



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

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

**“Evaluación de los efectos de la desnutrición durante la vida prenatal
sobre el desarrollo corporal y conductual en crías caprinas durante los
primeros 8 meses de edad”**

**TESIS
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS**

PRESENTA

VICTOR ANGEL FIERROS GARCIA

Tutor: Dra. Angélica Ma. Terrazas García

Comité tutorial: Dra. Anne María Sisto Burt

Dr. Lorenzo Álvarez Ramírez

Cuautitlán Izcalli, Edo México 2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e Impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Victor Angel Fuentes Garcia

FECHA: 20/11/09

FIRMA: [Signature]

CRÉDITOS

Este trabajo fue realizado gracias al apoyo del proyecto PAPIIT IN207508, a la cátedra de Investigación FESC-IN2-08 y a la Fundación Internacional para la Ciencia FIS B/3872-1.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por otorgar la beca de Maestría.

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Al Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal.

AGRADECIMIENTOS

A mis **PADRES**, por todo el apoyo que me han brindado durante toda mi vida.

A mis **HERMANOS**, por que siempre vean que no existe solo una oportunidad ni un solo camino al andar.

A mis **PROFESORES**, que más que enseñarme y llenarme de conocimientos y posibilidades me han tratado también como un amigo.

A mi **TUTORA**, quien me apoyado desde el principio al final de este trabajo, y quien me ha enseñado muchas otras cosas que no solo son del ámbito de la investigación.

A mis **AMIGOS**, por apoyar y distraerme en los momentos que los necesite.

ÍNDICE

RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
I-INTRODUCCIÓN.....	11
II:-ANTECEDENTES.....	13
1.- Generalidades de los caprinos.....	13
2.-Efectos de la desnutrición durante la gestación y el desarrollo.....	13
2.1.-Efecto de la desnutrición durante el periodo periconcepcional.....	15
2.1.1.- <i>El periodo de embriogénesis.....</i>	15
2.2.-Efecto de la desnutrición durante el primer tercio de la gestación.....	17
2.2.1 <i>Importancia de la formación y capacidad placentaria.....</i>	17
2.3.-Efecto de la desnutrición durante el segundo tercio de la gestación.....	19
2.4.-Efecto de la desnutrición durante el último tercio de la gestación.....	21
3.- Efectos de la desnutrición prenatal en el comportamiento.....	22
4.-Comportamiento materno alrededor del Parto.....	22
4.1.- <i>Separación preparto.....</i>	22
4.2.- <i>Reconocimiento y cuidado materno inmediato al neonato.....</i>	23
4.3.- <i>Comportamiento de la cría.....</i>	25
5.- Comportamiento social en los mamíferos.....	26
5.1.- <i>Formación de la jerarquía y dominancia en rumiantes.....</i>	27
5.2.- <i>Efecto de la desnutrición prenatal en el comportamiento social.....</i>	30
III.- JUSTIFICACIÓN.....	32
IV.-OBJETIVO GENERAL.....	33
V.-OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	33
VI.- HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	34
VII.-MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
VIII.-RESULTADOS.....	43
IX-DISCUSSION.....	75
X-CONCLUSIONES.....	83
XI.-BIBLIOGRAFIA.....	84
XII- ANEXOS.....	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1- Distribución de los animales según la alimentación de las madres y a lo largo del tiempo de experimentación	30
Tabla 2.- Comportamiento de la cría en los primeros 60 minutos post-parto (Media \pm error estándar). Diferencia entre grupo control y desnutrido,.....	49
Tabla 3.- Frecuencia de conductas (Media \pm error estandar) evaluada en los machos en la prueba de separación social.....	59

FIGURAS

Figura 1.- Modelo de “DomWorld” (dominancia mundial) adaptado de Hemerlrijk, 2002.....	22
Figura 2.- Esquema que ilustra el corral de prueba utilizado para la prueba de separación social.....	34
Figura 3.- Peso corporal (Media \pm error estándar) de las hembras del grupo control (n=10) y del grupo desnutrido (n=12), desde el nacimiento hasta las 31 semanas de edad.....	37
Figura 4.- Peso corporal (Media \pm error estándar) de los machos del grupo control (n=9) y del grupo desnutrido (n=10), desde el nacimiento hasta las 43 semanas de edad.....	38
Figura 4.- Peso corporal (Media \pm error estándar) de los machos del grupo control (n=9) y del grupo desnutrido (n=10), desde el nacimiento hasta las 43 semanas de edad.	38
Figura 5.- Ganancia de peso (Media \pm error estándar) de las hembras del grupo control (n=10) y del grupo desnutrido (n=12), desde el nacimiento hasta las 31 semanas de edad.....	39
Figura 6.- Ganancia de peso (Media \pm error estándar) de los machos del grupo control (n=9) y del grupo desnutrido (n=10), desde el nacimiento hasta las 43 semanas de edad.....	39
Figura 7.- Índice de masa corporal (Media \pm error estándar) de las hembras del grupo control (n=10) y del grupo desnutrido (n=12), desde la semana 15 hasta las 31 semanas de edad.....	40
Figura 8.- Índice de masa corporal (Media \pm error estándar) de los machos del grupo control (n=9) y del grupo desnutrido (n=10), desde la semana 15 hasta las 43 semanas de edad	41

Figura 9.- Longitud testicular (Media \pm error estándar) de los machos del grupo control (n=9) y del grupo desnutrido (n=10), desde la semana 19 hasta las 43 semanas de edad.....	42
Figura 10.- Perímetro testicular (Media \pm error estándar) de los machos del grupo control (n=9) y del grupo desnutrido (n=10), desde la semana 19 hasta las 43 semanas de edad.....	42
Figura 11.- Longitud (Media \pm error estándar), de los cuernos en hembras de los grupos control (n=10) y desnutrido (n=12) durante los primeros 4 meses de edad.....	44
Figura 12.- Longitud (Media \pm error estándar), de los cuernos en los machos del grupos control (n=9) y desnutrido (n=10) durante los primeros 7 meses de edad.....	45
Figura 13.- Tiempo transcurrido al primer intento de levantarse entre los cabritos del grupo control y desnutrido en la primera hora de vida.....	47
Figura 14.- Tiempo transcurrido en búsqueda de la ubre entre los cabritos del grupo control y desnutrido en la primera hora de vida.....	47
Figura 15.- Tiempo que tardaron los cabritos para estar de pie, en el grupo control y el grupo desnutrido en la primera hora de vida.....	48
Figura 16.- Latencia de estar cerca de la ubre entre los cabritos del grupo control y desnutrido en la primer hora de vida.....	48
Figura 17.- Matriz de dominancia según el Índice de éxito obtenido en los cabritos del grupo control (hembras y machos a los seis meses de edad, antes de la separación por sexos.....	51
Figura 18.- Frecuencia de encuentros victoriosos y derrotas de las hembras del grupo control y el grupo desnutrido durante el periodo que permanecieron juntos.....	51
Figura 19.- Matriz de dominancia según el Índice de Éxito obtenida del grupo desnutrido (hembras y machos) a los tres meses y medio de edad.....	52
Figura 20.- Frecuencia de encuentros victoriosos y derrotas alcanzadas en los machos del grupo control y el grupo desnutrido durante el periodo junto con las hembras.....	52
Figura 21.- Frecuencia de derrotas entre machos y hembras en la primera fase del grupo control y desnutrido.....	53

Figura 22.- Frecuencias de encuentros victoriosos y derrotas en las hembras, 15 días después de la separación por sexos.....	55
Figura 23.- Frecuencia de encuentros victoriosos en machos y hembras del grupo control y desnutrido 15 días después de la separación.....	55
Figura 24.- Matriz de dominancia según el índice de éxito en las hembras del grupo control, 15 días después de la separación por sexo.....	56
Figura 25.- Matriz de dominancia según el índice de éxito en las hembras del grupo desnutrido, 15 días después de la separación por sexo.....	56
Figura 26.- Frecuencia de encuentros victoriosos y derrotas en los machos, 15 días después de la separación.....	57
Figura 27.- Matriz de dominancia según el índice de éxito en los machos del grupo control.....	57
Figura 28.- Matriz de dominancia según el índice de éxito en los machos del grupo desnutrido.....	57
Figura 29.- Frecuencia de intentos de escapar del corral en los machos del grupo control y el grupo desnutrido en la prueba sin compañeros y con compañeros.....	58
Figura 30.- Índice de agitación entre los machos del grupo control y del grupo desnutrido en las pruebas con compañeros y sin compañeros.....	59
Figura 31.- Frecuencia de balidos altos entre hembras del grupo control y el grupo desnutrido durante la prueba con compañeras y sin compañeras.....	61
Figura 32.- Frecuencia de olfateos a coespecíficos entre las hembras del grupo control y desnutrido.....	62
Figura 33.- Frecuencia de eliminaciones entre las hembras del grupo control y el grupo desnutrido durante la prueba con compañeras y sin compañeras.....	62
Figura 34.- Frecuencia de cambios de lugar entre las hembras del grupo control y el grupo desnutrido durante la prueba con compañeras y sin compañeras.....	63
Figura 35.- Frecuencia de intentos de escapar del corral entre las hembras del grupo control y el grupo desnutrido durante la prueba con compañeras y sin compañeras.....	63

Figura 36.- Índice de agitación entre las hembras del grupo control y el grupo desnutrido durante la prueba con compañeras y sin compañeras.....	64
Figura 37.- Frecuencia de olfateos a coespecíficos entre hembras y machos del grupo control.....	66
Figura 38.- Frecuencia de cambios de lugar entre las hembras y los machos del grupo control.....	66
Figura 39.- Índice de agitación entre las hembras y los machos del grupo control.....	67
Figura 40.- Frecuencia de eliminaciones entre las hembras y machos del grupo desnutrido.....	68
Figura 41. - Frecuencia de olfateos entre hembras y machos del grupo desnutrido.....	68

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de la desnutrición durante la segunda mitad de la gestación, sobre el desarrollo corporal y conductual en cabritos (hembras y machos). Se evaluaron 10 cabritos machos y 12 hembras (grupo desnutrido), provenientes de madres experimentalmente desnutridas con sólo el 70% de sus requerimientos nutricionales, a partir del día 75 de gestación hasta el parto. Por su parte se evaluaron 9 cabritos machos y 10 hembras del grupo control (sus madres fueron multíparas y alimentadas al 100% de sus requerimientos alimenticios durante toda la gestación). Los animales fueron pesados desde el nacimiento hasta los 2 meses de edad cada 15 días, después fueron pesados cada 30 días para obtener el desarrollo corporal donde se midieron: peso corporal, ganancia de peso, índice de masa corporal (IMC), longitud de los cuernos, circunferencia y largo testicular (para el caso de machos). También se registraron las conductas como vocalizaciones, actividad motriz y búsqueda de la ubre durante la primera hora de nacidos. Así mismo, se evaluó la formación de la jerarquía social a los 6 meses de edad, mientras se encontraban en grupos mixtos debido al sexo y 15 días posteriores una vez que se separaron en corrales por sexo. Dicha evaluación se hizo calculando el índice de éxito en donde se registran la frecuencia de victorias y derrotas en pares de animales. Finalmente a los 6 meses y medio de edad se evaluó la respuesta a la separación social a través de una prueba que iniciaba con el animal en compañía de sus coespecíficos durante 5 minutos y posteriormente era separado de los mismos durante otros 5 minutos. En esta prueba en ambas situaciones se registraron conductas como vocalizaciones, actividad motriz, y olfateos. Los efectos de la desnutrición no afectaron de manera significativa el peso de los machos a lo largo del estudio, tampoco el largo de los cuernos, la circunferencia testicular y el IMC, sin embargo, la ganancia de peso en las últimas semanas de estudio fue mayor para los machos provenientes del grupo desnutrido ($P>0.05$) que los controles.

Para el caso de las hembras sí hubo una ligera tendencia a que las controles pesaron más, que las provenientes de madres desnutridas y esto fue significativo para las semanas 23, 27 y 31 ($P<0.05$). Así mismo, la ganancia de peso, y el índice de masa corporal fue mayor para las hembras controles que para las provenientes del grupo desnutrido ($P>0.05$).

En la conducta en la primera hora postparto, se encontró que los cabritos provenientes de madres desnutridas tardaron más tiempo para intentar incorporarse, para acercarse a la ubre y para amamantarse por primera vez comparado con los cabritos controles. En el caso de la jerarquía social a la edad de 6 meses, mientras que las hembras y machos se mantuvieron mezclados aún no se observó de una definición de jerarquía social. En este mismo periodo las hembras en ambos grupos ocuparon lugares más bajos que los machos, y de hecho las hembras del grupo desnutrido tuvieron las jerarquías más bajas comparado con las controles. Una vez que los grupos fueron divididos a su vez por sexos, se encontró que tanto los machos como las hembras provenientes de madres desnutridas la formación de jerarquías se retrasó, comparado con los controles en donde se observa, en ambos sexos, una jerarquía más estable.

Finalmente se encontró que la desnutrición prenatal afecta la respuesta a la separación social sólo en las hembras, de esta manera se observa que en ambas situaciones de la prueba (con compañeras y sin compañeras), los animales se mostraron menos reactivos comparado con los controles a los 6 meses de edad. Se concluye que: a) La desnutrición prenatal afecta al vigor del neonato durante la primera hora posnacimiento, b) que deteriora el desarrollo corporal de las hembras, y puede provocar un crecimiento compensatorio en los machos. c) Así mismo retrasa la formación de las jerarquías, tanto en hembras como en machos y d) provoca que las hembras no respondan ante situaciones estresantes o adversas. Estos efectos se verán reflejados sobre la producción del hato, la salud y el bienestar animal.

ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate the effects of undernutrition during the second half of pregnancy until birth on the development of the kids (males and females) and their behavior during the first six months of age. Ten males and 12 females goat kids coming from underfed mothers were used (mothers were underfed with 75% of their nutritional requirements from day 75 of pregnancy until birth, then their requirement were recovered). Also 9 males and 10 females coming from control mothers were used (mother were fed with 100% of their nutritional requirements during the whole of pregnancy). Body weight was recorded at birth, then every 15 days until second month of age, and every month until the end the experiment. The growth of the horns and testicular development were also recorded from second month age in males. The gain of weight and the body mass index were calculated for males and females. The behavior of the kids was recorded during the first hour after birth, (vocal and locomotors activity and search of the udder). After this time kids stayed with their mother until the second month of age when they were weaning, then control males and females stayed in one pen together and females and males form underfed group in another pen (this management lasted from month 2 until 6 of age when each sex was allocated in one pen). The establishment of social hierarchy was asses at 6 month of age and 15 days later when kids were separated due their sex. This parameter was obtained through recording the agonistic behaviors of the kids. Finally the response to social isolation was evaluated at six months of age in both males and females, vocal and locomotor activity; nosing behavior and elimination were recorded during a test that lasted 10 minutes (5 minutes in presence of coespecifics and 5 minutes in social isolation).

The results shows that undernutrition in prenatal life did not affect the body weigh, the body mass index, the growth of the horns, the testicular development in males kids during their first six month of age, however at the end of this evaluation the gain of weight was more evident in males of underfed group that controls.

In the case of females, there was an effect, control female kids have more weight than underfed kid through the study and this difference was significative at weeks 23, 27 and 31 ($P < 0.05$). Gain of weight and body mass index shows similar results.

The behavior of the kids during the first hour after birth was also affected because of undernutrition in prenatal life. Kids from underfed mothers take longer time to traits to stand up, to reach the udder and to begin the suckling behavior in comparison with control kids.

Result from social hierarchy evaluated at six month of age show that it was not already defined, because in both groups there were interactions between animals with low range toward animals with high hierarchy. In many cases females at this age have low places in the hierarchy compared to males. However females from underfed group take lower places than control females.

When animals were mixed by sex (6 month and 15 days), we founded that those from control group (males and females) show a tendency to establish a stable hierarchy, compared to underfed animals.

Finally we found that undernutrition impairs the response to social isolation at six month of age only in females. In both part of the test (with or without coespecifics) the underfed females show less reactive compared to control females.

We concluded that prenatal under nutrition: a) impairs the vitality of newborn goat kid during fist hour after birth; b) also impair the development in females than in males; c) Also delay the establishment of lineal hierarchy at six month of age both in males and females; d) Finally impair the response to anxiolitic situations in females. This can be reflecting on production, heath and animal welfare in the herd.

I-INTRODUCCIÓN

En México el mayor porcentaje de los hatos caprinos pertenecen a productores con bajos recursos, por lo que las condiciones de alimentación y cuidado de los animales son deficientes. Así mismo, existe un evidente problema de mortalidad de crías durante la época de lactancia, los principales factores que inducen esta mortalidad son: la inanición y exposición, problemas patológicos, baja producción de leche en las madres y otros que hasta el momento se reportan como desconocidos (Torres-Acosta *et al.*, 2001; Ramírez-Bibriesca *et al.*, 2001).

Algunos de los problemas de mortalidad postnatal se asocian a su vez con situaciones de mala alimentación antes y después del nacimiento (Morand-Fehr y Sauvant, 1978). De esta manera se puede observar que madres con deficiente aporte alimenticio durante la gestación, producen menor cantidad de calostro, lo que a su vez afecta, el aporte nutricional e inmunitario hacia la cría (Morand-Fehr y Sauvant, 1980). Esto tiene consecuencias sobre el vigor de la cría, lo cual a su vez puede ocasionar susceptibilidad a enfermedades. Por otro lado, la inanición y exposición son ocasionados no sólo por el efecto indirecto de las condiciones climáticas, sino también por la mala atención de parte de la madre en los primeros días de nacidos (Morand-Fehr, 1984; Putu, 1988; Putu *et al.*, 1988b), la cual se puede dar también como consecuencia de una mala nutrición durante la gestación (Mellor y Stafford, 2004).

En trabajos recientes realizados en cabras se ha demostrado que una mala alimentación durante la segunda mitad de la gestación ocasiona un deterioro en el cuidado materno durante las primeras horas de vida de las crías (Robledo, 2005; Terrazas *et al.*, 2008). La cual entre menor sea la latencia en ponerse de pie y de amamantamiento mayor será su capacidad de sobrevivencia (Konyali *et al.*, 2007). Así mismo, tanto en madres como en crías se afecta la

capacidad de reconocimiento a 8 y 12 horas respectivamente (Terrazas *et al.*, 2008). Resultados similares han sido observados en ovejas (Dwyer *et al.*, 2003; Putu *et al.*, 1988a).

En roedores se ha estudiado ampliamente el efecto de la desnutrición a corto y largo plazo, en distintos contextos conductuales. Dentro de las alteraciones a largo plazo en la función cerebral, destacan las deficiencias en la respuesta maternal de ratas que fueron desnutridas durante el periodo perinatal. También en roedores se ha demostrado que la desnutrición prenatal afecta algunos factores relacionados con eventos sociales, especialmente con la ansiedad, y que dichas alteraciones pueden también cambiar debido al sexo del animal (Almeida *et al.*, 1994; Almeida *et al.*, 1996; Singewald *et al.*, 2004).

Es posible que los factores como una mala atención materna durante el proceso de aprendizaje de las crías, aunado al retraso en el desarrollo del sistema sensorial y motriz, puedan afectar el establecimiento de un adecuado vínculo social en crías hembras y machos caprinos, durante su desarrollo.

II.- ANTECEDENTES

1.-Generalidades de los caprinos

Las cabras son animales gregarios y esta es la principal característica por la cual se permitió su domesticación hace aproximadamente 10,000 años (Rout *et al.*, 2002; Orgeur *et al.*, 1990), desde entonces la domesticación de las cabras ha sido un proceso de selección en el cual los animales tienen que mostrar una buena capacidad de adaptación fisiológica y conductual para la cual sean requeridos en los sistemas de producción: y es así como a través del tiempo, se han obtenido características específicas deseables en cada tipo de explotaciones caprinas (Bousson y Boissy 2005).

Los datos muestran que el inventario caprino mundial oscila entre 720 millones de cabezas, el 95.8% de estos está localizado en países en vías de desarrollo y el restante 4.2 % a países desarrollados. América, Brasil y México aportan el 80% de la producción láctea caprina (Montaldo y Manfredi, 2002).

En México, hay una población de 9 millones de caprinos, el 70 % los cuales se concentran en los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas, Guanajuato, Hidalgo, Puebla y Oaxaca (SIACON, 2003). En los cuales el objetivo de la producción caprina es la leche para la fabricación de quesos y dulces tradicionales, pies de cría, cabritos de un mes de vida y adultos para consumo (Arbiza, 1988).

2.- Efectos de la desnutrición durante la gestación y el desarrollo.

En humanos el suministro inapropiado de nutrientes durante el periodo gestacional dan como resultado una restricción del crecimiento intrauterino (IUGR), esta es la causa de mortalidad y morbilidad infantil, que afecta a el 8 y el 17% de los embarazos en el mundo (UNICEF, 2003). El crecimiento restringido infantil si se sobrevive a este periodo neonatal, tiene un alto riesgo de desarrollar algunas complicaciones a lo largo de la vida, como: deficiencia mental, visual y autismo (Hack y Merkatz, 1995). En el humano, las

anormalidades en la estructura y función de la placenta la causa central de la restricción del crecimiento intrauterino (IUGR), y el volumen de reducción placentaria a la mitad de la gestación produce una restricción del crecimiento fetal (Thame *et al.*, 2004). Así mismo, se incrementa la predisposición a enfermedades cardiovasculares, metabólicas y endocrinas que se han observado en humanos (Barker y Clark, 1997). Estudios animales y epidemiológicos, han demostrado que el suministro de nutrientes durante la gestación temprana son críticos para el desarrollo de la organogénesis fetal (Reynolds y Redmer, 1995; Han *et al.*, 2004).

Para explorar los mecanismos que interfieren en la insuficiencia placentaria y sus consecuencias en el feto humano se han tenido que utilizar modelos de animales como las ovejas, lo cual evita problemas de ética y es más fácil trabajar y realizar dichas pruebas las cuales parecen tener similitudes en el transporte y circulación placentaria (Wallace *et al.*, 2005). Los problemas de nutrición en ovejas ocasionan principalmente bajo peso al nacimiento e incidencia de abortos y esto es un factor importante el cual puede afectar la salud y la economía en el sector médico como en el agrícola (Osgerby *et al.*, 2002). La desnutrición durante la gestación puede causar cambios significativos en el crecimiento fetal. En un estudio de ovejas gestantes desnutridas se reportaron cambios evidentes en los diferentes periodos de gestación que van desde el periodo periconcepcional hasta el último tercio de la gestación (Osgervy *et al.*, 2002; 2004; Scheaffer *et al.*, 2004).

Por su parte en las ovejas Blackface se ha visto que una dieta baja en proteínas a partir del día 100 de la gestación da como resultado un bajo peso del cordero al nacimiento (Borwick *et al.* 2003). Los estudios aplicados a los modelos animales muestran que los efectos en la alteración en el desarrollo funcional de la placenta parecen ser irreversibles. Los fetos con restricción de crecimiento intrauterino (IUGR) suelen ser hipóxicos e hipoglicémicos y tienen una disminución de insulina, factor 1 de crecimiento parecido a la

insulina (IGF-1), y elevadas concentraciones de lactato. Así entonces se ve disminuida la utilización de glucosa y oxígeno. Se sugiere que manteniendo las concentraciones de estos sustratos en un nivel deficiente se puede aumentar la sensibilidad para las señales metabólicas y así prevenir enfermedades en la vida adulta (Wallace *et al.*, 2005).

2.1.- Efecto de la desnutrición durante el periodo periconcepcional

2.1.1 El periodo de embriogénesis

La embriogénesis, se caracteriza por un gran incremento en el número de células y por el inicio de fenómenos precisos y pocos conocidos que permiten una expresión génica diferenciada en determinados grupos celulares que tendrán como consecuencia la morfogénesis de los diversos órganos fetales durante la primera semana gestacional. Por su parte, la proliferación celular es muy intensa, sin que permita apreciarse estructuras diferenciadas. Durante la segunda semana de gestación la masa celular se diferencia en dos capas: el ectodermo y el mesodermo y en la tercera aparece una nueva capa, el mesodermo, después se aprecian los somitas y se inicia la diferenciación de los órganos fetales, en el cual existen factores de transcripción, y sus genes correspondientes que regulan la diferenciación de las células madres pluripotenciales hacia células con capacidad fenotípica y funcional bien definida (Carrascosa, 2005).

La nutrición materna tiene una marcada influencia en el desarrollo de la placenta y el feto. El factor de crecimiento parecido a la insulina es muy importante para determinar el tamaño del feto. Así entonces la expresión de los componentes del sistema de IGF son regulados por la nutrición. Por lo tanto, los efectos en el crecimiento del feto están mediados por los sistemas de IGF en el útero y la placenta. La mucosa del oviducto produce IGF-I, en estas secreciones del oviducto, los cuales pueden actuar directamente en los receptores

embrionarios de IGF-I. En el útero se han localizado mRNA de IGF-I localizados en el estroma alrededor de las glándulas endometriales, que contienen grandes concentraciones de receptores IGF-I (Wathes *et al.*, 1998). En embriones de bovinos y ovejas, en el estado de pre-implantación (blastocisto) han sido identificados receptores de IGF-I y IGF-II por técnicas de reacción de la polimerasa (PCR) (Watson *et al.*, 1992; Watson *et al.*, 1994). Así los mRNA de IGF-I e IGF-II que están presentes en las células del oviducto (Stevenson *et al.*, 1996; Watson *et al.*, 1994), posiblemente tendrán efectos benéficos para la el desarrollo de el blastocito (mitosis) (Gandolfi *et al.*, 1987; Wathes *et al.*, 1998).

La desnutrición en ovejas, durante el desarrollo del periodo de peri implantación embrionaria programa una disfunción cardiovascular. Los estudios sugieren 2 posibilidades interrelacionadas a los mecanismos de estos fenómenos: (1) la alteración del control del baroreflejo y (2) el incremento en la actividad del angiotensinógeno II. Esta restricción durante el periodo de peri-implantación incrementa la presión pulsátil y como consecuencia afecta la curva del baroreflejo en el ventrículo izquierdo. La desnutrición durante la peri-implantación puede programar disfunciones cardiovasculares y tener consecuencias en la vida del adulto como hipertensión arterial (HTA) (Gardner *et al.*, 2004).

La desnutrición maternal durante este periodo disminuye la secreción de insulina plasmática materna la cual repercute en el tamaño del feto y en la maduración de las células pancreáticas fetales afectando los mecanismos de regulación y secreción de insulina. Esto está relacionado con el bajo peso al nacimiento y el incremento a desarrollar diabetes tipo 2 en la vida adulta (Oliver *et al.*, 2001).

Se ha postulado que la desnutrición durante el periodo de peri implantación o días antes de la concepción aumenta los niveles de glucocorticoides en la madre y éstos pueden actuar en la maduración y reprogramación del desarrollo del eje hipotálamo-hipófisis-

adrenales (HPA), y se verá reflejado en la adaptación intrauterina, al término de la gestación, por lo que al momento del nacimiento da como resultado un exceso de glucocorticoides que pueden afectar la salud a lo largo de la vida del individuo (Bloomfield *et al.*, 2003, 2004; Jaquier *et al.*, 2006). Edwards y McMillen (2002), encontraron que el número de fetos y el sexo tienen un efecto en la programación preparto, del eje HPA fetal. Las concentraciones de hormona adrenocorticotrófica (ACTH) son más altas cuando es un feto único, comparados con los fetos gemelares, las concentraciones de cortisol en plasma preparto ocurren más rápido en los fetos únicos. La activación preparto del eje HPA ocurre primero en los fetos machos que en las hembras. Esto demostró que la desnutrición peri-concepcional después y durante el periodo de preimplantación resulta en una alteración del desarrollo del eje HPA incrementado los niveles de ACTH fetal al final de la gestación, y esto podría afectar la salud del individuo a lo largo de la vida (Edwards y McMillen, 2002).

2.2.- Efecto de la desnutrición durante el primer tercio de la gestación.

2.2.1 Importancia de la formación y capacidad placentaria.

En ovejas y otros mamíferos, el crecimiento fetal es condicionado por el desarrollo normal de la placenta. El primer tercio de gestación es crítico para el crecimiento de placentomas, diferenciación y vascularización. Con una desnutrición al 50% de sus requerimientos durante el día 28 al 78 se ha encontrado a los fetos marcadamente pequeños (Vonnahme *et al.*, 2003). Los factores que desencadenan el crecimiento placentario, particularmente en el primer tercio de la gestación son conocidos (Mellor, 1983; Bell *et al.*, 1999; Wallace *et al.*, 1999). En ovejas los mRNA de las proteínas de acompañamiento de IGF están localizados en el lumen, en el epitelio glandular, en el estroma sub-epitelial y en las cápsulas de los placentomas (Wathes *et al.*, 1998; Han *et al.*, 2000). Los factores de crecimiento de la familia de la hormona de crecimiento (GH) y la prolactina (PRL) parecen

estar involucrados. En ovejas, la producción de lactógeno placentario (oPL) secretado por las células binucleadas trofoblásticas, que en vivo ocurre entre el día 30 y 60 de gestación, hasta el final de ésta parece también estar involucrado (Chan *et al.*, 1978; Lacroix *et al.*, 2002). Debido a que la expresión de estos factores hormonales es controlada por la nutrición, un inapropiado suministro de nutrientes durante el primer tercio de la gestación, podría tener efectos negativos en la regulación de ésta; y por lo tanto repercutirá en el desarrollo de la placenta y el feto.

Los aminoácidos y poliamidas son esenciales para el crecimiento de la placenta y el feto. Se ha encontrado que las glutaminas y poliamidas son abundantes en el líquido amniótico ovino (Kwon *et al.*, 2003). Por lo tanto, la desnutrición materna reduce la concentración de aminoácidos (particularmente serina y arginina) y poliamidas maternas y en el plasma fetal como en los fluidos alantoideo y amniótico del feto (Kwon *et al.*, 2004). Si la restricción se da durante el periodo en el cual crece más rápido la placenta (entre el día 28 y 77 de gestación) (Whorwood *et al.*, 2001; Kwon *et al.*, 2004; Gnanalingham *et al.*, 2005), ya que se han hecho estudios en el cual se desnutrió al 50% en el periodo periconcepcional (45 d) hasta el día 7 de gestación y después de este se restableció a un 100% la nutrición materna, en la cual no se encontró diferencia en el peso de las placentas de los fetos gemelares (MacLaughlin *et al.*, 2005).

Estudios animales y epidemiológicos, han demostrado que el suministro de nutrientes durante la gestación temprana son críticos para el desarrollo de la organogénesis fetal (Reynolds y Redmer, 1995; Han *et al.*, 2004), ya que puede afectar la sistemas endócrinos y cardiovasculares, acompañado de cambios en el peso del feto, principalmente en la circunferencia abdominal, la longitud del fémur, el peso del cerebro y el hígado, que serán evidentes al final de la gestación (Nishina *et al.*, 2003).

Hawkins, (1999) demostró que la desnutrición con tan sólo el 15% de la reducción de los nutrientes durante el primer tercio de gestación altera el desarrollo del eje HPA fetal, produciendo una reducción en la respuesta adrenal al estímulo endógeno, de hormona liberadora de corticotropinas (CRH) + arginina-vasopresina (AVP), reduciendo los niveles plasmáticos de hormona adrenocorticotrópica (ACTH) y cortisol fetal. Esta alteración podría tener consecuencias en la regulación de los órganos fetales y postnatales (Hawkins *et al.*, 1999).

La desnutrición durante este periodo afecta la tasa de oocitos fetales (Rae *et al.*, 2002) interfiriendo en la proliferación y la expresión de los genes que regulan la apoptosis en el desarrollo fetal del ovario cuando se desnutre al 50% del día 0-30 de gestación (Lea *et al.*, 2006). La restricción maternal de nutrientes influirá en la expresión genética de la organogénesis fetal, se ha demostrado que la desnutrición con una restricción del 50% de nutrientes durante el primer tercio de gestación causa un crecimiento compensatorio en el ventrículo izquierdo y derecho del feto, que será evidente al día 78 de gestación esto se debe a la alteración de los factores de transcripción y a proteínas específicas activadoras de la expresión genética para la formación del músculo liso y el endotelio del ventrículo izquierdo (Han *et al.*, 2004).

2.3.- Efecto de la desnutrición durante el segundo tercio de la gestación

Durante los primeros 30 días de este periodo, todavía será relevante la condición nutricional de la madre para el crecimiento del feto y la placenta, ya que se desarrolla más rápidamente entre los días 27 y 80 de la gestación (Whorwood *et al.*, 2001; Kwon *et al.*, 2004; Gnanalingham *et al.*, 2005), el tamaño y crecimiento máximo de los placentomas se da entre los días 75 y 80 de gestación (Wallace *et al.*, 1999). Los efectos de la desnutrición crónica con una ración del 70% de nutrientes resultan en alteraciones placentarias como modificaciones

en la expresión de IGF placentarios. El peso de la placenta se ve reducido, acompañado de la reducción en el número y tamaño de los placentomas, como su expresión de proteínas de acompañamiento IGF (IGFBP) y los receptores de mRNA disminuyen en la vellosidad del epitelio. Esto repercutirá en el producto, causando bajo peso en el timo y el cerebro del embrión (Osgerby *et al.*, 2002, 2004). Se ha encontrado también un efecto sobre las fibras musculares del feto debido a que éste depende de la nutrición materna durante el segundo tercio de gestación, y la disminución de ésta resulta en decremento en la proliferación de mioblastos y en la diferenciación de las fibras musculares (Brameld *et al.*, 2000). La diferenciación de estas células musculares en ovejas ocurre después del día 85, este hallazgo fue determinado por los cambios en la expresión de IGF-I y II, receptores de hormona del crecimiento, miostatina y miogenina. Fahey *et al.*, (2005) encontraron que un decremento en la dieta materna durante la gestación después de la diferenciación del músculo, entre los días 85 y 115 de gestación, puede alterar el desarrollo de las fibras musculares en el feto (Fahey *et al.*, 2005).

Sin embargo, se ha tratado de contrarrestar los efectos de la desnutrición con tratamientos maternos de hormona de crecimiento (GH) en ovejas púberes, a partir del día 35 al 80 de gestación durante este periodo de placentación, el cual alteró el estatus endócrino de la madre, pero ha resultado benéfico para el crecimiento uteroplacenta y fetal (Wallace *et al.*, 2004).

En este periodo la desnutrición puede afectar el crecimiento del pulmón *in utero* (Symonds *et al.*, 1995; Harding *et al.*, 2000). El adecuado suministro de nutrientes es importante para el desarrollo del pulmón fetal ya que se encuentra en la fase pseudoglandular, (el inicio de la formación del pulmón) se ha encontrado que la desnutrición no afecta en el peso del pulmón al nacer, pero es relevante el incremento en: una proteína de

desacoplamiento 2 (UCP) que se localiza al interior de la membrana mitocondrial; a la cual se le atribuyen funciones como balance de energía, producción de oxígeno, apoptosis e inmunidad como mediador de macrófagos (Arsenijevic *et al.*, 2000), los receptores de glucocorticoides (GR) y mRNA de 11-HSD1 (11-hidroxisteroide deshidrogenasa). Los cuales pueden alterar la producción de radicales libres de oxígeno afectando los niveles de UCP2 y su regulación (Gnanalingham *et al.*, 2005). Estas alteraciones en los glucocorticoides quizás se deban a la “teoría, de la programación” la cual dice, que la desnutrición durante esta fase programa una alteración celular específica en la expresión de los receptores de glucocorticoides, de las isoformas 11-hidroxisteroide deshidrogenasa y las tipo 1 angiotensina II (AT1) en ovejas neonatas. La persistencia de la especificidad celular incrementa en la expresión de GR, 11-HSD1 y AT1 y un decremento en la expresión de 11-HSD2 en las adrenales del recién nacido se debe a una programación genética adaptativa de la poca disponibilidad de nutrientes del feto. Esto puede traer problemas cardiovasculares y problemas en el metabolismo en la vida del adulto (Whorwood *et al.*, 2001; Maloney y Rees, 2005).

2.4.- Efecto de la desnutrición durante el último tercio de la gestación

La dieta baja en energía (Woodall *et al.*, 1996) y baja en proteína (Langley y Jackson, 1994) durante este periodo, resultará en un bajo peso al nacimiento y un incremento en la presión sanguínea al nacimiento. Dentro de los días 90 y 135 de gestación no interferirá con el peso de la placenta. Pero una desnutrición con sólo el 70% de la ración al día 135 de gestación producirá un decremento en el grosor de los placentomas, estos cambios son acompañados de una alta expresión de mRNA de IGFBP-6 en las vellosidades maternas placentarias. El cambio en la forma y conformación de los placentomas son acompañados de una reducción del radio y área olantocoriónica (Osgerby *et al.*, 2004). El tamaño del humero y

la escápula se ve reducido, como el peso del músculo semitendinoso en los fetos que fueron sometidos a una desnutrición en el día 134, esto acompañado de una caída en la glucosa, insulina y IGF-1 fetal producirá un bajo peso al nacimiento (Osgerby *et al.*, 2002).

El efecto de la restricción de nutrientes a un 50% de la dieta a ovejas con 115-125 y 135-145 días de gestación (con un término de 147 ± 3 días de gestación). Se encontró la glucosa fetal plasmática en valores bajos y no hubo diferencia en los niveles de cortisol y ACTH con el control, y que la presión arterial fetal incrementó entre los días 135 y 145 de gestación en correlación a los niveles plasmáticos de cortisol. La presión arterial de los fetos quizás esté relacionada en parte con la exposición de la acción de cortisol materno. Estos cambios en los mecanismos fisiológicos predisponen a hipertensión y enfermedades cardiovasculares en la vida del adulto (Edwards y McMillen, 2001).

3.- Efectos de la desnutrición prenatal en el comportamiento.

3.1.-Comportamiento materno alrededor del parto

3.1.1.—Separación preparto

A pesar del gregarismo de las cabras y ovejas estos animales muestran una tendencia a aislarse del resto del rebaño antes del parto, esto lo hacen 15 días a 4 horas antes del parto (Gonyou 1984; Poindron 1997, 1998), este cambio drástico en la conducta social en ovejas da al momento del parto una interacción fuerte entre la madre y la cría por ejemplo las madres que fueron separadas de sus crías al momento del parto respondieron mejor a la separación social que las hembras no gestantes ni lactantes. Esta conducta, al separarse de sus coespecíficos permite que la madre no responda de manera adversa al aislamiento, que inevitablemente ocurre al momento del parto, y esto podría tener un efecto negativo en la formación del vínculo madre-cría, debido a un periodo sensitivo donde ocurre la

memorización mediante pistas sensoriales (Poindron 1979, 1997, 2003; Poindron *et al.*, 2007).

3.2.-Reconocimiento y cuidado materno inmediato al neonato

Las cabras, al igual que las ovejas pueden establecer un vínculo selectivo alrededor de las primas 2 a 4 horas postparto. Este reconocimiento olfatorio está mediado por la preparación hormonal progesterona-estrógenos, así como por la estimulación cervico-vaginal, debida a la expulsión del feto. Durante este periodo sensible la madre aprende las señales olfatorias de su cría (s) (Poindron *et al.* 2007 b). Sin embargo, además del reconocimiento olfatorio, las cabras también son capaces de reconocer a su cría por medio de señales acústicas y / o visuales desde las 8 horas postparto (Poindron *et al.*, 2003), e incluso los cabritos ya cuentan con una firma acústica desde las 24 horas de nacido, lo cual le permite a la madre reconocerlo únicamente por su voz (Terrazas *et al.*, 2003). En ovejas también se sabe que el reconocimiento no olfatorio de la cría por su madre ya está presente a 8 horas (Terrazas *et al.*, 1999; Ferreira *et al.*, 2000), incluso desde las 4 horas postparto (Keller *et al.*, 2003) y también son capaces de reconocer a su cordero únicamente por la voz, durante el primer día postparto (Sébe *et al.*, 2007). Se sugiere que el aprendizaje de las señales tanto visuales como acústicas de la cría por parte de la madre puede estar ocurriendo durante el periodo sensible, similar a como se establece el reconocimiento olfatorio (Ferreira, *et al.* 2000).

En ovejas se había sugerido que la condición nutricional de la madre podía alterar el comportamiento de la misma en el periodo postparto (Thompson y Thompson, 1949), así mismo ovejas en pastoreo que contaban con más de una cría en pastoreo deficiente tendían a abandonar a alguna de sus crías (Putu, 1988). En trabajos recientes en ovejas primíparas Dwyer *et al.*, (2003) demostró que una desnutrición ligera durante la gestación afectaba la

conducta materna tanto en la madre como en la cría durante la primera hora postparto. Así mismo en trabajos no publicados se demostró que la desnutrición durante la segunda mitad de la gestación las ovejas no fueron capaces de reconocer a su cordero en una prueba de elección doble sin la ayuda de señales no olfatorias a las 8 horas postparto (Olazabal, 2007).

Para el caso de cabras son muy pocos los trabajos que han estudiado el papel de la nutrición materna sobre el comportamiento postparto y el reconocimiento madre-cría, en trabajos recientes se encontró que la desnutrición durante la segunda mitad de la gestación deteriora el comportamiento de la madre y la cría en la primer hora postparto, la hembras desnutridas limpian menos a sus crías y las crías de éstas madres tardan más tiempo para amamantarse (Terrazas *et al.*, 2009), así mismo las madres desnutridas no son capaces de reconocer a sus crías en una prueba de elección doble a las 8 horas postparto, mientras que los cabritos nacidos de madres desnutridas tampoco mostraron una clara preferencia por su madre cuando fueron probados a 12 horas de edad (Terrazas *et al.*, 2009).

El recién nacido requiere de su identificación para la protección que le ofrece la madre al medio ambiente hostil (Gonyou, 1984). Al momento del nacimiento se genera una relación madre-cría la cual es muy importante para la sobrevivencia del cabrito. Se creía que uno de los mecanismos en el cual se generaba este vínculo era que la madre “etiquetaba” a su cría con su olor al momento de lamerla (Gubernick y Alberts, 1984). Estudios posteriores han probado que la madre reconoce a su cría mediante diferentes señales como el olor de su cría debido a que en ese periodo es sensible por factores hormonales que la hacen capaz de memorizar el olor de cada una de sus crías (Romeyer, 2002; Poindron *et al.*, 2007). Estudios muestran que las ovejas son capaces de reconocer a sus crías por medio de señales acústicas a las 24 horas postparto y las crías serán capaces de reconocer a sus madres a las 48 horas (Terrazas *et al.*, 2003; Sébe *et al.*, 2007). La capacidad del reconocimiento materno también puede estar afectada por la desnutrición lo cual en ovejas y cabras se afecta la capacidad de

reconocer a sus crías (Olazábal, 2007; Terrazas *et al.*, 2009). La desnutrición durante la gestación además del bajo peso al nacer, reduce la expresión del comportamiento materno, las ovejas desnutridas muestran una reducción de la conducta de acicalado (Dwyer *et al.*, 2003) y también una reducción de los balidos bajos. La cual está asociadas al cuidado materno (Shillito, 1972; Dwyer *et al.*, 1998) las vocalizaciones de baja frecuencia tiene un papel muy importante en la formación del vínculo materno (Nowak, 1996) ya que una pobre expresión de este vínculo cual puede terminar en bajo peso o muerte de la cría (Dwyer *et al.*, 2003). Los cabritos provenientes de madres desnutridas tardan más tiempo en incorporarse, en alcanzar la ubre y se retrasa el reconocimiento a las 12 horas (Terrazas *et al.*, 2004). También se sabe que en las ovejas en pastoreo los efectos de la nutrición pueden influir en la tasa de abandono en las camadas de mellizos (Putu *et al.*, 1988).

3.3.-Comportamiento de la cría

En el comportamiento de los cabritos, o su interacción social con sus compañeros y hacia su madre en los primeros 5-7 días de vida es muy baja especialmente con sus hermanos, ya que en estos se observa un comportamiento de tipo “escondido” (Lickliter, 1984, Lickliter, 1987) como en las crías del ciervo rojo, que utilizan objetos de la naturaleza como troncos rocas y altos pastizales o arbustos para esconderse (Wass *et al.*, 2004) a comparación de otros ungulados como los corderos que son de tipo “seguidores” y suelen seguir a sus madres.

Existe una fuerte relación entre comportamiento neonatal y desnutrición intrauterina o insuficiencia placentaria relacionados con el vigor de la cría al primer día de nacido (Dwyer *et al.*, 2005; Osgerby *et al.*, 2003). Debido a que las crías al momento de nacer tardan alrededor de 5 a 10 minutos en buscar la ubre, y dependerá de este tiempo el cual ser menor para asegurar una mayor sobre vivencia de las crías, (Dwyer *et al.*, 2005). El tiempo que tarda la

cría en ponerse de pie y el tiempo de amamantamiento, puede usarse como un indicador de la vitalidad del la cría. El tipo de parto (simple o múltiple), efectos genéticos maternos, placentarios, y también la duración del parto influyen en el tiempo que tarda para ponerse de pie con el tiempo de amamantamiento. Esto se ha observado en corderos provenientes de madres desnutridas los cuales tardan más en realizar estas conductas (Dwyer *et al.*, 2003, Tambajong, 2002) y en cabras (Konyali y Das, 2004; Konyali *et al.*, 2007).

Se ha observado que la liberación de glucocorticoides maternos, a consecuencia de la desnutrición y la exposición del feto a éstos tiene un efecto negativo en el sistema límbico (Weinstock, 2007, 2008) y el del eje Hipotálamo-Hipofisiario-Adrenal (HPA) de la cría (Chadio *et al.*, 2007; Kapoor *et al.*, 2008) causando problemas en el comportamiento como conductas ansiogénicas, depresivas, falta de atención en las crías (Almedia *et al.*, 1996; Weinstock, 2007) en ovejas (Erhard *et al.*, 2004), en cabras (Rusell *et al.*, 2005). También el desarrollo de el cerebelo afectado por condiciones intrauterinas, afecta la respuesta de la coordinación y los movimientos que controlan la postura y el balance de las crías (Vander *et al.*, 2001) y se modifica la habilidad para aprender (Roussel *et al.*, 2005).

4.- Comportamiento social en los mamíferos.

A lo largo de los tiempos las especies de animales han evolucionado gracias a la formación de sociedades las cuales se apoyan en cada uno de los individuos para buscar alimento, donde descansar, defenderse y reproducirse (Mitteldorf y Wilson, 2000; Alcock, 1993). Esto se debe a dos tipos de sociedades, la igualitaria que no tiene una jerarquía establecida (tienen un bajo índice reproductivo), tan fuertemente definida como en la sociedad despótica, la cual presentan más interacciones entre los individuos (tienen un alto índice reproductivo) y tienen un orden jerárquico bien definido (Hand, 1986; Hemelrijk, 2002).

Hemelrijk (2000) establece un modelo de “dominancia mundial” que está basado en pequeños grupos de vida social en el cual representa un mundo esquematizado. Los individuos en este modelo tienen dos tendencias: agruparse y a formar interacciones de dominancia, esto refleja la competencia por los recursos (como alimentarse y aparearse).

Cuando un individuo no ve coespecíficos cerca de su alrededor (espacio vital; Figura 1), las reglas del agrupamiento se comienzan a efectuar. Este individuo busca coespecíficos a grandes distancias (individuos lejos) o cortas distancias (individuos cerca) y si no encuentra a nadie comienza de nuevo otra búsqueda (ángulo de búsqueda), hasta que encuentra a otros individuos que si se acercan de su espacio personal (2 ó 4 individuos) el individuo iniciará una interacción agresiva (Hemelrijk, 2000).

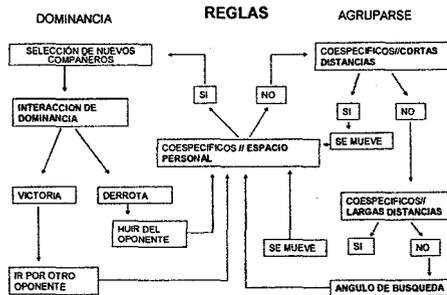


Figura 1.- Modelo de “DomWorld” (dominancia mundial) adaptado de Hemelrijk, 2002.

4.1.-Formación de la jerarquía y dominancia en rumiantes.

En los animales que viven en grupo, y ocupan combinadamente territorios dentro del mismo espacio. Existe la dominancia y la jerarquía, éstas permiten que los animales puedan

tener un orden de preferencia para los recursos disponibles (comida, reproducirse, agruparse, descansar etc.) (Alcock, 1993; Hemelrijk, 2002, Broom y Cannings, 2002).

En los rumiantes como el venado cola blanca (Tayllon y Coté, 2008), el ganado bovino (Phillips y Rind, 2002), en cabras de montaña (Fournier y Festa-Bianchet, 1994), en cabras ferales (O'Brien, 1988), y en la cabra doméstica (Orgeur et al., 1990) son animales gregarios y su organización en la jerarquía va de acuerdo a su motivación por el recurso anhelado (Phillips y Rind, 2002). La formación de estas jerarquías está influenciada por diversos factores como el tamaño corporal, la edad de los animales (Roh *et al.*, 2004), edad y sexo (Saunders *et al.*, 2005), presencia de cuernos (Gendreau *et al.*, 2005) y tamaño del grupo (Haley *et al.*, 1994).

En las cabras de montaña (Mainguy y Coté, 2008) y en las cabras domésticas, las jerarquías están bien establecidas y suelen ser lineales (Sargal *et al.*, 2008; Barroso et al., 2000). Esto significa que los individuos del grupo social tendrán interacciones entre sí. Dichas interacciones son definidas como afiliativas (fortalecen el vínculo social) o agonistas que darán encuentros agresivos entre dos individuos, el cual definirá a un perdedor (subordinado) y a un ganador (dominante) (Fournier y Festa-Bianchet, 1994; Heitor *et al.*, 2006). Es decir, en el caso de una diada donde los individuos pueden interactuar de la siguiente manera:

1.- A domina a B y C domina a D y en el segundo encuentro A domina a C y B domina a D.

2.- A domina a B y C domina a D y en el segundo encuentro D no puede dominar a B ni tampoco a los que están arriba de la escala (A y C) (Broom y Cannings, 2002).

O también como lo define Broom (2000) comparándolo con un juego de tenis donde 2 jugadores compiten, y el ganador pasa a la siguiente ronda y así sucesivamente. Los jugadores recibirán una recompensa o serán eliminados de la competencia (el costo de esto depende de las estrategias que el jugador utilizó en el partido) (Broom, 2000).

Los ungulados se limitan a tener interacciones agonistas ya que éstas tienen una alta demanda energética (Clutton-Brock *et al.*, 1982; Heitor *et al.*, 2006). En general las cabras al momento de descansar prefieren recargarse en una pared o haciendo contacto con el cuerpo de otra compañera (Andersen y Bøe, 2007).

El alto nivel de agresión es un patrón de comportamiento social que se le conoce como dominancia social este permite evitar el costo de algunas interacciones agonistas con la emisión de amenazas y evitando el contacto físico (Fournier y Festa-Bianchet, 1995). Aunque en casos en los cuales los recursos son escasos como en invierno donde los pastizales son pobres se incrementa el número de interacciones agonistas (Veiberg *et al.*, 2004). A diferencia de lo que se a documentado en el venado cola blanca que durante el invierno se encuentra bajo la influencia de estrés nutricional, el cual tiene altos valores hormonales de glucocorticoides, los ciervos cola blanca desarrollaron una estrategia hormonal la cual baja los niveles de glucocorticoides y testosterona a diferencia de los control, esto probablemente es para prevenir la movilización de proteínas y ahorrar reservas grasas durante el invierno (Taillon y Côté., 2008).

Las interacciones agonistas también se incrementan durante la época de actividad sexual en las cuales se desarrollan una intensa competencia entre los machos en la cual compiten y cortejan a las hembras en celo (Saunders *et al.*, 2005; Mainguy y Coté, 2008). En las hembras se ha observado que también compiten y las de mas alto rango suprime el celo de las subordinadas esto con el fin de reproducirse primero (Álvarez *et al.*, 2003; 2007).

Esto nos dice que también la producción se puede ver afectada por la dominancia, en cuanto a producción de leche, se sabe que las cabras de medio rango son las más productivas (Barroso *et al.*, 2000). Y el incremento de confrontaciones agresivas que se observan del principio a la mitad de la lactancia, relacionado con el incremento de testosterona en las

hembras más dominantes, también se asocia con la parición de más cabritos machos a comparación de las subordinadas en las cabras nubias (Sargal *et al.*, 2008).

El rango social en las cabras de montaña suele ser estable desde de que se establece en la vida temprana hasta su vida adulta (Gendreau *et al.*, 2005). Normalmente cuando un grupo de cabras tiene una linealidad bien establecida en su jerarquía y se introducen individuos nuevos al rebaño, causan disturbios en la alineación de la jerarquía incrementando así las interacciones agonistas (Addison y Baker, 1982). Sin embargo, a comparación de los cabritos la relación dominantes–subordinados no está claramente establecida antes de la pubertad a los 8 meses de edad y que han sido agrupados 48 h después del nacimiento, también muestran una alta tolerancia hacia sus coespecíficos (disminución de su espacio personal) (Orgeur *et al.*, 1990).

4.2.-Efecto de la desnutrición prenatal en el comportamiento social

Estudios en animales han comprobado los efectos negativos en el comportamiento social que se manifiestan en la vida juvenil o adulta a consecuencia de la desnutrición y el estrés en la vida intrauterina (Toth *et al.*, 2008; Kapoor *et al.*, 2008; Erhard *et al.*, 2004) desórdenes como esquizofrenia y autismo en humanos (Smith *et al.*, 2007; Weinstock *et al.* 2007), ansiedad y depresión en ratas y humanos (Almedia *et al.*, 1996; Singewald *et al.*, 2004)

Debido a la exposición de glucocorticoides maternos los cuales entran a la placenta y afectan el eje HPA (Moritz *et al.*, 2005) estos efectos pueden ser sexo dependientes, ya que en las hembras son más marcados dichos efectos negativos (Roussel *et al.*, 2005). Se ha demostrado que en las hembras, los glucocorticoides intervienen en la expresión del receptor NR1 en la subunidad del N-metil-d-aspartato (NMDA), en el hipocampo a diferencia de los machos (Owen y Matthews, 2007). Los altos niveles de CRH que se expresan en la amígdala juegan un papel importante en la conducta de miedo y el incremento de mRNA de CRH en

esta región, aumenta el miedo y es responsable de la disminución en la conducta de exploración en estos animales (Schulkin *et al.*, 2005).

III.- JUSTIFICACIÓN

El estudio del comportamiento en los caprinos es limitado. Se conocen algunos de sus patrones conductuales en condiciones silvestres, en cabras de montaña y en cabras ferales. Pero no hay suficientes estudios que describan los patrones conductuales de los caprinos en condiciones de pastoreo o en condiciones de establo.

Y ya que la mayoría de los hatos caprinos en México sufren de deficiencias alimenticias, no se conocen los efectos negativos se pueden obtener a consecuencia de la desnutrición prenatal en los cabritos hembras y machos sobre los patrones de conducta desde el primer día nacidos hasta los primeros meses de vida, y además de sus efectos negativos sobre los parámetros productivos.

IV.-OBJETIVO GENERAL

Evaluar si la desnutrición durante la vida prenatal afecta el desarrollo de algunos parámetros productivos y patrones conductuales en crías hembras y machos de la especie caprina durante los primeros 8 meses de edad.

V.-OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Evaluar si el efecto de la desnutrición prenatal (durante la segunda mitad de la gestación), afecta la capacidad conductual de los cabritos (hembras y machos) en el primer día de nacidos.
- 2.- Evaluar el efecto de la desnutrición prenatal sobre parámetros productivos como peso corporal, índice de masa corporal, crecimiento de cuernos y de testículos desde el nacimiento hasta los 8 meses de edad, en crías hembras y machos caprinos.
- 3.- Evaluar el efecto de la desnutrición prenatal sobre la respuesta a la separación social y la formación de jerarquía en machos y hembras caprinos a los 6 meses de edad.

VI.- HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- 1.- La desnutrición prenatal deteriora la capacidad conductual de los cabritos (hembras y machos), en el primer día de nacidos.
 - 2.- La desnutrición prenatal afecta el desarrollo corporal durante los primeros 8 meses de los caprinos.
- 3.- La desnutrición prenatal, afecta la respuesta a la separación social en caprinos (hembras y machos) y retrasa la formación de jerarquías, durante su desarrollo

VII.-MATERIALES Y MÉTODOS

Animales y lugar de experimentación

Este estudio se realizó en los corrales de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, ubicada en el Km. 2.5 de la carretera Cuautitlán-Teoloyucan, San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli, Estado de México. La altitud es de 2252 m.s.n.m., la temperatura media anual es de 15.7° C correspondiente a un clima templado con lluvias durante el verano. Latitud 19° 41' 15'' y longitud 99° 11' 45'' (INEGI, 2005).

Se utilizaron crías (hembras y machos) de la raza Alpina Francesa provenientes de dos grupos de cabras multiparas, los cuales se describen más adelante. Estos animales fueron trabajados desde el nacimiento hasta los 8 meses de edad. Los animales fueron mantenidos todo el tiempo bajo estabulación y alimentados con alfalfa achicalada, concentrado comercial para crecimiento (18% de proteína), rastrojo de maíz y agua a libre acceso.

Los grupos de madres de los cuales provenían las crías fueron los siguientes:

- a).- Hembras alimentadas de acuerdo a sus requerimientos durante toda la gestación (NRC, 1983.)
- b).- Hembras alimentadas desde el día 75 de gestación hasta el parto, con sólo el 70% de sus requerimientos en energía y proteína (Tabla 1).

Proceso experimental

Manejo de los animales

Desde el nacimiento hasta los tres meses de edad, ambos grupos, fueron mantenidos en un solo corral alimentados por sus madres y se destetaron a los 2 meses de edad (8 semanas). Mientras tanto, a las madres del grupo desnutrido se les restituyó su dieta de

acuerdo a sus requerimientos apartir del día de parto. Desde el tercer hasta el sexto mes de edad (semana 10 hasta la 19), las crías fueron separadas en dos corrales: las desnutridas prenatalmente y las controles (hembras y machos juntos) alimentados en comederos convencionales para cabras. Del sexto hasta el octavo mes de edad cada grupo fue dividido en dos subgrupos de hembras y machos (Tabla 1).

Alimentación de las madres	Grupo Experimental	Cabritos (n) de 2 a 6 meses de edad alojados de forma mixta	Cabritos (n) alojados de los 6 meses a los 8 meses de edad en subgrupos
a).- Hembras multiparas alimentadas al 100% de sus requerimientos durante la gestación.	Control	Hembras n=10 Machos n=9	Hembras n=10
			Machos n=9
b).- Hembras multiparas alimentadas desde el día 75 de gestación hasta el parto, con sólo el 70% de sus requerimientos en energía y proteína	Desnutrido	Hembras n=12 Machos n=10	Hembras n=12
			Machos n=10

Tabla 1- Distribución de los animales según la alimentación de las madres y a lo largo del tiempo de experimentación.

a).-Medición del desarrollo corporal

A).- Peso corporal: Los animales se pesaron cada quince días desde el nacimiento hasta los 2 meses de edad (7 semanas), y posteriormente cada mes hasta las 31 semanas de edad en las hembras y hasta las 43 semanas en machos. Todos los registros de peso, posteriores al destete, se realizaron aproximadamente a las 9:00 am, antes de administrar el alimento. Este dato se obtuvo con ayuda de una báscula electrónica con precisión de 0.05 Kg.

B).- Ganancia de peso. (GP), ésta se calculó restando al peso final menos el peso inicial de cada intervalo de pesaje, y se dividió en el número de días en que duraba cada periodo, desde el nacimiento hasta las 43 semanas de edad.

C).- Índice de masa corporal (IMC), este se registró durante las semanas 15, 19, 23, 27 y 31 de edad en las hembras y en los machos durante las semanas 15, 19, 23, 27, 31, 35, 39, y 43 de edad. Este se obtiene a partir de tres mediciones en el animal: longitud del cuerpo (desde la cabeza hasta el inicio de la cola), altura a la cruz y peso corporal. Se utilizó una fórmula adaptada para cabras por (Tanaka *et al.*, 2002):

$$\text{IMC} = \frac{\text{peso corporal (Kg.)}}{\text{altura a la cruz (m)} \times \text{largo del cuerpo (m)}} \times 10.$$

D).-Longitud de los cuernos. Se midió la longitud de cada cuerno en todos los animales con cuernos, en hembras desde la semana 19, 23, 27 y 31 y en los machos durante las semanas 19, 23, 27, 31, 35, 39 y 43 de edad.

E).- Perímetro y largo testicular. En los machos también se midió el diámetro y largo del los testículos, desde la semana 19, 23, 27, 31, 35, 39 y 43 de edad. Esto se realizó a partir del mes de (febrero a septiembre).

b).- Comportamiento:

1.- Conducta en la primera hora de vida

A).- Durante la primera hora post-nacimiento se video filmó a la madre con los cabritos durante una hora y se evaluó la capacidad motriz de las crías durante este periodo, para lo cual se registraron las siguientes conductas:

1. ***Latencia y frecuencia de intentar levantarse:*** tiempo en que el cabrito intenta levantarse por primera vez y el número de veces que lo realiza.

2. *Latencia y tiempo al estar de pie:* tiempo que tarda la cría para ponerse de pie y duración de esta.
3. *Latencia y frecuencia de estar cerca de la ubre:* tiempo en que el cabrito permanece cerca del área de la ubre y las veces que lo realiza.
4. *Latencia y frecuencia de buscar la ubre:* tiempo en que el cabrito comienza a buscar la ubre y las veces que lo realiza
5. *Latencia, frecuencia y tiempo de amamantarse:* el número de veces y el tiempo, y la duración en el que el cabrito comenzó a mamar leche de la ubre.
6. *Frecuencia de emisión de balidos altos y bajos:* Número de veces en que el cabrito emitió balidos de baja intensidad (con la boca cerrada) y de alta intensidad (con la boca abierta).

2.- Formación de jerarquía social

A los tres meses y medio de edad se midió la formación de estratos sociales en cada grupo (control y desnutrido) en los cuales machos y hembras estaban mezclados. La segunda medición se realizó a la edad de seis meses y medio, que fue quince días posteriores a la separación de cada grupo por sexos (hembras y machos). Estas observaciones se realizaron a través de registrar la frecuencia de encuentros agonistas entre los animales para medir los encuentros victoriosos y perdidos. De esta manera se pudo calcular el índice de éxito, el índice de dominancia y el rango ordinal. Las observaciones se hicieron durante 7 días continuos, en donde se registraron los encuentros agonistas en los animales en una hoja pre-formateada (ANEXO 1), por 4 horas diarias (de 8:00 a 10:00 y de 13:00 a 15:00). Este índice se calculó de la siguiente manera:

a).- Índice de éxito

Para la obtención de la jerarquía social se ordenaron el número de desplazamientos (de mayor a menor interacciones) entre pares de individuos en una matriz de dominancia, de acuerdo a Martin y Bateson (1991). Posteriormente se registrarán el número de individuos que es capaz de desplazar cada individuo y el número de individuos que lo desplazan, con estos datos se calculará el índice de éxito (IE), para cada uno de los cabritos, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de éxito} = \frac{\text{Número de individuos que desplaza}}{\text{No. de individuos que desplaza} + \text{No. de individuos que lo desplazan}}$$

De acuerdo a su IE se clasificarán en tres grupos de dominancia: Dominancia baja (IE= 0.33-0.0), dominancia media (IE= 0.66-0.34) y dominancia alta (IE= 1-0.67) ((Álvarez *et al.*, 2003).

3) Respuesta a la separación social

A los 6 meses de edad, después de dividirlos por subgrupos (hembras y machos), a cada uno de los animales se les realizó una prueba de separación social similar a la descrita por Poindron *et al.*, (1997).

Procedimiento de la prueba:

Se armó un corral de prueba (figura 2) de 4 x 4 m con paneles cerrados, y dentro de él, otro corral con paneles abiertos de 2 x 2 m, este último corral estuvo dividido por 4 líneas pintadas en el suelo que forman cuartos iguales dentro del área. En el corral de 2 x 2m se colocó al animal a probar, primero en presencia de 10 compañeros dentro del corral periférico durante 5 minutos, luego dichos coespecíficos fueron retirados a un corral distante y el animal en cuestión fue observado por otros 5 minutos (Poindron *et al.*, 1997).

Las conductas registradas al animal en prueba, en cada uno de los periodos de prueba fueron las siguientes:

- Número de balidos altos (vocalizaciones emitidas con el hocico abierto).
- Cambios de lugar o actividad locomotora (número de veces que cruza los cuadros marcados en el piso del corral de prueba).
- Eliminaciones (número de micciones y defecaciones)
- Olfateos a objetos (número de veces que olfatea los paneles, las heces, la orina o el suelo).
- Olfateo a coespecíficos (número de veces que saca la cabeza para olfatear a sus compañeros).
- Intentos de escapar del corral de prueba (número de veces que trata de salirse por las aberturas del corral y saltos para escapar).
- Latencia de salida del corral (al final de la segunda prueba se registró el tiempo que tardó en salir el animal del corral de prueba una vez que se abrió la puerta).
- Índice de agitación (este fue constituido por el promedio de las conductas consideradas como agitación: número de balidos altos, cambios de lugar, número de eliminaciones y los intentos de escapar del corral).

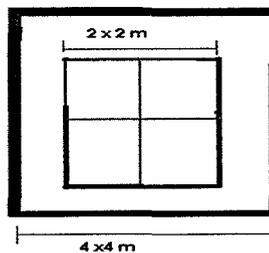


Figura 2.-Esquema que ilustra el corral de prueba utilizado para la prueba de separación social.

Análisis estadístico

Para comparar entre los dos grupos y a lo largo del tiempo, los parámetros como peso corporal, largo del cuerpo, altura a la cruz, largo de los cuernos, diámetro y longitud de los testículos se utilizó la prueba de t de student. y/o un ANOVA de medidas repetidas con una prueba de Tukey. Para medir el efecto del sexo de la cría, el efecto del tipo de alimentación y su interacción sobre las distintas variables conductuales y no conductuales se utilizó la prueba de ANOVA.

En la observación durante la primer hora postparto para medir el efecto del grupo y el sexo de la cría sobre las conductas que se desplegaron, se utilizó la prueba U de Mann de Whitney. En la prueba de separación social para medir el efecto del grupo y del sexo sobre las distintas variables observadas se utilizó la prueba de U de Mann Whitney, y para medir el efecto dentro de cada factor se utilizó la prueba de Wilcoxon. Así mismo en dicha prueba se construyó un índice de agitación el cual estuvo compuesto por la sumatoria de los balidos altos, cambios de lugar, brincos y eliminaciones una vez que éstas habían sido estandarizadas. Para comparar estos índices entre dos grupos independientes de individuos es decir debido al manejo alimenticio y debido al sexo de la cría se utilizó la prueba de t de student. Para comparar dentro de grupos o dentro de sexos se utilizó una prueba de t pareada. Así mismo, se construyó un índice general de respuesta el cual se hizo con la diferencia del índice con compañeras menos el índice sin compañeras, para analizar este índice de respuesta se utilizó una t pareada.

Para analizar la frecuencia de encuentros ganados y perdidos entre grupos y entre sexos se utilizó la prueba de t de student. Para determinar el efecto de la interacción sexo versus grupo se utilizó la prueba de ANOVA. Para comparar la proporción de animales entre los dos grupos y entre los dos sexos, en los distintos niveles de dominancia se utilizó la prueba de Fisher.

Los datos son mostrados en términos de media \pm error estándar y fueron procesados con ayuda del programa Systat 10.

VIII.-RESULTADOS

a).- Desarrollo corporal

1.-PESO CORPORAL

De manera general se observaron efectos del sexo y el grupo de los animales sobre el peso corporal.

El peso al nacimiento tendió a ser afectado por el factor grupo (ANOVA, $P= 0.07$), mientras que el factor sexo si afectó significativamente esta medición ($P= 0.024$), sin embargo no se observaron efectos de la interacción de los dos factores ($P> 0.05$).

El peso corporal a las 3 semanas de edad fue significativamente afectado por el factor sexo y por el factor grupo ($P\leq 0.05$), sin embargo, la interacción de ambos no fue significativa ($P> 0.05$).

Con excepción de la semana 7, los demás pesajes, es decir a la semanas 5, 10, 15, 19, 23, 27 y 31 de edad el peso de los animales fue significativamente afectado sólo por el sexo de las crías ($P< 0.05$). No se observaron efectos debido al grupo del que provenían ni a la interacción de lo dos factores ($P> 0.05$).

En la Figura 3 se muestra el peso obtenido de las hembras. Se observa que a pesar de que el grupo control siempre se mantuvo ligeramente más pesado que el desnutridos, sólo se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos a partir de la semana 23, ($P< 0.05$).

El mayor peso registrado de las hembras a las 31 semanas se obtuvo de las hembras control (17.4 ± 1 kg) a diferencia de las desnutridas (15.2 ± 0.5 kg) pero no existe diferencia significativa. Sin embargo el factor tiempo parece tener diferencia significativa ($P=0.01$).

En la Figura 4, se muestra los pesos obtenidos de los machos desde el nacimiento hasta la semana 43. No se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos a lo largo del periodo de experimentación ($P>0.05$). El mayor peso obtenido fue en la semana 39 (control: 27.6 ± 1.6 kg y desnutrido 28.8 ± 1.4 kg).

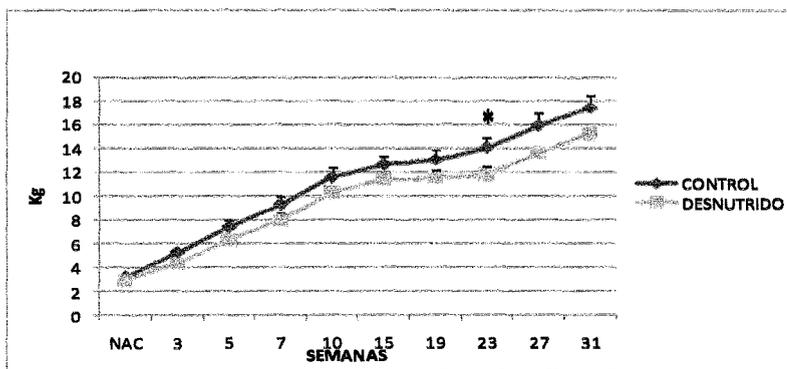


Figura 3.- Peso corporal (Media \pm error estándar) de las hembras del grupo control (n=10) y del grupo desnutrido (n=12), desde el nacimiento hasta las 31 semanas de edad. * Indica diferencias significativas entre grupos ($P=0.01$).

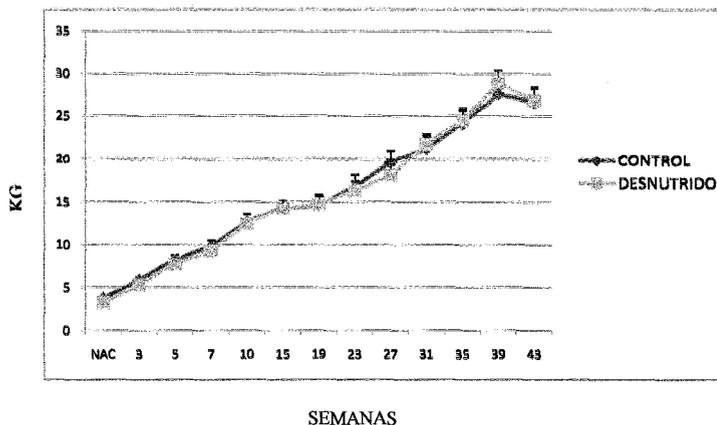


Figura 4.- Peso corporal (Media \pm error estándar) de los machos del grupo control (n=9) y del grupo desnutrido (n=10), desde el nacimiento hasta las 43 semanas de edad.

2.-GANANCIA DE PESO (GP).

En la Figura 5, se muestra la ganancia de peso por semanas de las hembras de cada grupo. Se puede apreciar que las hembras del grupo control tuvieron mayores ganancias de peso que las del grupo desnutrido, sin embargo, esto sólo fue significativo entre el periodo de la semana 19 a la 23 ($P < 0.05$).

En la Figura 6, se aprecia la ganancia de peso de los machos de ambos grupo. Se puede observar que tuvieron ganancias de peso similares hasta la semana 19 de edad, sin embargo esta diferencia no fue significativa. De la semana 19 a la 27 el grupo control tuvo mejor ganancia de peso que el desnutrido, pero esta diferencia sólo fue significativa entre el periodo de la semana 23 a la 27 de edad. Posteriormente se observa que los machos del grupo desnutrido tuvieron mayor ganancia de peso que los del grupo control, pero esto sólo fue significativo entre la semana 27y 31 ($P < 0.001$).

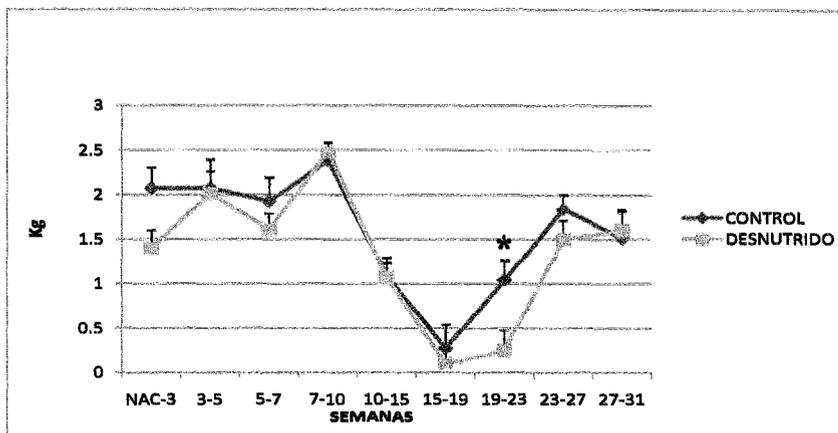


Figura 5.- Ganancia de peso (Media \pm error estándar) de las hembras del grupo control (n=10) y del grupo desnutrido (n=12), desde el nacimiento hasta las 31 semanas de edad. * Indica diferencias significativas entre grupos (P=0.001).

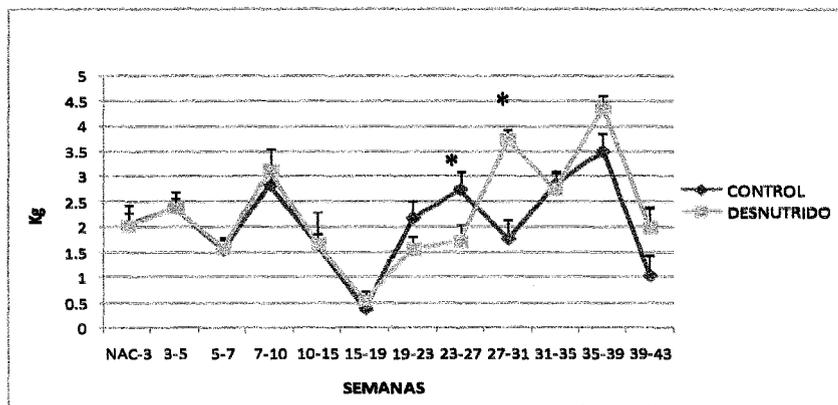


Figura 6.- Ganancia de peso (Media \pm error estándar) de los machos del grupo control (n=9) y del grupo desnutrido (n=10), desde el nacimiento hasta las 43 semanas de edad. * Indica diferencias significativas entre grupos *(P=0.000).

3.- INDICE DE MASA CORPORAL (IMC)

En las hembras el IMC fue significativo en la semana 27 en las controles que las desnutridas, ($P < 0.05$), Figura 7.

En los machos (Figura 8), el IMC se comportó de manera similar en los dos grupos, sólo se observa que en la semana 31 los del grupo desnutrido tuvieron un índice significativamente mayor que los controles ($P < 0.05$).

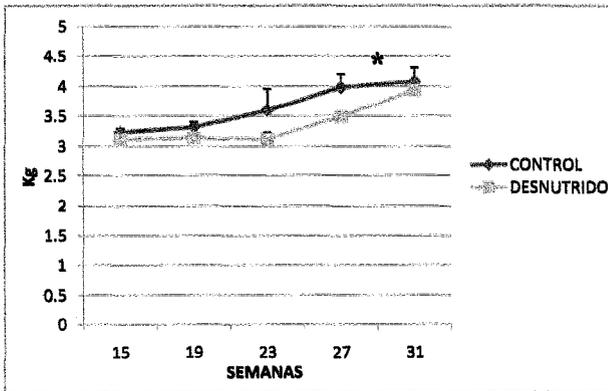


Figura 7.- Índice de masa corporal (Media \pm error estándar) de las hembras del grupo control ($n=10$) y del grupo desnutrido ($n=12$), desde la semana 15 hasta las 31 semanas de edad. * Indica diferencias significativas entre grupos.

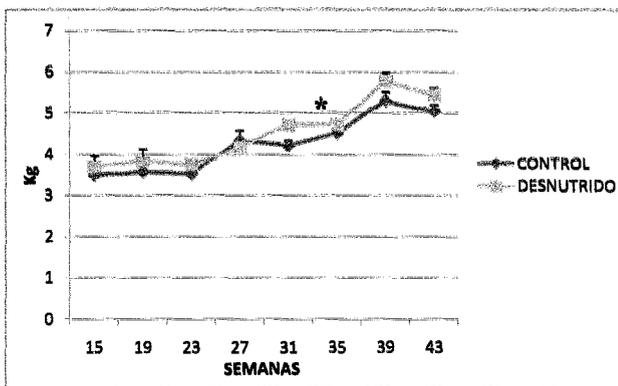


Figura 8.- Índice de masa corporal (Media \pm error estándar) de los machos del grupo control (n=9) y del grupo desnutrido (n=10), desde la semana 15 hasta las 43 semanas de edad. * Indica diferencias significativas entre grupos ($P < 0.05$).

4.- PERIMETRO Y LARGO TESTICULAR

En la Figura 9, se muestra el largo testicular de los machos de ambos grupos, el cual fue significativamente mayor en la semana 27 y en la semana 43 comparado con los machos del grupo desnutrido. No se encontraron diferencias entre los dos grupos en los otros periodos ($P > 0.05$).

En la Figura 10, se muestra el perímetro testicular de los machos de ambos grupos. Se puede observar que tuvieron similares medidas y por lo tanto no se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos en los distintos periodos de observación ($P > 0.05$).

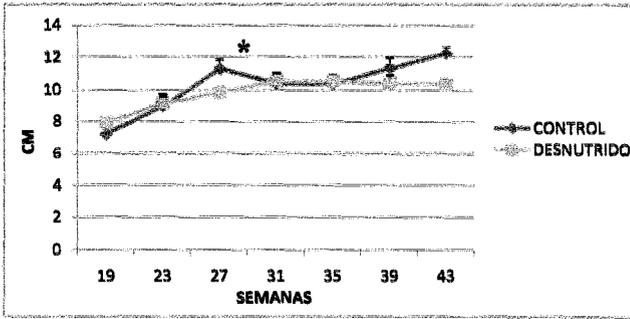


Figura 9.- Longitud testicular (Media \pm error estándar) de los machos del grupo control (n=9) y del grupo desnutrido (n=10), desde la semana 19 hasta las 43 semanas de edad. * Indica diferencias significativas entre grupos ($P < 0.005$).

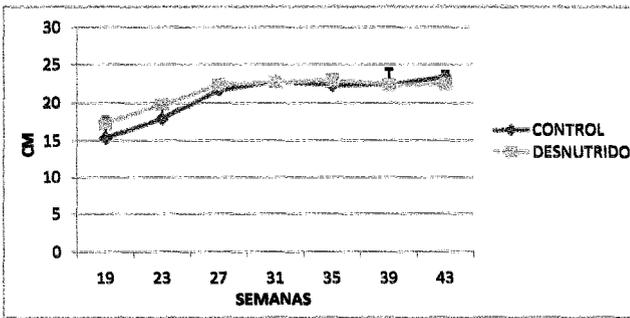


Figura 10.- Perímetro testicular (Media \pm error estándar) de los machos del grupo control (n=9) y del grupo desnutrido (n=10), desde la semana 19 hasta las 43 semanas de edad.

5.- LONGITUD DE LOS CUERNOS

En la longitud de los cuernos sólo hubo efecto significativo del factor sexo a lo largo de las distintas mediciones en los animales ($P < 0.05$). No se observó efecto del grupo y de la interacción sexo y grupo ($P > 0.05$).

En la longitud de los cuernos de las hembras (Figura 11) y los machos (Figura 12) se puede observar que no hubo diferencias significativas entre grupos y dentro de grupos ($P > 0.05$), durante los 4 meses que se registraron en las hembras y los 7 meses que se registró en los machos.

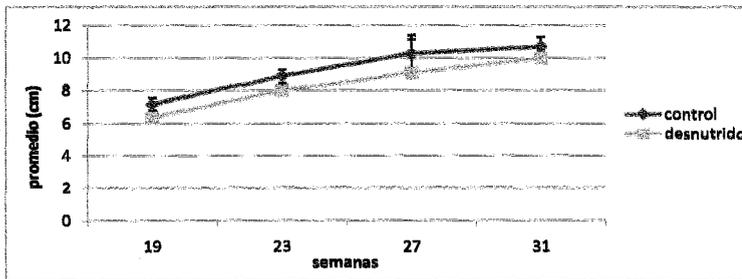


Figura 11.- Longitud (Media \pm error estándar), de los cuernos en hembras de los grupos control (n=10) y desnutrido (n=12) durante los primeros 4 meses de edad.

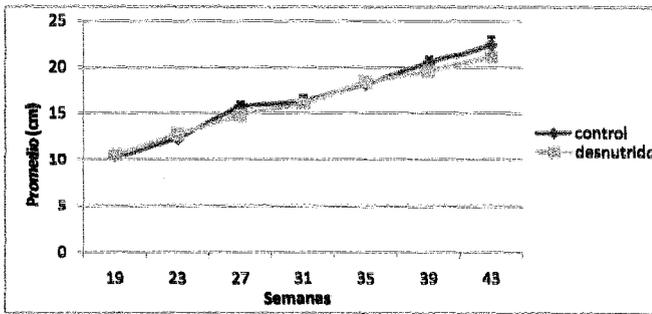


Figura 12.- Longitud (Media \pm error estándar), de los cuernos en los machos del grupos control (n=9) y desnutrido (n=10) durante los primeros 7 meses de edad. No se observaron efectos significativos ($P>0.05$) del tratamiento y del momento de medición

b) Evaluación conductual

1.-Comportamiento de los cabritos a la primera hora de vida.

En los resultados conductuales de los cabritos obtenidos durante las primeras horas post-parto se encontró que los cabritos provenientes de madres desnutridas (grupo desnutrido) tardaron más tiempo en intentar levantarse ($P<0.01$; Figura 13) y también tardaron más tiempo en buscar la ubre (Mann-Whitney *U*-test, $P<0.01$; Figura 14) a diferencia de los cabritos provenientes de madres nutridas al 100% de sus requerimientos nutricionales (grupo control).

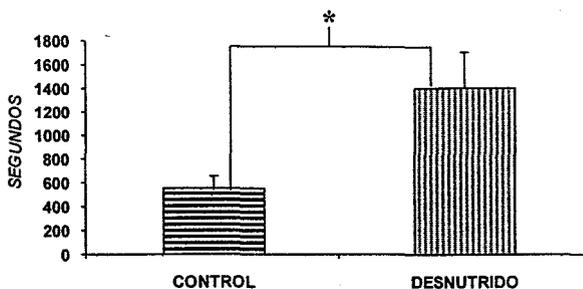


Figura 13.- Tiempo transcurrido al primer intento de levantarse entre los cabritos del grupo control y desnutrido en las primera hora de vida. *($P < 0.01$)

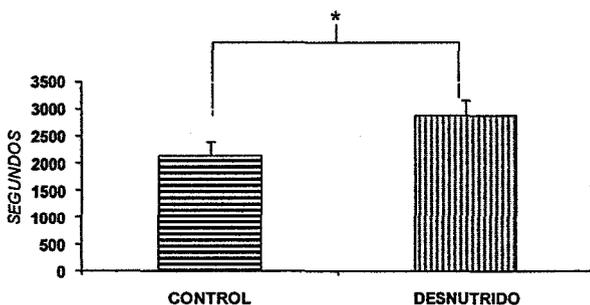


Figura 14.- Tiempo transcurrido en búsqueda de la ubre entre los cabritos del grupo control y desnutrido en la primera hora de vida. *($P < 0.01$).

Sin embargo, los cabritos del grupo desnutrido tuvieron una mayor latencia para estar de pie que los del grupo control ($P < 0.01$; Figura 15) y tuvieron una mayor latencia para estar cerca del área de la ubre ($P < 0.02$; Figura 16) a diferencia de los cabritos del grupo control.

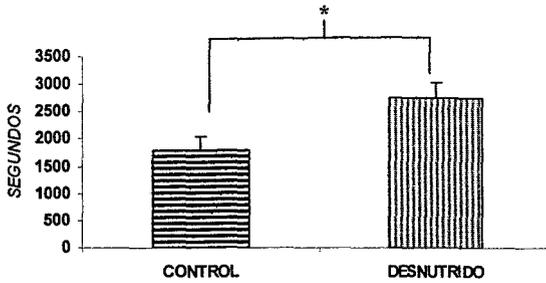


Figura 15.- Tiempo que tardaron los cabritos para estar de pie, en el grupo control y el grupo desnutrido en la primera hora de vida. *($P < 0.01$).

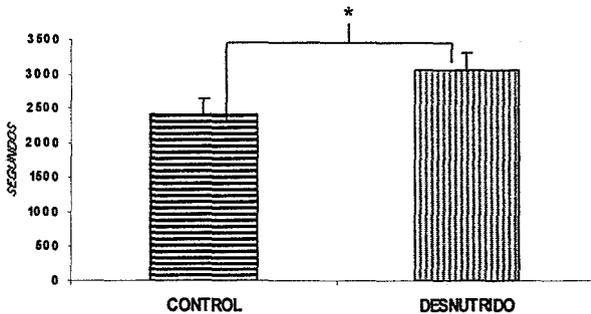


Figura 16.- Latencia de estar cerca de la ubre entre los cabritos del grupo control y desnutrido en la primer hora de vida. *($P < 0.02$).

En las demás conductas registradas los animales del grupo control muestran menos tiempo en realizar estas conductas a comparación de los cabritos del grupo desnutrido, pero no se encontró diferencia significativa. A excepción de la conducta de la latencia al amamantamiento (2787.7 ± 202.4 versus 3552.8 ± 47.1 segundos) la cual es mayor en el grupo

desnutrido ($P < 0.001$) y tardan más tiempo para acercarse a el área de la ubre ($P < 0.02$, Cuadro 2).

Cuadro 2.- Conductas observadas en las crías en los primeros 60 minutos post-parto (Media \pm error estándar). Diferencia entre grupo control y desnutrido.

	<i>Control (n=17)</i>	<i>Desnutrido (n=16)</i>
LATENCIA (Seg.)		
<i>Amamantamiento</i>	2787.7 \pm 202.4	3552.8 \pm 47.1 **
<i>Balidos altos</i>	322.1 \pm 68.1	348.4 \pm 104.7
<i>Balidos bajos</i>	1899.4 \pm 423.7	986.1 \pm 331.6
<i>Cerca de la ubre</i>	2411.8 \pm 240.4	3050.9 \pm 258.5 *
FRECUENCIA (Seg.)		
<i>Amamantamiento</i>	2.1 \pm 1.3	0.8 \pm 0.8
<i>Balidos altos</i>	90.5 \pm 16.4	108.6 \pm 40.9
<i>Balidos bajos</i>	35.5 \pm 12.0	23.0 \pm 7.1
<i>Cerca de la ubre</i>	2.7 \pm 1.31	1.3 \pm 0
TIEMPO (Seg.)		
<i>Amamantamiento</i>	30.4 \pm 19.4	16.8 \pm 16.8
<i>Cerca de la ubre</i>	110.8 \pm 65.3	60.4 \pm 49.9

** Indican diferencia significativa entre grupos ($P < 0.001$) y *($P < 0.02$).

2.- Formación de jerarquía social

A).-Jerarquía a los 6 meses de edad (previo a la separación por sexos).

Cuando ambos grupos (control y desnutrido) permanecieron juntos según la matriz de dominancia (Figuras 17, y 19) entre sexos se encontró que la frecuencia de encuentros victoriosos y de encuentros perdidos fue sólo afectada significativamente por el sexo del animal ($P = 0.001$), mientras que no se observaron efectos significativos debido al grupo, o a la interacción sexo-grupo ($P > 0.05$).

Así mismo, el índice de éxito fue afectado significativamente sólo por el sexo del cabrito ($P < 0.001$), pero no por el grupo y la interacción grupo-sexo ($P > 0.05$). La frecuencia de encuentros victoriosos de las hembras entre el grupo control y el desnutrido no difirieron durante esta fase de crecimiento ($P > 0.05$). Así mismo, la frecuencia de derrotas presentadas por las hembras no difirió entre grupos ($P > 0.05$, Figura 18), sin embargo las hembras dentro del grupo desnutrido tuvieron más derrotas a comparación de las hembras del grupo control ($P=0.003$, Figura 18).

Por su parte en los machos tampoco difirió la frecuencia de victorias, ni de derrotas entre el grupo control y el desnutrido ($P > 0.05$, Figura 20).

	55	15	81	23	59	90	29	64	57	73	61	66	62	56	40	39	16	74	44
55	■	12	7	3	1	2	2	2	5	1	1	2	3	1	1	1	3	1	1
15	3	■	3			2	2	4	5	3	3	6	5	4	1		2	4	1
81	2		■	2	7		4	3	5	3	2	1	2		1	1		1	3
23				■	1	1	1	4	1		3			1		1	6		2
59					■	2	1				1	4	3	1			1	2	2
90					1	■	1			1	7					4		1	7
29				3		2	■		4	1	2	3	5	1	1	1			
64				2		3		■		3				1		3	4		1
57				1		1	5	1	■	2	2		2					2	
73	1	3				1		4		■	2		1					2	1
61					1		1				■			1	1		1	1	4
66				7		2		1			1	■		2			2		
62						1	1		2			3	■		1				1
56											2			■		2			1
40										1			3		■				1
39									1	1				1		■			
16										1				2			■		1
74											1			1	1			■	1
44												1							■

Figura 17.- Matriz de dominancia según el Índice de Éxito obtenida del grupo control (■ hembras y □ machos) a los seis meses y medio de edad.

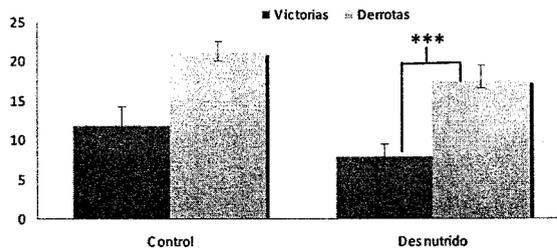


Figura 18.- Frecuencia de encuentros victoriosos y derrotas de las hembras del grupo control y el grupo desnutrido durante el periodo que permanecieron juntos. *** Indica diferencia dentro del grupo (P=0.003).

	20	18	33	19	51	8	32	10	49	44	76	72	18	101	70	11	72	2	30	16	65	
20	8	3	4	3	2	5	7	7	7	6	1	2		1		2	1		3	2	2	
18		3	1		3	1	1	6	1	4		1		2	1	2			2	3		
33	2		1	1	1		4	1		2		1		1		2	2				1	
19	1		3	2		1	1	1	3	1	1	2		1	2						2	
51			2				1	1		3	2	2	2	7	2	3		2	2			
8		1	1			1	1			1			2			1	1		1	1		
32			1	2		2		1	1	1					1	1						
10			1	2			1	1	1	1			3	2		2	2	1		2		
49				1	1	1	3		1	3	1	1			1	4				1		
44	1			3	1				2					1		1		1	1	1	1	
76					1						1	3	1			1		1	1	1		
72						1						1				1	2	3	2	4		
18													1		3	1	2		1	3		
101						1						5		1		4	1	2				
70									1	1	3				1							
11							1						4	1	1						2	
2						1			1				1	2	1		1	1				3
30																					2	
16																			2			
65																						

DERROTAS

VICTORIAS

Figura 19.- Matriz de dominancia según el Índice de Éxito obtenida del grupo desnutrido (■ hembras y □ machos) a los seis meses y medio de edad.

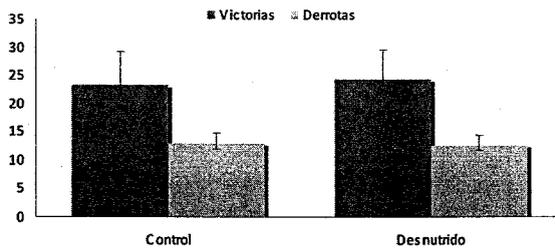


Figura 20.-Frecuencia de encuentros victoriosos y derrotas alcanzadas en los machos del grupo control y el grupo desnutrido durante el periodo junto con las hembras.

Cuando se comparó dentro de grupo en el periodo en que los animales de los dos sexos permanecieron mezclados se encontró, que la matriz de dominancia en los grupo control y desnutrido mostró que no existe una linealidad en la jerarquía de los cabritos del grupo control como en los del grupo desnutrido, sólo que los machos parecen tener los más altos índices de dominancia. Las hembras del grupo control tuvieron mayor índice de éxito que las hembras del grupo desnutrido (Figura 17 y 18) Como también la frecuencia de derrotas fue significativamente mayor para las hembras que para los machos ($P = 0.003$, Figura 21).

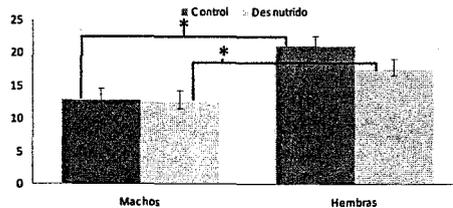


Figura 21.- Frecuencia de derrotas entre machos y hembras en la primera fase del grupo control y desnutrido.*
Indica diferencia dentro del grupo

B).-15 DÍAS POSTERIORES A LA SEPARACIÓN POR SEXOS

Según la matriz de dominancia (figuras 24, 25, 27, 28) obtenida en este periodo, muestra que no se encontró efecto significativo debido al grupo o a la interacción grupo– sexo (ANOVA $P = 0.05$). Por su parte el índice de éxito no se afectó por el sexo de los animales, el grupo o la interacción sexo-grupo ($P > 0.05$).

Para el caso específico de las hembras la frecuencia de victorias no difirió entre los dos grupos ($P > 0.05$). La frecuencia de derrotas tampoco difirió en las hembras entre los dos grupos ($P > 0.05$ Figura 22).

La frecuencia de encuentros victoriosos de los machos fue mayor que la de las hembras ($P = 0.04$, *t* student; Figura 23).

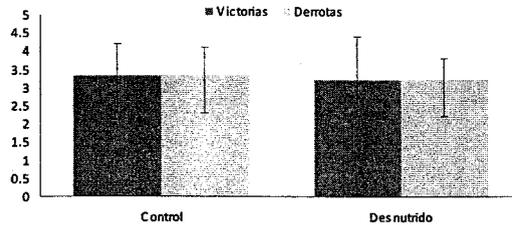


Figura 22.- Frecuencias de encuentros victoriosos y derrotas en las hembras, 15 días después de la separación por sexos.

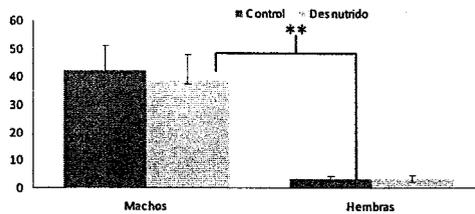


Figura 23.- Frecuencia de encuentros victoriosos en machos y hembras del grupo control y desnutrido 15 días después de la separación. *($P = 0.04$).

En la matriz de dominancia se puede ver que en el caso de las hembras del grupo control existe una jerarquía lineal es decir las hembras que más encuentros tuvieron no fueron vencidas por otras debajo de ellas en la jerarquía (Figura 24). En el caso de las hembras del grupo desnutrido se puede ver que presentan una jerarquía casi lineal (Figura 25). El índice de éxito también tendió a tener valores más altos por encima de la subordinación en el periodo en

que las hembras ya había sido separadas de los machos que cuando se encontraban mezcladas con éstos (0.54 ± 0.11 versus 0.37 ± 0.05 $P = 0.09$).

	6	28	16	64	41	57	56	61	90	39
6		3	1	1	4	1		2	1	2
28			5	1	2		1	1		1
16					3	1	1	3	2	
64					2	1		4	1	1
41									5	1
57								2	4	1
56								1	1	2
61									2	2
90										
39										

Figura 24.- Matriz de dominancia según el índice de éxito en las hembras del grupo control, 15 días después de la separación por sexos.

	11	31	76	60	12	13	1	45	27	46	70	91
11						1	3		4	1	1	1
31			4	2	1	3	1	1	3	1		2
76				3	1	4	2		1	2		1
60								5	1	1	3	1
12						1	1	3				1
13								3			1	3
1								2		4		
45										3	1	1
27											4	
46											3	1
70												1
91												

Figura 25.- Matriz de dominancia según el índice de éxito en las hembras del grupo desnutrido, 15 días después de la separación por sexo.

En el caso de los machos la frecuencia promedio de encuentros victoriosos no difirió entre los dos grupos ($P > 0.05$). Mientras que en la frecuencia de derrotas los machos del

grupo control tendieron a realizar más este tipo de encuentros que los del grupo desnutrido ($P = 0.06$, Figura 26).

Cuando se comparó dentro de cada grupo se encontró lo siguiente: los machos del grupo control tuvieron significativamente mayores encuentros victoriosos contra sus coespecíficos que las hembras del mismo grupo ($P = 0.002$, Figura 24).

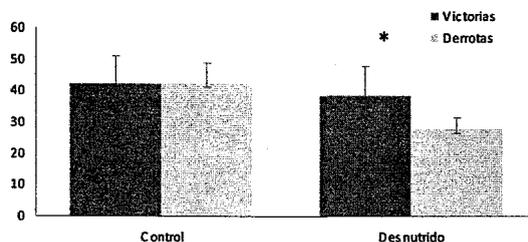


Figura 26.- Frecuencia de encuentros victoriosos y derrotas en los machos, 15 días después de la separación. *Indica la tendencia ($P = 0.06$).

	15	55	73	81	74	59	62	29	40
15		13	6	21	7	11	8	8	6
55	2		16	12	15	12	8	2	9
73	4	2		6	13	3	9	6	7
81	1	2	11		15	7	5	4	4
74		2	2	3		3	9	7	12
59			7	10	11		3	6	4
62			1	1	6	3		1	5
29				1	3	4	14		3
40					2		1	4	

Figura 27.- Matriz de dominancia según el índice de éxito en los machos del grupo control.

	20	18	19	10	8	32	33	49	44	51
20		17	20	6	20	11	5	12	8	7
18	1		2	4	10	3	8	6	7	8
19	1	8		5	4		3	4	9	4
10		6	2			7	5	13	6	10
8		4	8	14		7	8	6	7	8
32		3	3	3	5		4	2	2	9
33		1	2	8	3			4	9	4
49		1	2	1			2		1	1
44							1	6		3
51								8		

Figura 28.- Matriz de dominancia según el índice de éxito en los machos del grupo desnutrido.

3) Respuesta a la separación social

Esta prueba se realizó una vez que ya los dos grupos habían sido separados por el sexo, por lo que se describen en ese sentido.

a).- MACHOS

Con compañeros

Sólo la frecuencia de los intentos de escapar del corral fue afectada por el grupo de los machos, de esta manera los machos del grupo control realizaron mayor frecuencia de intentos de escapar del corral que los machos del grupo desnutrido ($P = 0.05$, Figura 29).

Las demás conductas evaluadas durante esta parte de la prueba no fueron afectadas por el grupo. Tampoco se observaron efectos del grupo sobre el índice de agitación (Figura 30).

Sin compañeros

No se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos en las distintas conductas evaluadas durante este periodo de la prueba (Wilcoxon, $P > 0.05$, Tabla 3)

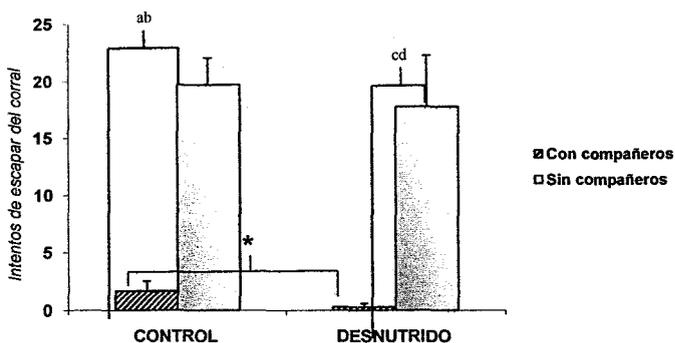


Figura 29.- Frecuencia de intentos de escapar del corral en los machos del grupo control y el grupo desnutrido en la prueba sin compañeros y con compañeros. * Indica la diferencia entre grupos ($P = 0.05$), ^{ab} indica diferencia dentro del grupo ($P = 0.008$), ^{cd} ($P = 0.01$).

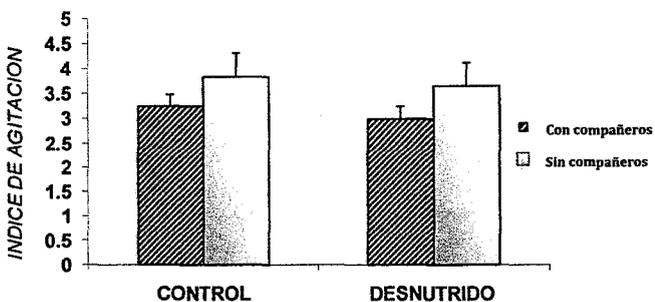


Figura 30.-Índice de agitación entre los machos del grupo control y del grupo desnutrido en las pruebas con compañeros y sin compañeros.

Tabla 3.- Frecuencia de conductas (Media±error estandar) evaluada en los machos.

FRECUENCIA DE CONDUCTAS	CON COMPAÑEROS		SIN COMPAÑEROS	
	CONTROL	DESNUTRIDO	CONTROL	DESNUTRIDO
<i>BALIDOS ALTOS</i>	0.2±0.2	0.6±0.4	125.3±5.7	108.7±5.9 ^{ab}
<i>ELIMINACIONES</i>	0.6±0.2	0.7±0.2	1.3±0.4	1±0.3
<i>OLFATEO A OBJETOS</i>	12.8±2.8	12.7±1.2	2.4±1.2	2.3±0.4 ^{ab}
<i>OLFATEO A COESPECIFICOS</i>	1.6±0.5	0.9±0.4	X	X
<i>CAMBIOS DE LUGAR</i>	5.8±0.9	6.8±1.1	26.5±2.7	26.7±2.9 ^{ab}

La diferencia dentro del grupo^{ab} (Wilcoxon, P<0.05).

Efecto de la separación social dentro de cada grupo

CONTROL

La frecuencia de emisión balidos altos fue significativamente mayor durante el periodo de prueba sin compañeros que con compañeros (Wilcoxon, P= 0.008, Tabla 4). Por su parte no se encontraron diferencias entre las dos partes de prueba en la frecuencia de eliminaciones (P> 0.05, Tabla 4). Mientras que la frecuencia de cambios de lugar y los intentos de escapar del corral fue significativamente mayor en ausencia de compañeros que con compañeros (P= 0.008, Figura 29 y Tabla 4). Finalmente la frecuencia de olfatear objetos fue significativamente mayor con compañeros que sin compañeros (Wilcoxon, P= 0.03, Tabla 4).

De esta manera el índice de agitación en los machos del grupo control no fue diferente significativamente sin compañeros que con compañeros (3.2± 0.2 versus 3.8± 0.4, *t* pareada, P > 0.05, Figura 30).

DESNUTRIDO

En este grupo los machos emitieron mayor cantidad de balidos altos en la prueba sin compañeros que con sus compañeros (Wilcoxon, P= 0.005 Tabla 4). Así mismo la frecuencia

de intentos de escapar del corral y cambios de lugar se incrementó significativamente cuando los machos fueron probados en ausencia de sus coespecíficos ($P < 0.01$, Figura 37 , tabla 4). Por su parte el olfateo a objetos fue mayor durante la prueba con compañeros que sin compañeros ($P = 0.005$, Tabla 4).

En general, y al igual que ocurrió con los machos del grupo control, en el grupo desnutrido el índice de agitación no fue significativo durante la prueba sin compañeros que con compañeros (2.9 ± 0.2 versus 3.6 ± 0.4 , $P > 0.05$, Figura 30)

b).- HEMBRAS

Con compañeras

Cuando se probaron cada una de las pruebas se encontró en este periodo de la prueba que las hembras del grupo control emitieron mayor número de balidos altos comparado con las hembras del grupo desnutrido (U de Mann Whitney, $P = 0.04$, Figura 31). Así mismo las hembras del grupo control realizaron mayores olfateos a sus coespecíficos durante la prueba con compañeras, que las hembras del grupo desnutrido ($P = 0.003$, Figura 32). De la misma manera las hembras de grupo control realizaron significativamente más cambios de lugar que las hembras del grupo desnutrido ($P = 0.001$, Figura 34). Así también las hembras del grupo control realizaron mayor cantidad de intentos de escapar del corral durante esta fase de la prueba comparado con las hembras del grupo desnutrido ($P = 0.02$, Figura 35).

Finalmente el índice de agitación en esta fase de la prueba arrojó que efectivamente las hembras de grupo desnutrido se mostraron más agitadas que las hembras del grupo control (3.4 ± 0.1 versus 2.4 ± 0.1 , Mann-Whitney, $P = 0.002$, Figura 36).

Sin compañeras

En esta fase de la prueba se encontró que las hembras del grupo desnutrido tendieron a realizar mayor número de eliminaciones que las hembras del grupo control ($P = 0.04$, figura 33). Por otra parte, la frecuencia de cambios de lugar durante la prueba fue significativamente mayor para el grupo de hembras controles, que para las del grupo desnutrido ($P = 0.001$, Figura 34). Así mismo, la frecuencia de los intentos de escapar del corral fue significativamente mayor para el grupo control que para el desnutrido ($P = 0.002$, Figura 35). Finalmente el índice de agitación en la parte de la prueba sin compañeras, para el grupo control que para el grupo desnutrido (4.1 ± 0.5 versus 2.3 ± 0.5 , t pareada, $P = 0.03$, Figura 36).

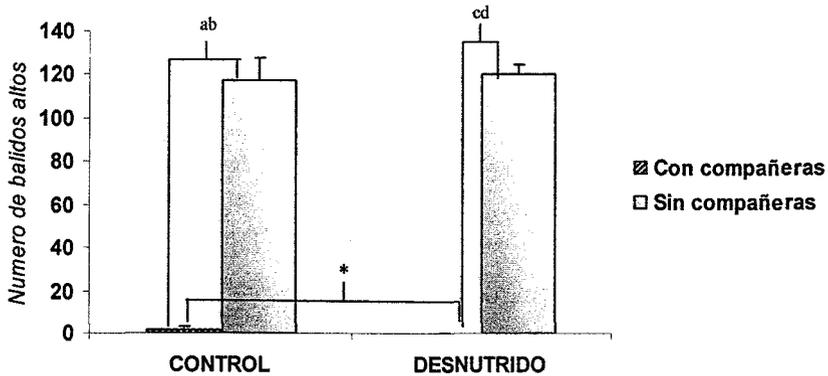


Figura 31.- Frecuencia de balidos altos entre hembras del grupo control y el grupo desnutrido durante la prueba con compañeras y sin compañeras. * Indica diferencia entre grupos (U de Mann Whitney, $P > 0.04$). ^{ab} indica diferencia dentro del grupo ($P = 0.005$, Wilcoxon), ^{cd} ($P = 0.007$).

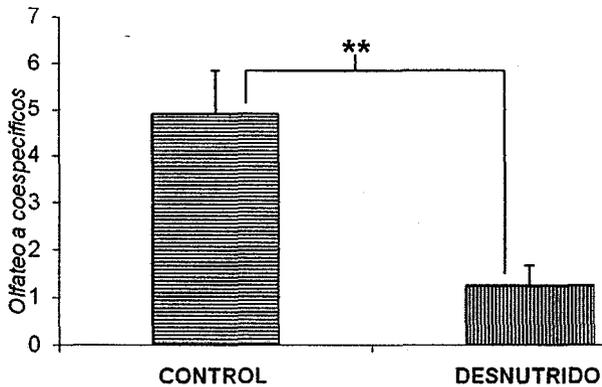


Figura 32.- Frecuencia de olfateos a coespecíficos entre las hembras del grupo control y desnutrido. * Indica diferencia entre grupos ($P = 0.003$).

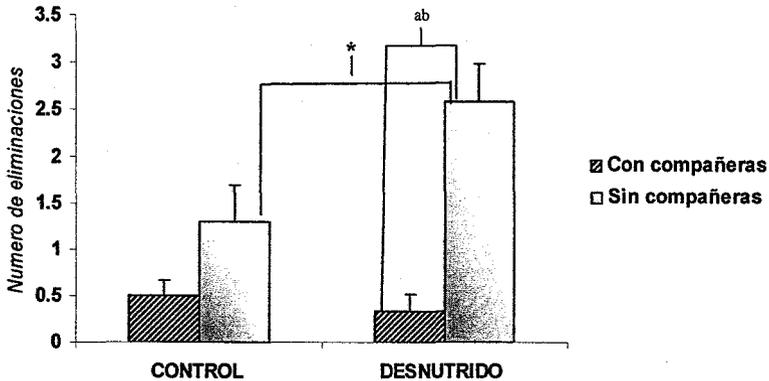


Figura 33.- Frecuencia de eliminaciones entre las hembras del grupo control y el grupo desnutrido durante la prueba con compañeras y sin compañeras. * Indica diferencias entre grupos ($P = 0.04$). ab indica diferencias dentro del grupo ($P = 0.007$, Wilcoxon).

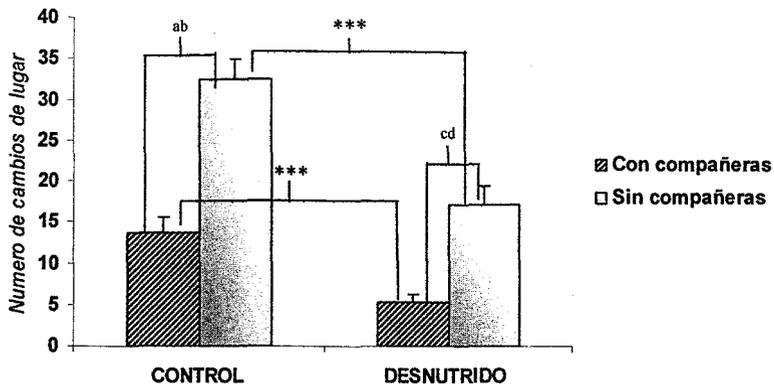


Figura 34.- Frecuencia de cambios de lugar entre las hembras del grupo control y el grupo desnutrido durante la prueba con compañeras y sin compañeras. *** Indica diferencia entre grupos ($P = 0.001$), ^{ab} indica diferencia dentro del grupo ($P = 0.005$; Wilcoxon), ^{cd} ($P = 0.002$).

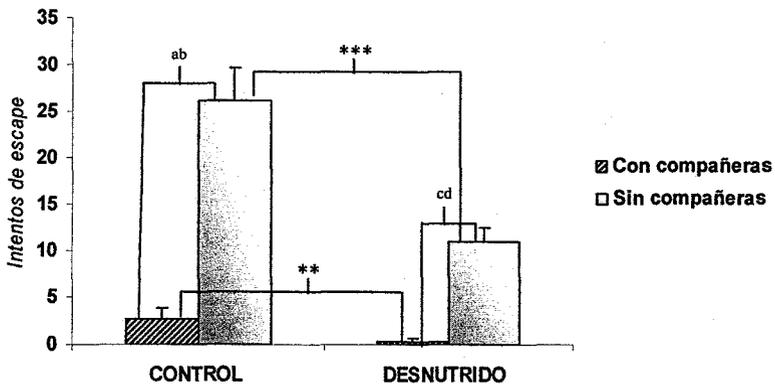


Figura 35.- Frecuencia de intentos de escapar del corral entre las hembras del grupo control y el grupo desnutrido durante la prueba con compañeras y sin compañeras. * Indica diferencia entre grupos ($P = 0.02$), ** ($P = 0.002$, *U* de Mann Whitney), ^{ab} indica diferencia dentro del grupo ($P = 0.005$, Wilcoxon), ^{cd} ($P = 0.002$)

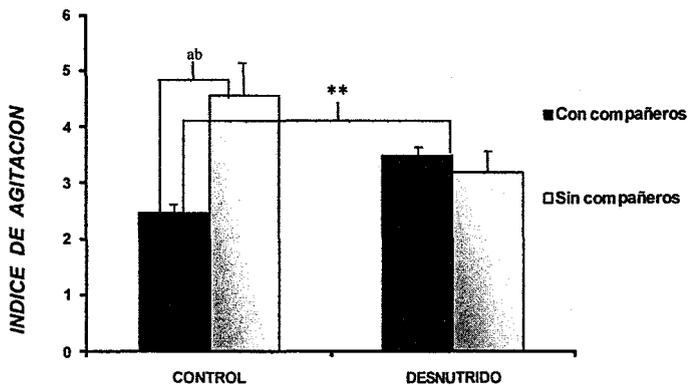


Figura 36.- Índice de agitación entre las hembras del grupo control y el grupo desnutrido durante la prueba con compañeras y sin compañeras. **Indica diferencia entre grupos ($P=0.002$ Mann-Whitney), ^{ab} indica diferencia dentro del grupo ($P=0.01$; t pareada).

Efecto de la separación social dentro de cada grupo

GRUPO CONTROL

Se encontró que las hembras emitieron mayor número de vocalizaciones una vez que fueron separadas de sus compañeras que cuando se encontraban en presencia de ellas (Wilcoxon, $P=0.005$, figura 31). Por su parte el número de cambios de lugar y de intentos de escapar del corral fue significativamente mayor durante la prueba sin compañeras que con compañeras ($P=0.005$, Figuras 34 y 35)

Por tal motivo al comparar la diferencia entre el índice de agitación con compañeras versus sin compañeras se encontró que el índice de respuesta fue significativamente mayor durante la prueba sin compañeras que con compañeras (2.4 ± 0.1 versus 4.5 ± 0.5 , *t* pareada $P = 0.01$, Figura 36).

GRUPO DESNUTRIDO

Se encontró que la frecuencia de emisión de balidos altos y el número de eliminaciones fue significativamente mayor en la parte de la prueba sin compañeras que con compañeras (Wilcoxon, $P < 0.007$, Figuras 31 y 33). Así mismo, la frecuencia de cambios de lugar y de intentos de escapar del corral fue mayor durante la prueba sin compañeras que con compañeras ($P = 0.002$, Figuras 34 y 35).

Finalmente el índice de agitación no difirió entre las dos partes de la prueba de tal manera que las hembras respondieron casi de igual manera durante la prueba sin compañeras que con compañeras (3.4 ± 0.1 versus 3.2 ± 0.3 , *t* pareada $P > 0.05$, Figura 36).

c).- COMPARACIÓN HEMBRAS VERSUS MACHOS

CONTROL

Cuando se compararon hembras versus machos del grupo control se encontró que las hembras realizaron mayor frecuencia de olfateos a sus coespecíficos durante la prueba en presencia de ellos, que los machos (4.9 ± 0.9 versus 1.6 ± 0.7 , *U* Mann Whitney, $P = 0.01$; Figura 37). Así mismo las hembras tuvieron mayor actividad motriz durante la prueba con compañeras, al realizar con mayor frecuencia los cambios de lugar que los machos (32.3 ± 1.5 versus 26.5 ± 2.7 , *U* Mann Whitney $P = 0.002$, Figura 38). Finalmente el índice de agitación en la prueba con compañeras tendió a ser mayor en las hembras que en los machos (2.4 ± 0.1 versus 4.5 ± 0.5 , *t* student $P = 0.07$, Figura 39).

Las demás conductas registradas en las dos fases de la prueba no difirieron significativamente entre hembras y machos.

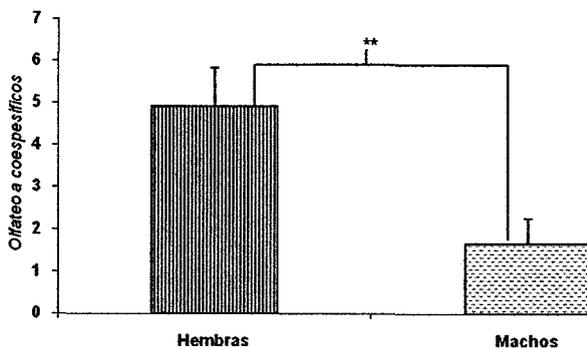


Figura 37.- Frecuencia de olfateos a coespecificos entre hembras y machos del grupo control.

**indica diferencia significativa ($P = 0.01$).

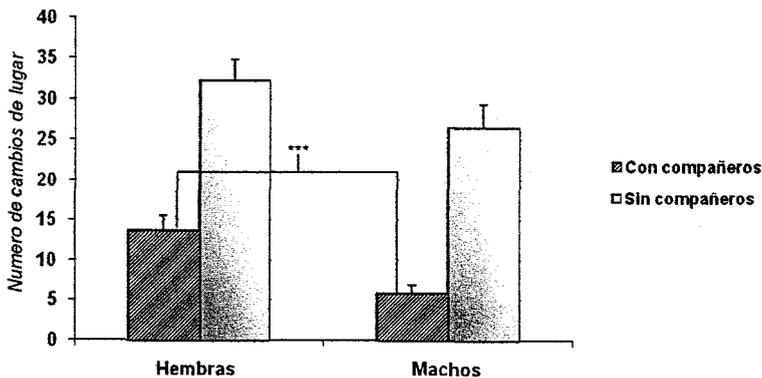


Figura 38.- Frecuencia de cambios de lugar entre las hembras y los machos del grupo control.

*** indicadiferencia significativa ($P= 0.002$, U Mann Whitney).

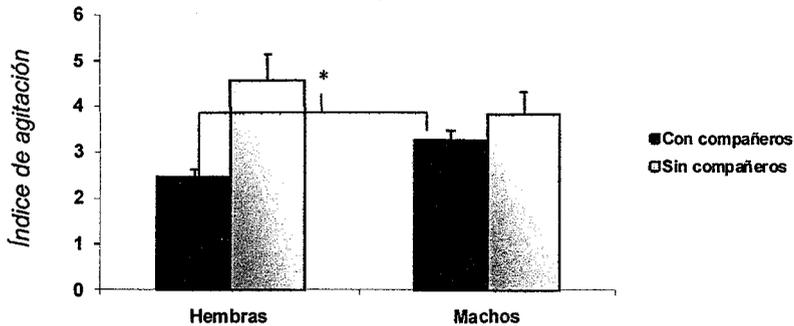


Figura 39.- Índice de agitación entre las hembras y los machos del grupo control. *indica diferencia ($P = 0.07$)

DESNUTRIDO

En este grupo se encontró que durante la fase de la prueba sin coespecíficos, las hembras realizaron mayor número de eliminaciones comparados con los machos (2.5 ± 0.39 versus 1 ± 0.3 , *U Mann Whitney*, $P = 0.01$, Figura 40). Por su parte la frecuencia de olfatear objetos en la prueba sin coespecíficos tendió a ser mayor en los machos que en las hembras (2.3 ± 0.4 versus 1.1 ± 0.4 versus, *U Mann Whitney*, $P = 0.06$; Figura 41). De la misma manera, los machos hicieron más cambios de lugar en la prueba sin coespecíficos que las hembras (26.7 ± 2.9 versus 17.1 ± 2.1 , *U Mann Whitney*, $P = 0.01$, Figura 42).

Las demás conductas evaluadas en este grupo no difirieron significativamente entre hembras y machos.

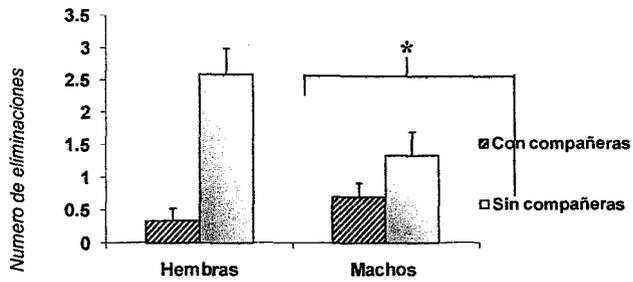


Figura 40.- Frecuencia de eliminaciones entre las hembras y machos del grupo desnutrido.

*indica diferencia significativa ($P= 0.01$).

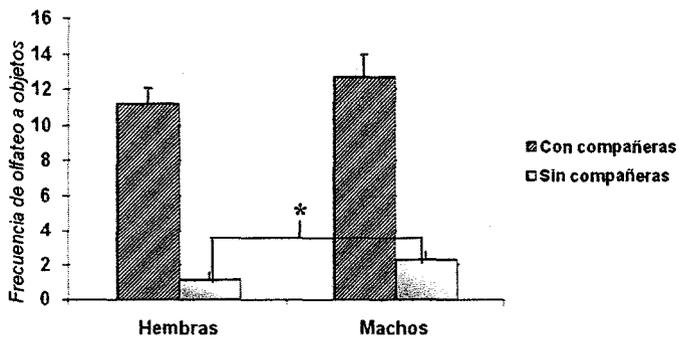


Figura 41. - Frecuencia de olfateos entre hembras y machos del grupo desnutrido. * indica

diferencia significativa ($P= 0.06$).

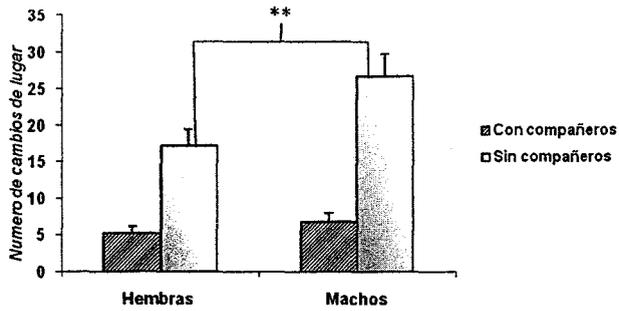


Figura 42.-frecuencia de cambios de lugar entre hembras y machos del grupo desnutrido. *indica diferencia significativa ($P = 0.01$).

IX-DISCUSSION

DESARROLLO CORPORAL

En el presente trabajo no se encontraron diferencias ni en las hembras, ni en los machos en el peso al nacimiento entre el grupo control y el desnutrido, lo cual discrepa con lo reportado en cabras Alpinas por (Saúl *et al.*, 1994), ni con lo reportado por Zambrano *et al.*, (2006), en ratas, quien encontró menor peso en las ratas hembras provenientes de madres desnutridas que en machos.

Hembras

En las hembras el peso corporal fue ligeramente superior en las hembras controles, sin embargo esta diferencia empieza en la semana 23 de edad. Por su parte la ganancia de peso fue también ligeramente superior a lo largo del estudio para las hembras controles que las desnutridas, sin embargo, esta diferencia fue significativa entre las semanas 19 a la 23. Finalmente el índice de masa muscular a largo de las 31 semanas del estudio fue ligeramente mayor para las hembras controles que para las desnutridas, pero esta diferencia fue sólo significativa para la semana 23.

Machos

Para el caso del peso corporal es importante recalcar que no se observaron efectos visibles en el peso corporal, ya que a lo largo de las 43 semanas de estudio ambos grupos se comportaron de manera similar en esta variable no encontrándose diferencias significativas entre ellos. Para el caso de la ganancia de peso se pudo observar que ambos grupos mostraron similares tendencias hasta antes del destete, posterior a éste y hasta la semana 31 los machos del grupo

control mostraron mayores ganancias de peso que los desnutridos, siendo esta diferencia significativa entre las semanas 23 a la 27. Sin embargo entre las semanas después de este periodo los machos del grupo desnutrido tuvieron mayores ganancias de peso que los controles. Finalmente el índice de masa corporal tuvo similares tendencias a las mencionadas para la ganancia o cambio de peso, es importante recordar que posiblemente este resultado haya sido observable debido básicamente al efecto del peso corporal.

Como se observó en los resultados a los machos también se les registró el largo y perímetro testicular a largo de las 43 semanas de estudio. En el caso del largo testicular éste fue ligeramente superior en los machos del grupo control que el desnutrido, siendo esta diferencia significativa para las semanas 27 y 39 de edad. Mientras que para la variable perímetro testicular no se encontraron diferencias entre los dos grupos.

En general estos hallazgos contrastan con estudios realizados en corderos de un año de edad, en donde se encontraron que la restricción alimenticia durante la gestación muestran también efectos sexo-dependientes en los cuales los machos tiene una alta tasa de crecimiento en los primeros meses de vida, y un bajo desarrollo corporal del largo del cuerpo y una baja tasa de crecimiento fetal en las hembras (Owens *et al.*, 2007). Por su parte De Blasio *et al.* (2006 y 2007a), encontraron que la restricción intrauterina en ovejas provoca un efecto de crecimiento compensatorio acompañado de unos altos niveles de Tiroxina (T_3 y T_4) en los corderos a los 40 días de edad, y también se observó que los machos tienden a tener una alta tasa de crecimiento, a diferencia de las hembras, y en ambos se encontró un incremento en la adiposición y la actividad alimenticia (tiempo de amamantamiento), lo cual también se relaciona con un incremento en la adiposición de insulina (De Blasio *et al.*, 2007b).

Por su parte trabajos realizados en los ciervos rojos desnutridos en un 70% de sus requerimientos durante el invierno ocasionó que los efectos de la descompensación se vieran

reflejados en el verano siguiente, en donde se incrementó la ganancia diaria de peso, el peso vivo y la eficiencia en la conversión alimenticia (Suttie *et al.*, 1983).

COMPORTAMIENTO A LA PRIMERA HORA DE VIDA.

En el presente trabajo se encontró que los efectos de la desnutrición durante la segunda mitad de la gestación tiene efectos negativos relacionados con el vigor del neonato, ya que los cabritos desnutridos tardaron más tiempo en hacer el primer intento de levantarse, tardan más tiempo en estar de pie entonces la latencia de estar cerca de la ubre se ve prolongada y por consiguiente transcurre más tiempo en comenzar la búsqueda de la ubre y su amamantamiento, resultados ya previamente reportados en cabras bajo similares condiciones al presente trabajo (Terrazas *et al.*, 2009) y bajo una pobre capacidad placentaria (Konyali *et al.*, 2006). Resultados parecidos también se han observado en corderos nacidos de hembras primíparas desnutridas (Dwyer *et al.*, 2003). Estos resultados también coinciden con trabajos en ratas de Mabandla *et al* (2008) con una restricción al 50% de sus nutrientes, las crías muestran una disminución de la actividad locomotora al nacimiento relacionándolo también con alto nivel de glucocorticoides sanguíneos en la cría (Mabandla *et al.*, 2008)

FORMACIÓN DE LA JERARQUÍA SOCIAL

Antes de la separación por sexos.

Antes de la separación por sexos se midió la formación de la jerarquía. No existen trabajos los cuales reporten acerca de los efectos de la desnutrición intrauterina sobre la formación en las jerarquías sociales en caprinos. En el periodo en el cual se mantuvieron juntos los animales de manera general se pudo observar que tanto los cabritos hembras y

machos controles y los provenientes de madres desnutridas no habían establecido aún su jerarquía social a los 6 meses de edad debido a que en la matriz de dominancia se puede observar como los cabritos que tienen un índice medio interactúan con otros de mayor índice de éxito resultados similares son reportado por Houpt *et al.* (2004) en el establecimiento de jerarquías en cabras (Houpt *et al.*, 2004).

Las hembras del grupo desnutrido tuvieron mayor número de derrotas en comparación con las hembras del grupo control, así mismo, éstas últimas tuvieron posiciones más altas en la jerarquía que las del grupo desnutrido, incluso ocuparon posiciones superiores que algunos machos, mientras se mantuvieron en corrales mixtos. Mientras que las hembras del grupo desnutrido ocuparon las posiciones más bajas en la jerarquía por debajo de las hembras controles y de los machos.

Los machos y hembras que mostraron mayor número de encuentros antagónicos también fueron aquellos que ocuparon lugares más altos en la jerarquía social. En algunos estudios se reporta que el tamaño corporal y el largo de los cuernos son factores físicos que ayudado a esto (Barroso *et al.*, 2000). Estudios en el ganado bovino en condiciones extensivas se ha establecido que separando a los animales por jerarquías se puede mejorar la producción y el bienestar animal disminuyendo el número de interacciones agonistas hacia las vacas subordinadas (Philips y Rind, 2002). También se ha reportado en cabras que este tipo de inestabilidad social incrementa las conductas agonistas (Andersen *et al.*, 2008).

Después de la separación por sexos.

A los 6 meses y medio después de la separación por sexo los cabritos machos de ambos grupos tuvieron mayor número de encuentros agonistas. Un cambio en las posiciones jerárquicas provoca un incremento de conductas agonistas dentro del rebaño. Esto se debe al incremento de conductas agonistas a causa del restablecimiento de los niveles jerárquicos

(Addison y Baker, 1982). En las hembras del grupo control la matriz de dominancia muestra que se establece una jerarquía lineal, es decir; que las hembras con un bajo índice de éxito no dominaban a las de valores más altos. Sin embargo, en las hembras provenientes de madres desnutridas con un índice de éxito medio podían tener interacciones con las de hembras de valores altos de dominancia, lo cual nos dice que la jerarquía no se ha establecido a los seis meses y medio. Y de igual manera en los machos desnutridos.

La desnutrición durante la segunda mitad de la gestación atrasó el establecimiento de las jerarquías después de los seis meses de edad, en los machos provenientes de madres desnutridas, a diferencia de los machos control, tal como en las observaciones de Orgeur *et al.* (1990), en las cuales se establece más rápido el orden jerárquico en las cabras que han estado juntas desde un periodo temprano (Orgeur *et al.*, 1990).

RESPUESTA A LA SEPARACIÓN SOCIAL

De manera general los machos de ambos grupos (control y provenientes de madres desnutridas) respondieron marcadamente a la separación social, por el hecho de que ambos grupos mostraron un índice de agitación alto cuando fueron separados de sus coespecíficos. Resultados que contrastan con los reportados en cabras hembras nubias y alpinas (Carbonaro *et al.*, 1990), y lo reportado en cabras adultas vacías (Poindron *et al.*, 2007b). Sin embargo, los machos del grupo control mostraron más intentos de escapar del corral de prueba mientras se encontraban con sus coespecíficos que los machos provenientes del grupo desnutrido. Mientras que en la parte de la prueba en la cual los machos se quedaron en ausencia de coespecíficos, se puede observar que la frecuencia de emisión de balidos altos y de olfateo a objetos fue mayor para los machos del grupo control que para los del grupo desnutrido.

En cuanto a las hembras la desnutrición durante la vida intrauterina tuvo un efecto marcado sobre la respuesta a la separación social. De esta manera se pudo observar que durante la fase de la prueba en al cual se encontraban con sus coespecíficos, las hembras de grupo control se mostraron más inquietas ya que emitieron mayor número de balidos altos, tuvieron mayor frecuencia de cambios de lugar, hicieron mayor frecuencia de intentos de escapar del corral y realizaron más olfateos a coespecíficos comparadas con las hembras del grupo desnutrido.

De hecho el índice de agitación durante esta fase de la prueba fue significativamente mayor en las hembras del grupo control, que del desnutrido.

Mientras que en la fase de la prueba sin compañeras se encontró que de igual manera las hembras del grupo control se mostraron más reactivas a la prueba ya que tuvieron mayor frecuencia de cambios de lugar e hicieron mayores intento de escapar del corral de prueba, que las hembras del grupo desnutrido. De esta manera el índice de agitación fue significativamente mayor para las hembras del grupo control, que para aquellas provenientes del grupo desnutrido.

Nuestros resultados contrastan con los obtenidos en ratas, en donde de alguna manera la malnutrición en la vida prenatal puede alterar la formación de vínculos sociales, ya que cuando las hembras provenientes del grupo desnutrido no mostraron una clara respuesta a la separación social como lo que se observó en las hembras controles. Los estudios en ratas macho con malnutrición proteica durante la gestación y sometidas a estrés en una prueba de laberinto elevado, demostraron que durante una prueba de separación social es demasiado estresante la cual reprime la respuesta a otras acciones ansiolíticas y termina en la inmovilización total del las ratas machos (Francolin-Silva y Almedia, 2004). Welberg *et al.* (2001) encontró una disminución en las conductas exploratorias en una área abierta (Welberg *et al.*, 2001) y Toth *et al.* (2008) similarmente encontró también que las ratas provenientes de

madres estresadas duraban más tiempo en el centro de la prueba de una área abierta y también una disminución en el número de visitas a sus coespecíficos en la prueba de comportamiento social (Toth *et al.*, 2008). Lo cual coincide también en este estudio con la disminución de olfateos a coespecíficos y la disminución de balidos altos de las cabritas provenientes de madres desnutridas.

Resultados similares encontrados por Roussel *et al.* (2005) en cabritos expuestos a estrés prenatal y una dosis de ACTH dos meses antes del parto, en los todos los machos se observó menos signos de estrés y menor actividad locomotora que en las hembras, esto fue con una prueba de reacción a un objeto novedoso. Pero no coincide con lo referente a las hembras en reacción a un objeto novedoso el cual se mostraron más actividad locomotora y mas actividad exploratoria ante un objeto novedoso (Roussel *et al.*, 2005). En bovinos de carne se ha observado que cuando se cambian de la pradera de pastoreo a un corral aislado tienen una respuesta ansiogénica subiendo así sus niveles de corticoesteroides sanguíneos relacionados con la disminución del tiempo de la rumia, un menor tiempo cerca de las otras vacas y el incremento de las vocalizaciones (Bristow y Holmes, 2007).

En contraste los trabajos con ratas se observó que el estrés maternal durante la gestación incrementa el nivel de cortisol en los fetos machos, baja el nivel de testosterona fetal y la actividad de la aromatasas cerebral, en las hembras altera la actividad de catecolaminas en el cerebro y es más común ver en los machos un déficit de aprendizaje debido a la reducción de la neurogénesis del hipocampo y la densidad en la corteza prefrontal. Mientras que la ansiedad, depresión y el incremento a la respuesta del estrés es mas común en hembras (Weinstok M., 2007). En cabras, la separación social tiene un efecto estresante, en el cual los niveles de cortisol plasmático incrementan significativamente (Qarawi y Ali, 2005). Mientras que en corderos provenientes de madres desnutridas, se encontró en las hembras altos niveles

de cortisol y ACTH a los 5 meses de edad y a los 10 meses sólo niveles altos de cortisol a diferencia de los machos, esto nos dice que la sensibilidad de el eje hipofisario a la estimulación exógena durante la gestación y se atenúa con la edad del cordero (Chadio *et al.*, 2007).

CONCLUSIONES

- La desnutrición prenatal afecta de manera más marcada el desarrollo corporal en las hembras que en los machos y provoca una *tasa* de crecimiento acelerado en los machos.
- La desnutrición prenatal deteriora el vigor conductual de la cría el primer día de nacido, lo cual podría ser uno de los factores predisponentes a alterar los vínculos sociales en la edad juvenil.
- La desnutrición prenatal retrasa la formación de la jerarquía después de los 6 meses de edad tanto en hembras como en machos.
- La desnutrición prenatal altera la respuesta a la separación social en las hembras.

BIBLIOGRAFÍA

- Al-Qarawi AA, Ali BH. Isolation stress in desert sheep and goats an the influence of pretreatment of xylacine or sodium betaine. *Veterinary researches communication* 29 (2005)81-90.
- Addison W. E. and Baker E., Agonistic behavior and social organization in a herd of goats as affected by the introduction of non-members., *Applied Animal Ethology*, 8 (1982) 527-535.
- Alcock, J. (1993). *Animal Behavior*, 5th Edn. Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- Alexander G. y Williams D. Heat stres and development of the conceptus in the domestic sheep. *Journal Agriculture Science* , (1971), 76: 53-72.
- Almeida S., et al. The ontogeny of exploratory behaviors in early protein-malnourished rats exposed to the elevated plus-maze. *Psychobiology* , (1994), 22: 283-288.
- Almeida S.S., Tonkins J., Galler J.R. Prenatal protein affects exploratory behavior of female rats in the elevated plus-maze test. *Physiology and behavior*. (1996), 60:675-680.
- Alvarez L., Martin G.B., Galindo F., Zarco L.A. Social dominance of female goats affects their response to the male effect. *Applied Animal Behaviour Science* 84 (2003) 119–126.
- Alvarez L., Zarco L., Galindo F., Blache D., Martin G.B. Social rank and response to the “male effect” in the Australian Cashmere goat. *Animal Reproduction Science* 102 (2007) 258–266.
- Andersen I. L. and Bøe K. E. Resting pattern and social interactions in goats The impact of size and organization of lying space. *Applied Animal Behavior Science* 108 (2007) 89–103.
- Andersen, I.L., Roussel, Ropstad E, Braastad BO, Steinheim G, Janczak AM, Jørgensen G, Bøe K. E I., Social instability increases aggression in groups of dairy goats, but with minor consequences for the goats' growth, kid production and development, *Appl. Anim. Behav. Sci.* (2008), doi:10.1016/j.applanim.2008.01.007
- Barroso FG, Alados CL, Boza J. Social hierarchy in the domestic goat: effect on food habits and production. *Applied Animal Behaviour Science* 69 (2000) .35–53.
- Barker DJP. Fetal origins of coronary heart disease. *British Medical Journal*. (1995), 311:171–174
- Barker DJP. y Clark PM. Fetal undernutrition and disease in later life. *Reviews of Reproduction*, (1997), 2:105–112.
- Barker DJP, Hales CN, Fall CHD, Osmand C, Phipps K, Clark PMS. Type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus, hypertension and hyperlipidemia (syndrome X): Relation reduced fetal growth. (1993). *Diabetologia* 36:62-67.
- Barker DJP, Matyn CN., Osmond C., Wiel GA. Abnormal liver growth in utero and death from coronary heart disease. *British Medical Journal* (1995),310:703-704.
- Barker DJP, Winter PD, Osmond C, Margetts B. Weight in infancy and death from ischaemic heart disease. *Lancet* , (1989), 2:577-580.
- Barker DJP. Fetal nutrition and cardiovascular disease in later life. *British Medical Bulletin*, (1997) 53: 96-108.
- Bavdekar A, Chittaranjan S, Fall CHD, Bapat S, Pandit AN, Deshpande V, et al. Insulin resistance syndrome in 8 year-old Indian children. Small at birth, big at 8 years, or both? *Diabetes* , (1999) 48:2422-2429.
- Beckwith JB. *Pediatric kidney*. SS Sternberg Lippincott. Histology for pathologist (2nded). Philadelphia, Raven Pub., (1997), 789-797.

- Bell AW, Hay WW Jr, Ehrhardt RA. Placental transport of nutrients and its implications for fetal growth. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement*, (1999), 54: 401-410.
- Borwick SC, Rae MT, Brooks J, McNeilly AS, Racey PA, Rhind SM. Undernutrition of ewe lambs in utero and in early post-natal life does not affect hypothalamic-pituitary function in adulthood. *Animal Reproduction Science* 77 (2003) 61-70
- Brameld, J. M., A. Mostyn, J. Dandrea, T. J. Stephenson, J. M. Dawson, P. J. Buttery, and M. E. Symonds.. Maternal nutrition alters the expression of insulin-like growth factors in fetal sheep liver and skeletal muscle. *Journal of Endocrinology*. (2000), 167:429-437.
- Brenner BM, Mackenzie HS. Nephron mass as a risk factor for progression of renal disease. *Kidney Int*; (1997), 2: S124-S127.
- Bristow DJ y Holmes DS. Cortisol levels and anxiety-related behaviors in cattle *Physiology & Behavior* 90 (2007) 626-628.
- Broom M. A Unified Model of Dominance Hierarchy Formation and Maintenance. *J. theor. Biol.* (2002) 219, 63-72.
- Bloomfield FH, Oliver MH, Hawkins P, Holloway A, Campbelle M, Gluckman P, Harding J, and Charllis J. periconceptional undernutrition in seeps accelerates maturation of the fetal hypothalamic pituitary adrenal axis in late gestation. *Endocrinology*. (2004) 145(9); 4278-4285.
- Broom M. and Cannings C. Modelling Dominance Hierarchy formation as a Multi-player game. *J. theor. Biol.* (2002) 219, 397-413.
- Buttery, P. J., J. M. Brameld, and J. M. Dawson. Control and manipulation of hyperplasia and hypertrophy in muscle tissue. *Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction*. P. B. Cronje, ed. CAB International, Wallingford, UK. *Ruminant Physiology*, (2000) 237-254.
- Carbonaro DA, Friend TH, Dellmeier GR and Nuti LC. Behavioral and Physiological Responses of Dairy Goats to Isolation. *Physiology & Behavior*, (1990) Vol. 51, pp. 297-301.
- Carrascosa A. Crecimiento intrauterino: factores reguladores. Retraso de crecimiento intrauterino. *Anal. Pediatr.* (2003), 58 55-73.
- Chadio SE, Kotsampasi B, Papadomichelakis G, Deligeorgis S, Kalogiannis D, Menegatos I and Zervas G. Impact of maternal undernutrition on the hypothalamic-pituitary-adrenal axis responsiveness in sheep at different ages postnatal. *Journal of Endocrinology* (2007) 192, 495-503.
- Clutton-Brock TH, Jason GR, Guinness FE (1987) Sexual segregation and density-related changes in habitat use in male and female red deer (*Cervus elaphus*). *J Zool (Lond)* 211:275-289.
- De Blasio MJ, Gatford KL, Robinson JS and Owens JA. Placental restriction alters circulating thyroid hormone in the young lamb postnatally *Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol* (2006), 291:1016-1024.
- De Blasio MJ, Gatford KL, Robinson JS and Owens JA. Placental restriction of fetal growth reduces size at birth and alters postnatal growth, feeding activity, and adiposity in the young lamb *Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol* (2007a) 292:875-886.
- De Blasio MJ, Gatford KL, McMillen IC, Robinson JS, and Owens JA. Placental Restriction of Fetal Growth Increases Insulin Action, Growth, and Adiposity in the Young Lamb. *Endocrinology* (2007b), 148(3):1350-1358.
- Dobbing J. Undernutrition in the developing brain, *Am J Dis Child*, (1970), 120: 411.
- Dwyer C.M. .. Calvert S.K, Farish M., Donbavand J., Pickup H.E. Breed, litter and parity effects on placental weight and placental number, and consequences for the neonatal behavior of the lamb. *Theriogenology* 63 (2005) 1092-1110.

- Dwyer C.M., Lawrence A. B., Bishop S. C. and Lewis M. Ewe-lamb bonding behaviours at birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy *British Journal of Nutrition* (2003), 89, 123–136.
- Dwyer CM., Behavioral development in the neonatal lamb: efecto n maternal and birth-related factors. *Teriogenology*, (2003). 59: 1027-1050.
- Erhard H.W., Boissy A., Rae M.T., Rhind S.M. Effects of prenatal undernutrition on emotional reactivity and cognitive flexibility in adult sheep *Behavioural Brain Research* 151 (2004) 25–35.
- Edwards LJ, & MacMillen IC. Impact of maternal undernutrition during the periconceptional period, fetal number and sex on the hipotalamo-pituitary adrenal axis in sheep during late gestacion. *Biology of reproduction*, (2002), 66:1562-1569.
- Fabre-Nys, C. Le comportement sexuel des caprins : Contrôle hormonal et facteurs sociaux. *INRA Prod. Anim.* (2000), 13: 11-23.
- Fahey AJ, Brameld J. M., Parr T., and Buttery P. J. The effect of maternal undernutrition before muscle differentiation on the muscle fiber development of the newborn lamb, *Journal Animal. Science.* (2005), 83:2564–2571.
- Francolin-Silva y Almedia. The interaction of housing condition and acute immobilization stress on the elevated plus-maze behaviors of protein-malnourished rats. *Brazilian Journal of medical and Biological Research* (2004) 37: 1035-1042
- Flanagan DE, Moore VM, Godsland IF, Cockington R A, Robinson JS, Phillips IW. Fetal growth and the physiological control of glucose tolerance in adults: a minimal model analysis. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* (2000), 278: 700- 706.
- Fournier F. & Festa-Bianchet M. Social dominance in adult female mountain goats., *Anim. Behav.*, 1995, 49, 1449-1459.
- Galan HL, Husey MJ, Barbera A, Ferrazzi E, Chung M, Hobins JC y Bataglia FC. Relationship on fetal growth to duration of heat stress in an ovine model of placental insufficiency. *Am Journal Obstetric gynaecology.* (1999), 180:1278-1282.
- Galler, J. R., y J. Tonkiss. Prenatal protein malnutrition and maternal behavior in sprague-dawley rats. *Journal of Nutrition.* (1991), 121: 762-769.
- Garnier, D., Y. Cotta, y M. Terqui. Androgen radioimmunoassay in the ram: Results of direct plasma testosterone and dehydroepiandrosterone measurement and physiological evaluation. *Ann. Biol. Anim. Biophys.* (1978) 18: 265-281.
- Gardner D, Pearse , Dandrea J, Walker R, Ramsay M, Stephenson terence & Sygmunds. Peri-implantacion undernutrition programs blunted angiotensin II evoked baroreflex responses in young adult sheep. *Hypertension*, (2004) 43; 1290-1296.
- Gandolfi, F., and R. M. Moor.. Stimulation of early embryonic development in the sheep by co-culture with oviduct epithelial cells. *J. Reprod. Fertil.* (1987) 81:23–28.
- Gendreau Y., Côté S.D., Festa-Bianchet M. Maternal effects on post-weaning physical and social development in juvenile mountain goats (*Oreamnos americanus*). *Behav Ecol Sociobiol* (2005) 58: 237–246.
- Gilling G. Desarrollo del reconocimiento mutuo entre la madre y su cria en los primeros dias post-parto en cabras. Instituto de neurobiología, Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Queretaro.(2002).
- Gnanalingham MG, Mostyn A, Dandrea J, yakubu DP, Sygmonds ME, Stephenson T. Ontology and nutritional programming of uncoupling protein-2 and glucocorticoid receptor mRNA in the ovine lung. *J Physiol* (2005) 565, 159-169.

- Godfrey KM y Barker DJP. Fetal nutrition and adult disease. *Am Journal Clinic Nutrition* 71(suppl): (2000), 1344S-52S.
- Gonyou H.W., The role of behavior in sheep production: a review of research *Applied Animal Ethology*, 11(1983/84) 341-358.
- Gubernick DJ, Alberts JR. A specialization of taste aversion learning during suckling and its weaning-associated transformation. *Dev Psychobiol.* (1984) Nov;17(6):613-28.
- Hack M y Merkatz Irpreterm delivery and low birth weight –a dire legacy. *New England Journal of Medicine.* (1995), 333, 1772-1774.
- Hales CN, Desai M, Ozanne SE. The thrifty phenotype hypothesis: how does it look after 5 years?. *Diabetic Medicine.* (1997) 14. 189-195.
- Han H, Austin K, Nathanielsz P, Ford S, Nijland M, Hansen T. Maternal nutrient restriction alters gene expression in ovine fetal heart. *J Physiol* (2004) 558 111-121
- Hand J.L. Resolution of social conflicts: dominance, egalitarianism, spheres of dominance, and game theory. *Q. Rev. Biol* (1986). 61 201–220.
- Haley M. P., Deutsch C. J. & Le Boeuf B. J. Size, dominance and copulatory success in male northern elephant seals, *Mirounga angustirostris*. *Animal Behaviour* (1994) 48: 1249–1260.
- Heitor F., Oom Mdo M, Vicente. Social relationships in a herd of Sorraia horses Part I. Correlates of social dominance and contexts of agresión. *Behavioural Processes* 73 (2006) 170–177.
- Hemelrijk C. K. Self-Organization and Natural Selection in the Evolution of Complex Despotic Societies. *Biol. Bull.* June (2002). 202: 283–288.
- Hemelrijk, C. K.. Towards the integration of social dominance and spatial structure. *Anim. Behav.* (2000) 59: 1035–1048.
- Herrera FA, Miranda –Contreras L, Ramirez-Martenz L y Palacios-Prü EL. Cambios bioquímicos y morfológicos en el sistema central de ratas desnutridas durante la gestación y lactancia. *Interciencia* marzo abril. (2000), 25: 002 85-91.
- Hinchliffe SA, Lynch MRJ, Sargent PH y col. The effect of intrauterine growth retardation on the development of renal nephrons. *British Journal Obstetric Gynaecology.* (1992), 99:296-301.
- Hoet JJ, Hanson MA. Intrauterine nutrition: Its importance during critical periods for cardiovascular and endocrine development. *Journal of Physiology.* (1999) 514: 617-627.
- Houpt KA. livestock behaviour in. notes of farm animals behaviour. Department of animal science. Cornell University, Ithaca, NY, USA. (2004)
- Hyukjung K, Ford S P, Bazer F W, Spencer T E, Nathanielsz P W, Nijland M J, Hess BW and Wu G, Maternal nutrient restriction reduces concentrations of amino acids and polyamines in ovine maternal and fetal plasma and fetal fluids, biology of reproduction. (2004), 71: 901–908.
- Kapoor A., Petropoulos S., Matthews S. G. Fetal programming of hypothalamic–pituitary–adrenal (HPA) axis function and behavior by synthetic glucocorticoids. *Brain research reviews.* 57 (2008) 586–595.
- Konyali A. Tolu C, G Das, T Savas. Factors affecting placental traits and relationships of placental traits with neonatal behaviour in goat. *Animal Reproduction Science* 97 (2007) 394–401.
- Konyali, A., Das, G. O`glaklarda Do`gumdan 'Ilk Aya`ga Kalkmaya ve 'Ilk Defa Emmeye Kadar Gec, en Sureye Etki Eden Faktorler. (Factors affecting the duration from first time standing to first time suckling in newborn goat kids). IV. Ulusal Zootekni Kongresi. Isparta, Turkiye. (2004). 2, 81–83.

- Kwon H, Ford P, Bazer F, Spencer T, Nathanielsz P, Nijland M, Hess B, Wu G. Maternal nutrient restriction reduces concentrations of amino acids and polyamines in ovine maternal and fetal plasma and fetal fluids biology of reproduction (2004) 71, 901–908.
- Kwon H, Wu G, Bazer FW, Spencer TE. Developmental changes in polyamine levels and synthesis in the ovine conceptus. *Biol Reprod*; (2003) 69,1626–1634.
- Lacroix M.C., Bolifraud P., Durieux D., Pauloin A., Vidaud M., and Kann G. Placental Growth Hormone and Lactogen Production by Perfused Ovine Placental Explants: Regulation by Growth Hormone-Releasing Hormone and Glucose biology of reproduction. (2002), 66: 555–561.
- Langbein J. y Puppel B. Analysing dominance relationships by sociometric methods—a plea for a more standardised and precise approach in farm animals. *Applied Animal Behaviour Science* 87 (2004) 293–315.
- Larsson L, Aperia A, Wilson P. Effect of normal development on compensatory renal growth. *Kidney Int.* (1980), 18: 29-35.
- Lelievre-Pegorier M, Merlet-Benichou C. The number of nephrons in the mammalian kidney: Environmental influences play a determining role. *Exp Nephrol.* (2000) 8: 63-65.
- Levitski D y Strupp B. malnutrition and the brain Changing concerns. *Journal of Nutrition.* (1995), 125 2212-2220.
- Lea, Andrade LP, Rae MT, Hannah LH, Kyle CE, Murray JF, Rhind SM and Miller DW. Effects of maternal undernutrition during early pregnancy on apoptosis regulators in the ovine fetal ovary Reproduction. (2006), 131,113–124.
- Lickliter R. E. Activity Patterns and Companion Preferences of Domestic Goat Kids. *Applied Animal Behaviour Science*, 19 (1987) 137-145
- Lickliter R. E., Hiding behavior in domestic goat kids, *Applied Animal Behaviour Science*, 12 (1984)–245-251.
- Lickliter Robert E., Effects of a post-partum separation on maternal responsiveness in primiparous and multiparous domestic goats, *Appl. Anim. Ethol.*, (1982), 8:537-542.
- Mabandla MV, Dobson B, Johnson S, Kellaway LA, Daniels WLM, Russell VA. Development of a mild prenatal stress rat model to study long term effects on neural function and survival *Metab Brain Dis* (2008) 23:31–42
- Macagno M E., Courreges CJ, Monserrat A, Efectos de la desnutrición proteica gestacional en el desarrollo renal. *Revista Argentina de cardiología*, enero-febrero. (2001), 69: 1.
- Mackenzie HS, Lawler EV, Brenner BM. Congenital ligonephropathy: The fetal flaw in essential hypertension? *Kidney Int.* (1996), 49: S30-S34.
- Martin, B., y P. Bateson. *Measuring behavior, an introductory guide.* Cambridge University (1986), Press, New York, USA,.
- Mainguy J. & Côté S.D. Age- and state-dependent reproductive effort in male mountain goats, *Oreamnos americanus*. *Behav Ecol Sociobiol* (2008) 62:935–943.
- Mellor DJ. Nutritional and placental determinations of foetal growth rate in sheep and consequence of newborn lamb. *Br Vet J.* (1983), 139 307-324.
- Mellor DJ. and Stafford KJ., Animal welfare implications of neonatal mortality and morbidity in farm animals. *The Veterinary Journal* 168 (2004) 118–133
- Mitteldorf, J. and D. S. Wilson. Population viscosity and the evolution of altruism. *J. Theor. Biol.* (2000) 204: 481–496.

- Moritz K.M., Boon W. M., Wintour E.M. Glucocorticoid programming of adult disease Cell Tissue Res (2005) 322: 81–88.
- McGraw M, Poucell S, Sweet J y col. The significance of focal segmental glomerulosclerosis in oligomeganephronia. Int J Pediatr Nephrol. (1984), 5: 67-72.
- Mellor DJ. Nutritional and placental determinations of foetal growth rate in sheep and consequence of newborn lamb. British Veterinary Journal. (1983), 139:307-324.
- Molina V R, Desnutrición maternofetal y patología de la adultez, Rev Obstet Ginecol Venez. (2001), 61, 4 :263-268.
- Morand-Fehr, P., y D. Sauvant. Composition and yield of goat milk as affected by nutritional manipulation. Journal of Dairy Science. (1980), 63: 1671-1680.
- Morand-Fehr, P. Influence of environment on mortality of kids. Colloq. Institute National. Research Agronomy . (1984), 28: 31-46.
- Morand-Fehr, P., y D. Sauvant. Nutrition and optimum performances of dairy goats. Livestock Production Science. (1978), 5: 203-213.
- Morgane P. Prenatal malnutrition and development of the brain. Neurosci bioheavior Rev. (1993), 17: 91 –128.
- Nyengaard JR, Bendtsen TF. Glomerular number and size in relation to age, kidney weight, and body surface in normal man. Anat Rec. (1992), 232:194-201.
- Osgerby J C, Wathes D C, Howard D and Gadd T S. The effect of maternal undernutrition on ovine fetal growth Journal of Endocrinology. (2002), 173, 131–141.
- O' Brien P.H.. Feral Goat Social Organization: A Review and Comparative Analysis. Applied Animal Behaviour Science, 21 (1988) 209-221
- Orgeur P., Mimouni P. and Signoret J.P. The influence of rearing conditions on the social relationships of young male goats (*Capra hircus*). Applied Animal Behaviour Science, 27 (1990) 105-113
- Osgerby, J.C., Gadd, T.S., Wathes, D.C.,. The effects of maternal nutrition and body condition on placental and foetal growth in the ewe. Placenta. (2003), 24 236–247.
- Olazabal F.A. Efecto de la subnutrición durante la gestación sobre la capacidad de reconocimiento mutuo madre-cría en ovejas durante el primer día post-parto. Tesis de maestría. (2007) p. 99.
- Oliver M, Hawkins P, Breier B, Van Zul P, Sargison S, Harding J. Maternal undernutrition during the periconceptual period increases plasma taurine levels and insulin Response to glucose but not arginine in late gestation fetal. Endocrinology (2001), 142; 4576-4579.
- Owen, D., Matthews, S.G. Repeated maternal glucocorticoid treatment affects activity and hippocampal NMDA receptor expression in juvenile guinea pigs. J. Physiol. 2007 578, 249–257.
- Owens JA, Thavaneswaran P, De Blasio MJ, McMillen IC, Robinson JS, and Gatford KL. Sex-specific effects of placental restriction on components of the metabolic syndrome in young adult sheep Am J Physiol Endocrinol Metab (2007), 292:1879-1889.
- Ozanne SE y Hales CN. The long-term consequences of intra-uterine protein malnutrition for glucose metabolism. Procc Nutr Soc. (1999), 58: 615-619.
- Parra G L, Reyes Téllez G J, Escobar B C, La desnutrición y sus consecuencias sobre el metabolismo intermedio. Revista de la facultad de medicina UNAM. Febrero, (2003); 46 No.1 Enero.
- Phillips CJC and Rind MI. The Effects of Social Dominance on the production and Behavior of Grazing Dairy Cows Offered Forage Supplements. Journal of Dairy Science. (2002) 85:51–59

- Poindron, P., Martin, G.B. and Hooley, R.D., Effects of lambing induction on the sensitive period of establishment of maternal behaviour in sheep. *Physiol. Behav.* (1979), 23: 1081-1087.
- Poindron, P., Hernandez H., Navarro M., Gonzalez F. Delgadillo J. y Garcia S. Relaciones madre cria en cabras. *Memorias XIII reunion nacional de caprinocultura. San Luis Potosí.* (1998) pp 48-66.
- Poindron, P., Gilling G., Serafin N y Terrazas A. Early recognition of newborn goat kid by the mother: non olfactory discrimination, *developmental Psychobiology* (2003) 43: 82-89.
- Poindron, P., R. Soto, y A. Romeyer. Decrease of response to social separation in preparturient ewes. *Behavioural Processes* (1997) 40: 45-51.
- Poindron P., A. Terrazas, María de la Luz Navarro Montes de Oca, Norma Serafin f, Horacio Hernández., Sensory and physiological determinants of maternal behavior in the goat (*Capra hircus*) *Hormones and Behavior* 52 (2007) 99-105.
- Poindron P. Mechanisms of activation of maternal behaviour in mammals. *Reprod. Nutr. Dev.* 45 (2005) 341-351.
- Poindron P y Frédéric L. Maternal Responsiveness and Maternal Selectivity in Domestic Sheep and Goats: The Two Facets of Maternal Attachment. *Developmental Psychobiology* (2007b) DOI 10.1002/dev
- Putu, I. G., P. Poindron, y D. R. Lindsay. A high level of nutrition during late pregnancy improves subsequent maternal behavior of merino ewes. *Proceedings of the Australian Society for Animal Production* (1988) 17: 294-297
- Purpura DP, Shofen RT, Housepian EM y Nolock CL. Comparative ontogenesis of structure function relation in cerebral and cerebelar cortex, *Prog Brain Res.* (1964), 14: 99-15.
- Putu, I. G. Maternal behavior in merino ewes during the first two days after parturition and survival of lambs, *Animal Science.* (1988), School of agriculture.
- Putu, I. G., P. Poindron, y D. R. Lindsay. A high level of nutrition during late pregnancy improves subsequent maternal behavior of merino ewes. *Proceedings of the Australian Society for Animal Production.* (1988b), 17: 294-297.
- Putu, I. G., P. Poindron, y D. R. Lindsay. Early disturbance of merino ewes from the birth site increases lamb separations and mortality. *Proceedings of the Australian Society for Animal Production.* (1988a), 17: 298-301.
- Phillips C. J. C. and Rind M. I. The Effects of Social Dominance on the Production and Behavior of Grazing Dairy Cows Offered Forage Supplements. *J. Dairy Sci.* 2002 85:51-59.
- Rabin O, Lefauconier JM, Bernard J y Bourre JM. Developmental effects in intrauterin Growth retardation on the cerebral amino acid transport. *Pediatr Res.* (1994) 35:640-648.
- Ramírez-Bribiesca JE, Tórtora JL, Hernández LM and Huerta M 2001. Main causes of 21 mortalities in dairy goat kids from the Mexican plateau *Small Ruminant Research* 41, 77-80.
- Ravelli ACJ, van der Meulen JHP, Michels RPJ., Osmond C, Baker DJP., Hales CN, Bleker OP. Glucose tolerance in adults after prenatal exposure to famine. *Lancet.* (1998), 351 (9097): 173-177.
- Reynolds LP & Redmer DA. Utero placental vascular development and placental function. *J anim Sci.* (1995) 73; 1839-1851.
- Rho J R, Srygley B.R. and Choe J.C. Behavioral ecology of the Jeju pony (*Equus caballus*): Effects of maternal age, maternal dominance hierarchy and foal age on mare aggression. *Ecological Research* (2004) 19: 55-63.

- Roussel S., Boissy A., Montigny D., Hemsworth P.H., Duvaux-Ponter C. Gender-specific effects of prenatal stress on emotional reactivity and stress physiology of goat kids. *Hormones and Behavior* 47 (2005) 256–266.
- Robledo V. Estudio de los efectos de la desnutrición durante la mitad de la gestación sobre las relaciones madre-cría en cabras. Doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México. (2005), Querétaro, Mex.
- Salas, M., C. Torrero, y S. Pulido. Long-term alterations in the maternal behavior of neonatally undernourished rats. *Physiology & Behavior*. (1984), 33: 273-278.
- Shepherd PR, Withers DJ and Siddle K. Phosphoinositide 3-kinase: the switch mechanism in insulin signaling. *Biochemical Journal*. (1998), 333: 471-490.
- Santiago R. Ma. R. Evacuación 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. Tesis para obtener el grado de maestría en ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 2007.
- Saunders F. C., Alan G. McElligott . Safi K., Hayden T.J., Mating tactics of male feral goats (*Capra hircus*): risks and benefits. *Acta Ethol* (2005) 8: 103–110
- Schulkin, J., Morgan, M.A., Rosen, J.B., A neuroendocrine mechanism for sustaining fear. *Trends Neurosci*. (2005), 28, 629–635.
- Shargal D., Shore L., Roteri N., Terkel A., Zorovsky Y., Shemesh M., Steinberger Y. Fecal testosterone is elevated in high ranking female ibexes (*Capra nubiana*) and associated with increased aggression and a preponderance of male offspring. *Theriogenology* 69 (2008) 673–680.
- Singewald N., Sinner C, Hetzenauer A., Sartori S.B., Murck H. Magnesium-deficient diet alters depression- and anxiety-related behavior in mice—influence of desipramine and *Hypericum perforatum* extract. *Neuropharmacology* 47 (2004) 1189–1197
- Smith S.E.P., Li J., Garbett K, Mirnics K, and Patterson P.H. Maternal Immune Activation Alters Fetal Brain Development through Interleukin-6. *The journal of neuroscience*, October 3, (2007) 27(40):10695–10702.
- Summers C.H., Forster G.L. Korzan W.J. Watt M.J., Larson E.T., Øliverli Ø., Hoglund E., Ronan P.J., Summers T.R. Renner K.J., Greenberg N. Dynamics and mechanics of social rank reversal. *J Comp Physiol A* (2005) 191: 241–252.
- Stevenson, K. R., and D. C. Wathes. 1996. Insulin-like growth factors and their binding proteins in the ovine oviduct during the oestrous cycle. *J. Reprod. Fertil.* 108:31–40.
- Suttie JM, Goodall ED, Pennie K and Kay RNB. Winter food restriction and summer compensation in red deer stags (*Cervus elaphus*) *British Journal of Nutrition* (1983), 50,131-74.
- Tanaka T., Fujiguara K-I., Kim S., Kamomae H., Kanrda Y. ovarian an hormonal responses to a progesterone-releasing controlled internal drug, releasing treatment in dietary restricted goats. *animal reproduction science*. (2004), 84: 135-146.
- Terrazas A., Robledo V., Serafin N. and Poindron P. Goat-Kid mutual recognition in the first day after birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. In ISAE editor, international society of applied ethology congress. Helsinki, Finlandia (2004).
- Terrazas A, Robledo V, Serafin N, Soto R, Hernández H and Poindron P. Differential effects of undernutrition during pregnancy on the behaviour of does and their kids at parturition and on the establishment of mutual Recognition. *Animal* (2008), doi:10.1017/S1751731108003558.
- Taillon J. & Côté S. D. Are faecal hormone levels linked to winter progression, diet quality and social rank in young ungulates ? An experiment with white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) fawns. *Behav Ecol Sociobiol*, (2008) doi 10.1007/s00265-008-0588-2

- Thame M, Osmond C, Benett F, Wilks R y Forester T. fetal growth is directly related to maternal anthropometry and placental volume. *European Journal Clinical Nutrition*. (2004), 58: 894-900.
- Thompson ChO. Índice ponderal de Rohrer en el diagnóstico de la desnutrición intrauterina. • *Revista México pediatría*. (2000), 67(6); 255-258.
- Torres-Acosta JF, Aguilar-Caballero A, Williams J and Ortega-Pacheco A 2001. Tasa de mortalidad verdadera por estrato de edad y causa de muerte en un rebaño de cabras criollas en el trópico subhúmedo de Yucatán, México. *Revista Biomedica* 12, 11-17.
- Toth E, Avital A , Leshem M, Richter-Levin G, Braun K. Neonatal and juvenile stress induces changes in adult social behavior without affecting cognitive function, *Behav Brain Res* (2008), doi:10.1016/j.bbr. En prensa.
- United Nation Children's Fund (UNICEF), the state of the world's children 2004. disponible en línea: <http://www.unicef.org/publications/files/eng`tex.pdf>. (2003).
- Vander, A., Sherman, J., Luciano, D. *Neural Control Mechanisms. Human physiology: The Mechanisms of Body Function*, 8th ed. McGraw-Hill, (2001) pp. 175-225.
- Veiberg V., Loe L. E., Mysterud A., Langvatn R., Stenseth N.C. Social rank, feeding and winter weight loss in red deer: any evidence of interference competition?. *Oecologia* (2004) 138: 135-142.
- Vonnahme KA, Hess BW, Hansen TR, McCormick RJ, Rule DC, Mosses GE, Murdoch WJ, Nijland M, Skinner DC, Nathanielsz P. Ford S. Maternal undernutrition from early to mid gestation to grow retardation, cardiac ventricular hipertroph. and increase liver weighth in the fetal sheep. *Biology of reproduction* (2003) 69; 133-140.
- Wathes D, Reynolds TS, Robinson RS, Stevenson KR. Role of the Insulin-Like Growth Factor System in Uterine Function and Placental Development in Ruminants *J Dairy Sci* , (1998) 81:1778-1789.
- Wallace J M., Aitken R P., Milne J S, and Hay W W Jr., Nutritionally Mediated Placental Growth Restriction in the Growing Adolescent: Consequences for the fetus. *Biology of reproduction*. (2004), 71, 1055-1062.
- Wallace JM, Bourke DA, Aitken RP, Cruickshank MA. Switchingm aternal dietary intake at the end of the first trimester has profound effects on placental development and foetal growth in adolescent ewes carrying singleton fetuses. *Biol Reprod*. (1999), 61:101-110.
- Wallace JM, Regnault TRH, Limesand SW, Hay WW, and Antony RV. Investigating the causes of low birth weighth in contrasting ovine paradigms *Journal of physiology*. (2005), 565.1: 19-26.
- Wasantwisut E, nutrition and development other micronutients effect on grow and cognition. *Sutheast Asian Jurnal Tropic Medicine Public Health*. (1997), 28: 78-82.
- Wass J.A., Pollard J.C., Littlejohn R.P. Observations on the hiding behavior of farmed red deer (*Cervus elaphus*) calves. *Applied Animal Behaviour Science* 88 (2004) 111-120.
- Weinstock M. The long-term behavioural consequences of prenatal stress, *Neurosci. Biobehav. Rev.* doi:10.1016/j.neubiorev. (2008).03.002
- Weinstock M. Gender differences in the effects of prenatal stress on brain development and behavior. *Neurochem Res* (2007) 32:1730-1740.
- Welberg LAM, Seckl JR and Holmes MC.prenatal glucocorticoid programming of grain corticosteroid receptors and corticotrophin-releasing hormone: possible implications for behaviour. *Neuroscience* (2001) 104 71-79.

Whorwood CB, Firth KM, Budge H, Symonds ME. Maternal undernutrition during early to midgestation programs tissue-specific alterations in the expression of the glucocorticoid receptor, 11hydroxysteroid receptor in neonatal sheep. *Endocrinology* (2001), 142; 2854-2864.

Zambrano E, Bautista CJ, Deás M, Martínez-Samayoa PM, González-Zamorano, Ledesma H, Morales J, Larrea F and Nathaniels PW. A low maternal protein diet during pregnancy and lactation has sex-and window of exposure-specific effects on offspring grow and food intake, glucose metabolism and serum leptine in the rat *J. Physiol.* (2006), 571;221-230.

XII-ANEXOS

HOJA PARA MEDIR EL INDICE DE ÉXITO

		Fecha	Hora		Grupo		
			Conductas Agonistas				
No. Animal	Contrincante	Vencedor	Topeteo	Empuje	Investida	Amenaza	Persecución

Anexo 1.- Etograma utilizado para registrar conductas agonistas y medir índice de éxito.

HOJA UTILIZADA PARA EVALUAR LA RESPUESTA A LA SEPARACION SOCIAL

Numero de cabrito _____

Hora _____

Fecha _____

Grupo _____

	CON COMPAÑEROS	SIN COMPAÑEROS
BALIDOS ALTOS		
BALIDOS BAJOS		
OLFATEO A COESPECIFICOS		
OLFATEO A OBJETOS		
INTENTOS DE ESCAPAR		
CAMBIOS DE LUGAR		
ELIMINACIONES		

TIEMPO PARA SALIR DEL CORRAL _____

Anexo 2.- Etograma utilizado para registrar La respuesta a la separación social.