1999). A low protein isocaloric diet during gestation affects brain development and alters permanently cerebral cortex blood vessels in rat offspring. *Journal of nutrition* 129: 1613-1619.
- Black, J.** 1989. Crecimiento y desarrollo de corderos. En W. Haresing (ed). *AGT. Producción ovina*. Pag. 23-56.
- Booth, K. K., and L. S. Katz.** 2000. Role of the vomeronasal organ in neonatal offspring recognition in sheep. *Biology of Reproduction* 63: 953-958.
- Booth, K. K., and L. S. Katz.** 2000. Role of the vomeronasal organ in neonatal offspring recognition in sheep. *Biology of Reproduction* **63**: 953-958.
- Bouissou, M. F.**, 1968. Effet de l'ablation des bulbes olfactifs sur la reconnaissance du jeune par sa mere chez les ovins. *Revue de Comportement animal*. 2: 77-83.
- Bourwick, S., Rhind, S. Mc Millan, S. and Racey, P.** 1997. Effect of undernutrition of ewes from the time of mating on fetal ovarian development in mid gestation. *Reproduction, Fertility and Development* 9: 711-715.
- Bridges, R. S. and Stern, S.** 1996. Biochemical bases of parental behavior in the rat. In: Rosenblatt, J.S., Snowdon, C.T., (eds) *Parenteral care, Evolution, Mechanism and Adaptative significance*. *Academic Press*, USA. Pp.215-242
- Bridges, R. S., and Grimm C.T.** 1982. Reversal of morphine disruption of maternal behavior by concurrent treatment with the opiate antagonist naloxone. *Science* **218**: 166- 168.
- Broad, K. D., K. M. Kendrick, D. J. Sirinathsinghji, and E. B. Keverne.** 1993. Changes in pro-opiomelanocortin and pre-proenkephalin mrna levels in the ovine brain during pregnancy, parturition and lactation and in response to oestrogen and progesterone. *Journal of Neuroendocrinology* 5: 711-719.
- Broad, K. D., K. M. Kendrick, D. J. Sirinathsinghji, and E. B. Keverne.** 1993. Changes in pro-opiomelanocortin and pre-proenkephalin mrna levels in the ovine brain during pregnancy, parturition and lactation and in response to oestrogen and progesterone. *Journal of Neuroendocrinology* **5**: 711-719.
- Cameron, J.** 1996. Regulation of reproductive hormone secretion in primates by short changes in nutrition. *Reviews of Reproduction*. **I**, 117-126.
- Carlson, S. G., Larsson, K., and Schaller, J.** 1980. Early mother-child contact and nursing. *Reproduction, Nutrition, Development* **20**, 881-899.
- Collias, N.E.** 1956. The analysis of socialization in sheep and goats. *Ecology*. **37**:228-239.
- Coureaud, G., Schaal, B., Coudert, P., Rideaud, P., Fortun-Lamothe, L., Hudson, R., and Orgeur, P.** 2000. Immediate postnatal sucking in the rabbit: its

- influence on pup survival and growth. *Reproduction, Nutrition, Development* **40**, 19-32.
- Coureaud, G., B. Schaal, et al.** 2000. "Immediate postnatal sucking in the rabbit: its influence on pup survival and growth." *Reproduction, Nutrition, Development* **40**(1): 19-32.
- Crawel, J. Corwin, L.** 1994. Biological actions of colesistokinin. *Peptides*, **15**, 731-755.
- Chew, B.P., Malven, P.V., Erb, R.E. Zamet, C.N., D'amico, M.F. and Colenbrander, V.F.** 1979. Variables associated with peripartum traits in dairy cows. IV Seasonal relationship among temperature, photoperiod and blood plasma prolactin. *J. Dairy Sci.* **62**:1394-1398.
- Chamley, W. A. et al.** 1973. Changes in the levels of progesterone, corticosteroids, estrone, oestradiol 17-beta, luteinizing hormone and prolactin in the peripheral plasma of the ewe during late pregnancy and at parturition. *Biology of Reproduction* **9**: 30-35.
- Da Costa, A. P., K. D. Broad, and K. M. Kendrick.** 1997. Olfactory memory and maternal behaviour-induced changes in c-fos and zif / 268 mRNA expression in the sheep brain. *Brain Research. Molecular Brain Research* **46**: 63-76.
- Das, N., and O.S. Tomer.** 1997. Time pattern on parturition sequences in beetal goats and crosses: Comparison between primiparous and multiparous does. *Small Ruminant Research* **26**: 157-161.
- Da Silva, Aitken, R Rhinds, M. Wallace J.** 2002. Impact of maternal nutrition during pregnancy on pituitary gonadotropin gene expression and ovarian development in growth-restricted normally grown late gestation sheep fetuses. *Reproduction*: **123**, 769-777.
- De Barro, T. Owens, J.I. Earl, C. and Robinson, J.** 1992. Nutrition during early pregnancy interacts with mating weight to affect placental growth. *Proceedings of the Australian Society of Reproductive Biology* **35**:70.
- Devendra, C., and Mc. Leroy G.** 1986. Alimentos y Alimentación. Producción de Cabras y ovejas en los trópicos. P 68-69. Manual Moderno.
- De Vore.** 1965. Primate Behavior. New York: Holt Rinehart and Winston.
- Doherty, J. and Crosby** 1999. The effect of diet in late pregnancy on concentration of progesterone and colostrum yield in ewes *Theriogenology*. 131-139.
- Downing, J. A., and R. J. Scaramuzzi.** 1991. Nutrient effects on ovulation rate, ovarian function and the secretion of gonadotrophic and metabolic hormones in sheep. *Journal Reprod. Fertil Suppl.* **43**: 209-227.
- Dwyer, C., Lawrence, A., Bishop, S., and Lewis, M.** 2003. Ewe-lamb bonding behaviours at birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. *British Journal of Nutrition* **89**, 123-136.
- Dwyer, C. M., and Lawrence, A. B.** 1996. Variability in the expression of maternal behaviour in primiparous sheep: Effects of genotype and litter size. *Applied Animal Behaviour Science* **58**, 311-330.
- Dwyer, C. M., and Lawrence, A. B.** 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., and Lawrence, A. B.** 1998. Vocalisations between mother and young in sheep: effects of breed and maternal experience. *Applied Animal Behaviour Science* **58**, 105-119.

- Dwyer, C. M.; Calvet, S. Farish, M. Donoby and E. Pickup. P.** 2005. Breed litter and parity effects on placental weight and placentome number and consequences for the neonatal behaviour of the lamb. *Anim. Reprod.* **63**:1092-1110.
- Dwyer C. M. and Morgan.** 2006. Maintenance of body temperature in the neonatal lamb: Effects of breed birth weight and litter size. *J animal sci.* **84**: 1093-1101
- Elwood, R.W.** 1983 Paternal care in rodents. In Elwood, R.W.(eds). *Parental Behaviour of Rodents*. Chichester: John Wiley and Sons; pp.235-257.
- Ewbank, R.,** 1964. Observations on suckling of twin lambs. *Anim. Behav.* **12**: 34-37.
- Ferrell, C.** 1991. Nutritional influences on reproduction. In: T. c. Perry (ed.) *Reproduction in domestic animals*. 638 pp. Academic Press Inc.
- 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.
- Flint, A. P., and Burton, R. D.** 1984. Properties and ontogeny of the glucocorticoid receptor in the placenta and fetal lung of the sheep. *J. Endocr.* **103**, 31-42.
- Galler J., Tonkiss, J.** 1991. Prenatal protein malnutrition and maternal behavior in Sprague-Dawley rats. *Journal of nutrition.* **121**: 762-769.
- George, P.** 2000. Estudio de la regeneración del páncreas endocrino en animales transgénicos. Tesis Doctoral. Barcelona, España. 131 pp.
- Gilling, G.** 2002. Desarrollo del reconocimiento mutuo entre la madre y su cría en los primeros días postparto en cabras. *Instituto de Neurobiología*. Universidad Nacional Autónoma de México, Querétaro.
- González-Mariscal, G., and Poindron, P.** 2002. Parental care in mammals: immediate internal and sensory factors of control. *Hormones, Brain and Behavior* **1**, 215-298.
- González-Mariscal, G.** 1993. Las hormonas esteroides como moduladoras de la respuesta neuronal a diversos agentes neuroactivos. Comunicación Neuroendócrina. Sociedad Mexicana de ciencias fisiológicas AC. CONACYT.
- Goursaud, A. P., and Nowak, R.** 1999. Colostrum mediates the development of mother preference by newborn lambs. *Physiology and Behavior* **67**, 49-56.
- Gordon, K. and Siegmann.,** 1991. Suckling behavior of ewes in early lactation. *Physiol. Behav.* **50**:1079-1081.
- Gramsbergen, A., and Westerga, J.** 1992. Locomotor development in undernourished rats. *Behavioural Brain Research* **48**: 57-64
- Gubernick, D. J., K. Corbeau Jones, et al.** 1979. "Maternal imprinting in goats?" *Animal Behaviour.* **27**: 314-315.
- Gubernick, D.J.** 1981. Mechanisms of maternal labelling in goats. *Anim. Behav.*, **29**:305-306.
- Gubernick D.J.** 1985. Maternal licking by virgin and lactating rats: Water transfer from pups. *Physiol. Behav.*, **34**: 501-506.
- Hadjipanayiotou, M.** 1995. Composition of ewe, goat and cow milk and of colostrum ewes and goats. *Small Rum Res.*
- Hall, R.; Leahy, P., and Robertson M.** 1979. The effects of protein malnutrition on the behavior of rats during the suckling period. *Developmental psychobiology* **12**:455-466.
- Hall, D. Egan, A. Foot, J. and Parr, R.** 1990. The effect of litter size on colostrum production in cross-bred ewes. *Proc. Aus. Anim. Prod* **18**, 240-243.

- Hall, D., Holst, P, Shutt, D.** 1992. The effects of nutritional supplements in late pregnancy on ewe colostrum production, plasma progesterone and IGF-1 concentrations. *Aus J Exp Agric* 43:325-337.
- Hay, W.** 1999. Pregnancy, Metabolic Changes In. *Enciclopedia of Reproduction*. vol. 3. 1016-1025.
- Heasman, L. Clarke, L. Firth, K. Stephenson, T. and Symond, D.** 2001. Fetal Endocrinology and Development Manipulation and Adaptation to Long Term. *Nutritional and Environmental Challenges. Reproduction*, 121:853-862.
- Harro, J., E. Vasar, and J. Bradwejn.** 1993. Cck in animal and human research on anxiety. *Trends in Pharmacological Sciences* 14: 244-249
- Hartsock, T. G., and H. B. Graves.** 1976. Neonatal behavior and nutrition-related mortality in domestic swine. *Journal of Animal Science* 42: 235-241.
- Hernández, H., Serafin, N., Vazquez, H., Delgado J. A., and Poindron, P.** 2001. Maternal selectivity suppression through peripheral anosmia does not affect nursing activity and lactation performance in ewes. *Behavioural Processes*. 53: 203-209
- Hernández, H., Serafin, N., Terrazas, A., Marnet, P., Kann, K., Delgado, J., and Poindron, P.** 2002. Maternal olfaction differentially modulates oxytocin and prolactin release during suckling in goats. *Hormone and behaviour*. 42, 232-244.
- Herscher, L., Richmond, J. B., and Moore, A. U.** 1963. Modifiability of the critical period for the development of maternal behavior in sheep and goats. *Behaviour* 20, 311-319.
- Hervieu. J., Morand-Fher, P., Schmidley, P., Fedele, V. and Delfa, R.** 1991. Mesures anatomiques permettant d'expliquer les variations des notes sternales, lombaires et caudales utilisées pour estimer l'état corporel des chèvres laitières. *Options Méditerranéennes-Série Séminaires*. 13:43-56.
- Insel, T.R.** 1990. Regional changes in brain oxytocin receptors postpartum: Time course and relationship to maternal behaviour. *Journal of Neuroendocrinology* 2: 539-545.
- Insel, T.R.** 1992. Oxytocin a neuropeptide for affiliation: evidence from behavioral receptor autoradiographic and comparative studies. *Ph Endocrinology*, vol 17 No. 4. p 3-35.
- Kendrick, K.M., Keverne, E.B., Baldwin, B.A. and Sharman, F.** 1986. Cerebrospinal fluid levels of acetylcholinesterase, monoamines and oxytocin during labour, parturition, vaginocervical stimulation, lamb separation and suckling in sheep. *Neuroendocrinology*, 44: 56-61
- Kendrick, K. M. and Baldwin, B.A.** 1987. Cells in temporal cortex on conscious sheep can respond preferentially to the sight of faces. *Science*. 337: 448-450.
- Kendrick, K.M. and Keverne E.B.** 1989. Importance of progesterone and priming for the induction of maternal experience. *Physiol and Behav.*, 49: 745-750
- Kendrick, K.M. and Keverne E.B.** 1991. Importance of progesterone and estrogen priming for the induction of maternal behavior by vagino-cervical stimulation in sheep: effects of maternal experience. *Physiol and Behav.*, 49:745-750.
- Kendrick, K. M., Da Costa, A.P., Hinton, M.R. and Keverne, E.B.,** 1992. A simple method for fostering lambs using anoestrus ewes with artificially induced lactation and maternal behaviour. *Appl Anim Behav. Sci.*, 34:345-357.
- Kendrick, K. M. Lévy, F., and Keverne, E.B.** 1992d Changes in the sensory processing of olfactory signals induced by birth in sheep. *Science*. 256: 833-836.

- 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.
- Keverne, E. B.** 1988. Central mechanisms underlying the neural and neuroendocrine determinants of maternal behaviour. *Psychoneuroendocrinology* **13**: 127-141.
- Keverne, E. B. and Kendrick, K. M.** 1991. Morphine and corticotrophin-releasing factor potentiate maternal acceptance in multiparus ewes after vagino-cervical stimulation. *Brain Res.*, **540**:55-62.
- Keverne, E. B., Lévy, F., Guevara -Guzmán, R. and Kendrick, K.M.** 1993. Influence of birth and maternal experience on olfactory bulb neurotransmitter release. *Neuroscience*, **56**: 557-565.
- Kliyma, Z., Alexander, B., Van Kirk, E., Mordoch, W., Hallford D., Moss, G.** 2004. Effects of feed restriction on reproductive and metabolic hormones in ewes. *J. Anim Sci*, **82**: 2548-2557.
- Klopfer, P. H., Adams, D. K., and Klopfer, M. S.** 1964. Maternal imprinting in goats. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. **52**: 911-914.
- Klopfer, P. H., and Klopfer, M. S.** 1968. Maternal "imprinting" in goats: fostering of alien young. *Zeitschrift Fur Tierpsychologie* **25**, 862-866.
- Krehbiel, D., Poindron, P., Lévy, F. and Prud'homme, M. J.** 1987. Effects of peridural anesthesia on maternal behavior in primiparus and multiparus parturient ewes. *Physiol. And Behav.*, **40**: 463-472.
- Lawrence, A. B.** 1991. Mother daughter bonds in sheep. *Anim Be.* 683-665.
- Lévy, F., Poindron, P. and le Neindre, P.** 198). Attraction and repulsion by amniotic fluids and their olfactory control in the ewe around parturition. *Physiology and behavior*. **31**: 93-100.
- Levy, F.**, 1985 Contribution à l'analyse des mécanismes de mise en place du comportement maternel chez la brebis (*Ovis aries* L.) étude de la répulsion et l'attraction vis-à-vis du liquide amniotique, mise en évidence, déterminisme, rôle. Thèse de doctorat d'état Université de Paris VI.
- Lévy, F. and P. Poindron** 1987. "Importance of amniotic fluids for the establishment of maternal behaviour in relation with maternal experience in sheep." *Animal Behaviour* **35**: 1188-1192.
- Lévy, F., and Poindron, P.** 1987. Importance of amniotic fluids for the establishment of maternal behaviour in relation with maternal experience in sheep. *Animal Behaviour* **35**, 1188-1192.
- Lévy, F. et al.** 1991. Effects of early post-partum separation on maintenance of maternal responsiveness and selectivity in parturient ewes. *Applied Animal Behaviour Science* **31**: 101-110.
- Lévy, F., P. Richard, M. Meurisse, and N. Ravel.** 1997. Scopolamine impairs the ability of parturient ewes to learn to recognise their lambs. *Psychopharmacology*. **129**: 85-90.
- Lévy, F. K., m. and P. Poindron.** 2004. Olfactory regulation of maternal behavior in mammals. *Hormones and Behaviour*. **46** 284-302.

- Lent, P.**,1974. Mother infant relationships in ungulates. In : Geist, V and Walther, F.(eds) the behaviour of ungulates and its relation to management . IUCNNR. Morges, Switzerland . Vol. **1**. pp.14-54.
- Levieux D.** 1982. Transmission de l'immunité pasive colostrate: le point des connaissances. In:JarrigeR. (ed) *Physiologie et Pathologie Perinatales chez les animaux de Ferme*, Paris, INRA, p .345-369.
- Levy, F. Gervais, r. Kinderman, U. Litterio, M., Poindron, p., Porter, R.** 1993.Effects or early postpartum separation on maintenance of maternal responsiveness and selectivity in parturient ewes. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **31**: 101-110.
- Lévy, F., Kendrick, K.M., Keverne, E.B., Piketty, V. and Poindron, P.**, 1992. Intracerebral oxytocin is important for the onset of maternal behavior in inexperienced ewes delivered under peridural anesthesia. *Behav. Neurosci.*,**106**: 1-6.
- Lévy, F., Porter, R.H.,Kendrick, K. M. Keverne, E. B. and Romeyer, A.**, 1996. Physiological sensory and experimental factors of parenteral care in sheep I in Rosenblatt, J.S.,Snowdon, C.T.(eds). Parenteral Care. Evolution, Mechanism and Adaptative Significance. Academic Press, U.S.A. pp.385-416.
- Lickliter, R. E. and J. R. Heron** (1984). "Recognition of mother by newborn goats." *Applied Animal Behaviour Science* **12**: 187-192.
- Lozana, J. Lonergran p. Boland, M.O'Callahan D.** 2003. Influence of nutrition of the effectiveness of superovulation programmes in ewe effecto on oocyte quality and postfertilization development. *Reproduction.*, **125**:543-553.
- Lickliter, R.E.** 1985 Behavior associated with parturition in the domestic goat. *Applied Animal Ethology* **13**: 335-345.
- Lynch, J. J., Hinch, G. n. and Adams D. B.**, 1992. The behavior of sheep biological principles and implications for production CSIRO, Australia CAB. International.
- Mc Gregor**,2007 Journal reference: *Neuroscience* (DOI: **10.1016-1026**).
- Massaro, T.F.; Levitsky, D. Barnes, R.** 1977. Protein malnutrition induced during gestation: its effects on pup development and maternal behaviour. *Developmental Psychobiology.* **10**: 339-345.
- Mallard, C., M. Loeligher, D. Copolov, y S. Rees.** 2000. Reducer number of neurons in the hippocampus and the cerebellum in the postnatal guinea-pig following intrauterine growth-restriction. *Neuroscience.* **10**:327-333.
- Mayer,A.D.,Faris, P.L. Kromisaruk, B.R. and Rosenblatt** 1985. Opiate antagonism reduces placental fagia and pup cleaning by parturient rats. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior* **22**: 1035-1044.
- Martin, G. B., Milton, J. T. B., Davidson, R. H., Banchemo Hunzicker, G. E., Lindsay, D. R., and Blache, D.** 2004. Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. *Animal Reproduction Science* **82-83**, 231-246.
- Morand-Fehr, P., and Sauvart, D.** 1978. Nutrition and optimum performances of dairy goats. *Livestock Production Science* **5**, 203-213.
- Morand-Fehr .,Giger, S; Sauvart D.** 1987. Broquia utilisation des fourrages secs par les caprins. In : C Demarquilly (Ed) Les fourrages secs, recolte, traitement, utilization. INRA, Paris, **391**-422.1987.
- Morgan,P.; Boundi, G,Arnold,D;Lindsay,D.** 1975. The roles played by the senses of the ewe in the location and recognition of lambs. *Applied Animal Ethology* **1**:139-150.

- Morgan, H. D., A. S. Fleming, and J. M. Stern.** 1992. Somatosensory control of the onset and retention of maternal responsiveness in primiparous sprague-dawley rats. *Physiology and Behavior* **51**: 549-555.
- Morgan, P., R Austin –Le France, J., Bronzino, J., Tonkinss, S., Diaz-Cintra, L., Kemper T. y Galler, J.** 1993. Prenatal malnutrition and development of the brain. *Nuuroscience and Biobehavioral Reviews* **17**: 91-128
- Munro, J.**, 1956. Observations on the suckling behaviour of young lambs. *Br. J. Anim. Behav.* **4**:34-36
- Murphy, P. Mc Neill, d. Fisher J. Lindsay, DR.** 1996. Strategic feeding of merino ewes in late pregnancy to increase colostrum production. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* **21**:227-230.
- Nash, N., Hungerford,,L. Nash, T. and Zin G.**1996. Risk factors for perinatal and posnatal mortality in lambs. *Veterinary Research Communications.* 134. 64.
- Noel, G. L., Suh, H. k. and Frants A.** 1974. Prolactin release during nursing and breast stimulation in pospartum and pospartum subjects. *J. Clin. Endocrinol. Met.* **38**: 413-423.
- Nowak, R. Poindron, P. Le Neindre and Putu, G.** 1987. Ability of 12 hour-old merino and crossbred lambs to recognise their mothers. *Applied Animal Behaviour Science* **17**: 263-271.
- Nowak, R.** 1990. Mother and sibling discrimination at a distance by three- -day-old lambs. *Dev Psychobiol.*, **23**:285-295
- Nowak, R; Lindsay, DR.** 1990. Effect of bred and litter size on mother discrimination by 12 h -old lambs. *Behaviour*, **115**:1-13.
- Nowak, R.** 1991. Senses involved in the discrimination of merino ewes at close contact and from a distance by their new born lambs. *Anim. Behav.* **42**: 357-366.
- Nowak, R., and Lindsay, D. R.** 1992. Discrimination of merino ewes by their newborn lambs: important for survival? *Applied Animal Behaviour Science* **34** :61-74.
- Nowak, R.** 1996. Neonatal survival: contributions from behavioural studies in sheep. *Applied Animal Behaviour Science* **49**: 61-72.
- Nowak, P.** 1997 Goursaud, A. Levy, F. Picard, S Meunier- Salaun, Belzung..Cholecistoquinin receptors mediate the development of a preference for the mother by newly borns lamb. *Behavioural Neuroscience.* vol 111. No. 6. 1375-1382.
- Nowak,,R.** 1998. Development de la relation mère jeune chez les Ruminants. INRA. *Prod anim.*, **11**: 115-124
- 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. *Reviews of Reproduction* **5**, 153-163.
- Nowak, R. Poindron, P.** 2006 From birth to colostrum: early steps leading to lamb survival. *Reprod. Nutr. Dev.* **46**: 431-446.
- NRC** 1981. *Nutrient requirements of goats.* National Academy of Sciences., Washington, DC.
- Numan, M.**, 1994. Maternal Behavior. In : " The physiology of Reproduction". E. O'Brien, P. H. 1984. Leavers and stayers: maternal pospartum strategies in feral goats. *Appl. Anim. Sci.* **12**: 233-243.

- O'Brien, P.H.** 1984. Leavers and stayers: maternal postpartum strategies in feral goats. *Appl. Anim. Sci.* **12**: 233-243.
- Odde, K.G., Kiracofe, G.H. and Schalles, R.R.**, 1985. Suckling behavior in range beef calves. *J. Anim. Sci.* **61** :307-309.
- O'Dohertyj, Crosby T.** The effect of diet in late pregnancy on progesterone concentration and colostrum yield in ewes. *Theriogenology*, **46**:233-241.
- Olazabal, F.** 2007 Efecto de la subnutrición durante la gestación sobre la capacidad de reconocimiento mutuo madre cría en ovejas en el primer día posparto. pag. 99 Tesis Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pedersen, C.a. Caldwell, J.D. Walker, C. Ayers, G. and Mason, G.** 1994. Oxitocin activates the postpartum onset of rat maternal behavior in the ventral tegmental and medial preoptic areas. *Behavioral Neuroscience* **108** : 1163-1171.
- Pérez, O., Jiménez de Pérez N., Poindron, P., Le Nindre, P. and Ravault, J.** 1985. Relations mère-jeune et réponse prolactinique à la stimulation mammaire chez la vache : influences de la traite et de L'allaitment libre ou entravé. *Reprod. Nutr. Devel.* **25**: 605-618.
- Perrin, G.; Ferreira, G; Meurisse, M; Nerdin, S.; Mouly, A.M.; Lévy, F.** 2007. Social recognition memory requires protein synthesis after reactivation. *Behav. Neurosci.* **1**: 148:155.
- Pissonier D, Thiéry, JC; Fabre-Nys C; Poindron, P. y Deverne, E. B.** 1985. The importance of olfactory bulb noradrenalin for maternal recognition in sheep. *Physiol. Behav.*, **35**:361-363.
- Poindron, P., and Le Neindre, P.** 1975. Comparaison des relations mère-jeune observées lors de la tete ches la brebis (*Ovis aries*) et la vache (*Bos taurus*). *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* **15**: 495-501.
- Poindron, P.** 1976b. Mother-young relationships in intact or anosmic ewes at the time of suckling. *Biology of Behaviour.* **2**:161-167.
- Poindron, P and Le Neindre, P.** 1979. Hormonal and Behavioural basis for establishing maternal behaviour in sheep. In: *Psychoneuroendocrinology in reproduction*. 121-128.
- 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.**, 1976a. Effets de la suppression de l'odorant sans lesion des bulbes olfactifs sur la selectivite du comportement maternel de la Brebis. *C.R. Acad. Sci. Paris*, **282** : 489-491.
- Poindron, P., Lévy, F., and Krehbiel, D.** 1988. Genital, olfactory, and endocrine interactions in the development of maternal behaviour in the parturient ewe. *Psychoneuroendocrinology* **13**, 99-125.
- Poindron, P. and Romeyer A.**, 1992. Mother-young relationships in goats. *IX Congreso Nacional caprino* (Memoria). U.A.N.L. 23-25 Septiembre, 1992. Monterrey N.L. México: pp.218-230
- Poindron, P., Nowak, R., Lévy, F., Porter, R.H. and Schaal, B.**, 1993b. Development of exclusive mother-young bonding in sheep and goats. *Oxford Review of Reproductive biology*, **15**:311-374

- Poindron, P., Nowak, R., Oldham, C.M. and Lyndsay, D.** 1996a. The reproductive behaviour of prolific sheep. (ed) Prolific sheep. C.A.B. international Oxon , G.B. pp.471-483.
- Poindron, P., R. Soto, and A. Romeyer.** 1997. Decrease of response to social separation in preparturient ewes. *Behavioural Processes* **40**:45-51.
- Poindron, P., and a. Terrazas.** 1999. Bases fisiológicas y sensoriales de la conducta maternal en ovinos y caprinos. Etología aplicada a las conductas reproductiva y maternal en rumiantes domésticos. Pp.1-14 Facultad de ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.
- Poindron, p., Hernández, H., Navarro, M., González, F., Delgadillo, J. y García, S.,** 1998b. Relaciones madre-cría en cabras. *Memorias XIII Reunión Nacional de caprinocultura.* San Luis Potosí, S.L.P. pp.48-66.
- Poindron, P.** 2001. El control fisiológico de la conducta materna al momento del parto en ovinos y caprinos. Pages 301 - 323 in M. J. Velázquez, editor. *Biología de la reproducción II.* Universidad Autónoma de México - Programa Universitario de Investigación en Salud.
- Poindron, P., Gilling, G., Hernández, H., Serafin, N., and Terrazas, A.** 2003. Early recognition of newborn goat kids by their mother: I. Nonolfactory discrimination. *Developmental Psychobiology* **43**, 82-89.
- Poindron, P., A. Terrazas, M. L. Navarro- Montes de Oca, N. Serafín, and H. Hernández.** 2007. Sensory and physiological determinants of maternal behavior in the goat (*capra hircus*). *Hormones and Behavior* **52**: 99-105.
- Porter, R.H.** 1994. Lambs individual odor signatures: Mosaic hipóthesis. *Advances in the Biosciences.* **93**: 233-238.
- Putu, I. G., P. Poindron, and D. R. Lindsay.** 1988. A high level of nutrition during late pregnancy improves subsequent maternal behaviour of merino ewes. *Proceedings of the Australian Society for Animal Production* **17**: 294-297.
- Rae, M. Rhind, S. Kyle, C.Fowler, P. Miller, D.and Brooks, A.** 2002. Maternal undernutrition during early pregnancy up regulates fetal testicular esteroidogenesis in sheeo. *Journal of Reproduction and Fertility Abstracts.* serie 25. Abstract 38.
- Rae, M.T.** 2001. Effect of maternal undernutrition during pregnancy on early ovarian development and subsecuent follicular development in sheep fetuses. *Reproduction* **1224**: 33-39.
- Ramírez, A., A. Quiles, M. Hevia, and F. Sotillo.** 1995. Behavior of the murciano granadin goat in the hour before parturition. *Applied animal Behavior Science.* **44**: 29-35.
- Ramírez, A. , A. Quiles, M. Hevia, and F. Sotillo.** 1998. Effects of immediate and early postpartum separation of maintenance and parturient multiparous goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **48**. 215-224.
- Regalado, M.; Torrero, C.; Salas, M.** 1999. Maternal responsiveness of neonatally undernourished and sensore stimulated rats: Rehabilitation of maternal behaviour. *Nutritional Neuroscience.* **2**: 7-18
- Ressel, A. J., Doney, J. M., and Reid, R. C.** 1967b. Energy requirements of the pregnant ewe. *Journal of Agricultural Science* **68**: 359.

- Ressel, A. J., Maxwell, T. J., Sibbald, A. R., and McDonald, D.** 1977. Relationships between energy, intake nutritional state and lamb birth weight in grayface ewes. *Journal of Agricultural Science*. **89**, 667.
- Ressel, A. J., Doney, J. M., and Reid, R. C.** 1967a. The use of biochemical parametrics in controlling nutritional state in pregnant ewes and the effect of undernourishment. *Journal of Agricultural Science* **68**, 351.
- Restall, B. J., G. H. Brown, M. A. d. Blockey, L. Cahill, and R. Kearins.** 1976. Assessment of reproductive wastage in sheep. 1. Fertilisation failure and early embryo survival. *Australian Journal of experimental Agriculture Animal Husbandry* **16**: 329-335.
- Rhind, S. Rae, M. Nigel, A.** 2001. Effects of nutrition and environmental factors on the fetal programming of the reproductive axis. *Reproduction*. **122**, 205-214.
- Robinson, J. J.** 1982. Pregnancy In *Sheep and Goat production*. (Ed. I. E. Coop), pp. 103-118. Elsevier Scientific, New Zealand.
- Robinson, J. J.** 1990. Nutrition in the reproduction of farm animals. *Nutrition Research Reviews* **3**, 253.
- Robinson, J. J.** 1996. Nutrition and reproduction. *Animal Reproduction Science*. **42**. 25-34.
- Robinson, J., Sinclair, K., and Mcevoy, T.** 1999. Nutritional effects on foetal growth. *Animal Science*. **68**, 315-331.
- Robledo, V.** 2005. Estudios de los efectos de la desnutrición durante la gestación sobre las relaciones madre-cría en cabras. Page 93. Universidad Nacional Autónoma de México, Querétaro.
- Romeyer, A.** 1993. Facteurs impliqués dans le développement de la signature olfactive individuelle chez les nouveau-nés ovins et caprins. Page 204. Doctorate Thesis, Université François Rabelais, Tours, France.
- Romeyer, A; Portter, RH; Levy, F., Nowak, R.; Orgeur, P. y Poindron P.** 1993. Maternal labelling is not necessary for the establishment of discrimination between kids by recently parturient goats. *Physiol. Behav.*, **46**: 705-712.
- Romeyer, A., Porter, R.H. Poindron, P. Orgeur, P., Chesne, P. and Poulain, N.** 1994. Recognition of dizygotic and monozygotic twin lambs by ewes. *Behaviour*, **127**:119-139.
- Romeyer, A., Poindron, P. and Orgeur, P.** 1994 a. Olfaction mediates the establishment of selective bonding in goats. *Physiology and Behavior*. **56**: 693-700
- Rosenblatt, J.S., Siegel, H.Y. and Mayer, A.D.** 1979. Progress in the study of maternal behavior in the rat: hormonal non hormonal sensory and developmental aspects. In :J.S. Rosenblatt, R.A. Hinde, C. Beer, M.C. Busnel, (eds). *Advances in the study of behavior*. Vol.10, academic, Press, New York. Pp. 225-311.
- Rosenblatt, J.S. and Siegel, H.,** 1981. Factors governing the onset and maintenance of maternal behavior among non primate Mammals. In: Gubernick, D.J., Koplper, P.H., (eds). *Parenteral Care in Mammals*. *Plenum Press, New-York*. pp.13-76.
- Rosenblatt, J.S., Mayer, A.D. and Siegel, H.Y.,** 1985. Maternal behavior among the non primate mammals. In: Addler, N., Pfaff, D., Goy, R.W. (eds) *Handbook of behavioral Neurobiology*. Vol 7, Reproduction. New York: Plenum Press, pp.229-298.

- Rosenblatt, J. S.** 1989. The physiological and evolutionary background of maternal responsiveness. *New Directions for Child Development*: 15-30.
- Russel AJF** 1978. The use of measurements of energy status in pregnant ewes. In *Blood Profiles in Animal Production*, British Society of animal Production Occasional Publication. No.1 pp 31-39. Ed D Lister, BDSAP, Milton Keynes.
- Rowel, T.E.** 1991. Till death do part long last in bond between ewes and their daughters *Anim. Behav.*, **42**:681-682.
- Rudge, M.R.** 1970. Mother and Kid behavior in feral goats (*capra hircus* L.) *Zeitschrift Fur Tierpsychologie* **27**: 687-692.
- Ruiz- Miranda CR.** 1992. The use of pelaje pigmentation in the recognition of mothers by domestic goat kids (*Capra hircus*). *Behaviour*, **123**: 121-143.
- Ruiz- Miranda CR., Szymanski, MD e Ingals JW.** 1993. Physical characteristics of the vocalization of domestic does *Capra hircus* in response to their offspring cries. *Bioacoustics*, **5**:99-116
- Scaramuzzi, R.; Campell, B. ;Downing, J.; Kendall, N.; Khalid, M.; Muñoz-Gutierrez, M.; Somchit, A.;** 2006. A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reprod. Nutr. Dev.* **46**: 339-354.
- Sachdeva, K. K., Sengar, O. P. S., Singh, S. N., and Lindahl, I. L.** 1973. Studies on goats: I Effect of place nutrition on the reproductive performance of does. *J. Agric. Sci. Camb.* **80**, 375-379.
- Sánchez C.; García M. y Alvarez M.** 2003 Efecto de la suplementación alimenticia sobre el comportamiento productivo de cabras al postparto en la microregión Río Toyuco. *Zootecnia Tropical*. **21** (1):43-55.
- Salas, M., Pulido, S., Torrero, C., and Escobar, C.** 1991. Neonatal undernutrition and self-grooming development in the rat: long-term effects. *Physiology and Behavior* **50**, 567-572.
- Salas M.; Regalado, M., Torrero, C.** 2001. Recovery of long-term maternal behavioral deficiencies of neonatally underfed rats by early sensory stimulation; Effects of successive parturitions. *Nutritional neuroscience*. **4**: 311-322.
- Searby, A., and P. Jouventin.** 2003. Mother-lamb acoustic recognition in sheep: A frequency coding. *Proc. R. Soc. Lond. B.* **270**: 1765-1771.
- Serafin, N. Terrazas, a. Hernández, H., Paredes, and Poindron, P.** 2003. Maternal behavior of intact and anomic parturient goats. In: International Ethological Conference, Florianapolis, Brazil.
- Sherman, P. VW. And Holmes, W. G.** 1985. Kin recognition : Issues and evidence. In Holdobler, B., Lindauer, M., (eds). *Experimental behavioural ecology and sociobiology*. Stuggart: Fisher, pp.437-460.
- Shillito E.** 1975. A comparison of the role of vision and hearing in lambs finding in their own dams. *Appl. Anim. Ethol.*, **1**:369-337.
- Shillito- Walser E. E., Hague, P. and Walters, E.** 1981. Vocal recognition of recorded lambs voices by ewes of three breeds of sheep. *Behaviour*. **78**: 261-272

- Shing, T. Enwere, E. Fujikawa, H. Hossam, R. Geary, C. Cross, J. Weiss, S. Greg, C.** 2003. Pregnancy stimulated neurogenesis in the adult female fore brain mediated by prolactin. *Science*, **299**: 117-120.
- Slee, J., and Springbelt, A.** 1986. Early postnatal behavior in lambs of ten breeds. *Applied Animal Behaviour Science*. **15**: 229-240.
- Smith, F.V., Van Toller, c. and Boyes, T.** 1966. The "Critical period" in the attachment of lambs and ewes. *Animal Behaviour*. **14**: 120-125.
- Stewart, M. Rhin, M. Rae, M.** 2001. Effects on nutrition and environmental factors on the fetal programming of reproductive axis. *Reproduction*, **122**:205-214.
- Symonds, M., H. Budge, T. Stephenson, and C. McMillen.** 2001. Fetal endocrinology and development-manipulation and adaptation to long-term nutritional and environmental challenges. *Reproduction* **121**: 853-862.
- 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? *Behavioural Processes* **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. *Developmental Psychobiology* **40**, 408-418.
- Terrazas, A., N. Serafin, H. Hernandez, R. Nowak, and P. Poindron.** 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**:11-320.
- Terrazas, A., Robledo, V., Serafin, N., and Poindron, P.** 2004. Goat-kid mutual recognition in the first day after birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. in ISAE, editor. *Internacional Society of Applied Ethology Congress*, Helsinki, Finlandia.
- Thomson, A.; and Thomson, W.,** 1949. Lambing in relation to the diet of the pregnant ewe. *British Journal of Nutrition*. **2**: 290-305.
- Tomomi, T; Acaboshi, N, Inoue, I; Kamomae H.** Fasting-induced suppression of pulsatile luteinizing hormone secretion is related to body energy status in ovariectomized goats. *Animal Reproduction Science*. **72**: .2002. 185-196
- Torrero, C., Perez, E., Regalado, M., and Salas, M.** 2000. Pattern of sucking movements during artificial feeding of neonatally undernourished rats. *Nutritional Neuroscience* **3**, 245-254. Waldam, B. 1988. The ecology of kin recognition. Annual review of ecology and systematics **19**: 543-571.
- Treacher, T. T.** 1970. Effect of nutrition in late pregnancy on subsequent milk production in ewes. *Animal Production* **12**, 23. AFRC. 1998. The nutrition of goats. CAB International, New York.
- Trezeguet, M; Lachin, R; Calvetty, R.; Muro, M.** 2002. Performance productiva de la cabra criolla con diferentes niveles nutricionales. *Congreso Argentino de Producción Animal*. Memorias.
- Wallace, J. M., D. A. Bourke, and R. P. Aiken.** 1999. Nutrition and fetal growth: Paradoxical effects in the overnourished adolescent sheep. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement* **54**: 385-399.

- Weary, D.** 2004 Comportamiento social y reproducción. en *Etología de los Animales domésticos*. Acribia. España. 239 pp.
- Williams, S. A. et al.** 2001. Effect of nutritional supplementation on quantities of glucose transporters 1 and 4 in sheep granulosa and theca cells . *Reproduction* 122: 947-956.