

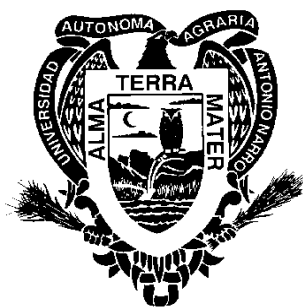
**EN CABRAS EXPLOTADAS EXTENSIVAMENTE, UNA  
SUPLEMENTACIÓN CON MAÍZ DURANTE LOS ÚLTIMOS 12  
DÍAS DE GESTACIÓN MEJORA EL RECONOCIMIENTO MUTUO  
MADRE-CRÍA**

**SANTIAGO RAMÍREZ VERA**

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para  
obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS AGRARIAS**



Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro  
Unidad Laguna  
Subdirección de Postgrado

Torreón, Coahuila, México

Octubre 2007

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro  
Unidad Laguna  
Subdirección de Postgrado

**EN CABRAS EXPLOTADAS EXTENSIVAMENTE, UNA  
SUPLEMENTACIÓN CON MAÍZ DURANTE LOS ÚLTIMOS 12  
DÍAS DE GESTACIÓN MEJORA EL RECONOCIMIENTO MUTUO  
MADRE-CRÍA**

**TESIS**

**SANTIAGO RAMÍREZ VERA**

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada  
como requisito parcial, para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS AGRARIAS**

Comité Particular de Asesoría

Asesor principal:

\_\_\_\_\_  
Dr. Horacio Hernández Hernández

Asesor:

\_\_\_\_\_  
Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez

Asesor:

\_\_\_\_\_  
Dr. José Alfredo Flores Cabrera

Asesor:

\_\_\_\_\_  
Dra. Angélica María Terrazas García

Asesor:

\_\_\_\_\_  
Dr. Gerardo Duarte Moreno

\_\_\_\_\_  
Dr. Jerónimo Landeros Flores  
Subdirector de Postgrado

\_\_\_\_\_  
MC. Gerardo Arellano Rodríguez  
Jefe del Departamento de Postgrado

Torreón, Coahuila, México

Octubre de 2007

## DEDICATORIA

Esta Tesis va Dedicada Especialmente a Díos Padre Todopoderoso, A Jesús Hijo de Dios, a la Virgen Maria. Además, de Manera Importante y Especial a Mis Padres y Familiares.

**Martha Vera Hilerio**

**Moisés Ramírez Acebedo**

### A Mis Hermanos

- ❖ Ada Ramírez Vera
- ❖ Roberto P. Ramírez Vera
- ❖ Maricela Ramírez Vera
- ❖ Juana Isabel Ramírez Vera
- ❖ Olga Lidia Ramírez Vera
- ❖ Martha Alicia Ramírez Vera
- ❖ Jose Antonio Ramírez Vera
- ‡ Moisés Ramírez Vera
- ❖ Porfirio Ramírez Vera
- ‡ Hilda Martha Ramírez Vera

### A Mis Sobrinos

- ❖ Maria G. Indilí Ramírez
- ❖ Yenifer S. Durantes Ramírez
- ❖ Valeria G. Ramírez Cruz
- ❖ Martin Durantes Ramírez
- ❖ Luis E. Indilí Ramírez
- ❖ Wilber Durantes Ramírez
- ❖ Fernando Cruz Ramírez
- ❖ Arcelio de J. Durantes Ramírez
- ❖ Armando Cruz Ramírez

### A Mis Abuelos

- ❖ Cristina Hilerio Vázquez
- ❖ Porfirio Ramírez
- ‡ Maria del Transito Acebedo

### A Mis Cuñados (as)

- ❖ Miriam Cruz Cabrera
- ❖ Gerardo Durantes Cruz
- ❖ Eduardo Indilí José
- ❖ Armando Cruz

### A Mi Novia

**Yasmín Araceli Gálvez Muñoz**

**SON LO MÁS VALIOSO QUE DIOS ME DIO**

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a DIOS, nuestro señor. Por darme todo lo que tengo en la vida.

A mis Familiares por su apoyo, sus consejos y la gran confianza brindada.

A mi Alma Terra Mater UAAAN UL por darme la oportunidad de enriquecer mis conocimientos.

A mis amigos (as)

Dra. Angélica Terrazas García  
Dr. Horacio Hernández Hernández  
Dr. José A. Flores Cabrera  
Dr. Gerardo Duarte Moreno  
Dr. Jesús Vielma Sifuentes  
Dr. Francisco G. Véliz Deras  
Dr. José. A. Delgadillo Sánchez

Dr. David Hernández Bustamante  
MC. Ma de los Ángeles de Santiago M.  
MC. Juan R. Luna Orozco  
MC. Raymundo Rivas Muñoz  
MC. Gonzalo Fítz Rodríguez  
MC. Iván Vélez Monroy  
MC. Ulises Cruz Castrejón

MVZ. Soledad B. López Vargas  
MVZ. Francisco R. García Sandoval  
MVZ. Ángel Mejía Vázquez  
MVZ. Juan C. López García  
MVZ. Mauricio A. Valera Venegas  
MVZ. Enoel Antonio Chirino

MVZ. Hitandewy Sánchez  
MVZ. Rosario Santiago  
Esther Peña y Dolores López.

Gracias por los buenos momentos compartidos y por su gran amistad

A mis amigos que me apoyaron de manera directa e indirecta en el trabajo de campo, además de brindarme su amistad.

Arcelio de J. Durantes Ramírez  
Didier A. Morales Bravo  
Esdras O. Escalante Días  
Jacobó Verdugo Ortiz  
Jaime Arjona Domínguez

Julio A. Gallegos Méndez  
Marcos Morales Bravo  
Miguel A. Díaz Lang  
Obed Herrera Reyes  
Wilmar Robledo Velásquez

Al Sr. Fernando J. A. Medrano de INTERVET México, gerencia Torreón Coahuila, por la donación de las esponjas vaginales.

Al CONACYT por la beca otorgada para la realización de mis estudios de Maestría.

A los Sres. Pablo García, Pedro Sandoval y al Sr. J. Guadalupe Rosales por la facilitación de las cabras utilizadas en el presente trabajo.

Los grandes Triunfos no se logran sólo, GRACIAS.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
COMPENDIO .....	ix
ABSTRACT .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 Conducta materna .....	5
2.1.2 Conducta materna antes del parto .....	6
2.1.3 Conducta materna al momento del parto .....	7
2.1.4 Conducta materna después del parto .....	7
2.1.5 Conducta materna durante el posparto.....	8
2.2 Mecanismos fisiológicos y sensoriales que participan en el despliegue de la conducta materna .....	9
2.2.1 Información sensorial implicada en la activación de la conducta materna.	12
2.3 Mecanismos de reconocimiento mutuo madre-cría .....	13
2.4 Reconocimiento de la cría por su madre a una distancia corta o a contacto directo .....	14
2.5 Mecanismo de reconocimiento de la cría por su madre a distancia (reconocimiento no olfativo).....	16
2.6 Reconocimiento de la madre por la cría .....	17
2.7 Importancia del calostro en la vitalidad y la conducta de la cría .....	19
2.8 Influencia de la alimentación de las hembras sobre su estado nutricional durante el período periparto .....	21
2.8.1 Metabolitos indicadores del estado nutricional en pequeños rumiantes ....	22
2.8.2 Efecto de la nutrición sobre la producción de calostro.....	25
2.9 Interacción entre la nutrición y el comportamiento mutuo madre-cría.....	26
OBJETIVOS.....	29
HIPÓTESIS.....	30

MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
3.1 Localización del estudio.....	31
3.2 Animales y manejo zootécnico.....	31
3.3 Tratamientos experimentales.....	33
3.4 Variables fisiológicas .....	34
3.4.1 Estimación de la condición corporal de las madres .....	34
3.4.2 Determinación de las concentraciones de glucosa sanguínea periparto ...	35
3.5 Variables conductuales de las cabras recién paridas .....	35
3.5.1 Selectividad maternal.....	35
3.5.2 Prueba de reconocimiento de la cría por su madre a 4 h después del parto .....	37
3.6 Prueba de reconocimiento de la madre por las crías a 8 horas de nacidas..	40
3.7 Peso al nacimiento y su evolución durante los primeros 12 días de vida .....	42
3.8 Análisis de Datos .....	42
RESULTADOS.....	44
4.1 Evolución de la condición corporal.....	44
4.2 Comportamiento en los niveles de glucosa sanguínea periparto.....	46
4.3 Selectividad materna .....	47
4.4 Prueba de reconocimiento de la cría por su madre a 4 horas después del parto .....	49
4.4.1 Tiempo invertido por la cabra en la zona de elección de cada cría .....	49
4.4.2 Tiempo de dirigir claramente la mirada a una cría .....	50
4.4.3 Número de visitas a cada cría.....	52
4.5 Prueba de reconocimiento de la madre por su cría a 8 horas de vida.....	53
4.5.1 Porcentaje de crías activas durante la prueba de reconocimiento de la madre .....	53
4.5.2 Tiempo en la zona de elección con cada madre.....	54
4.5.3 Tiempo de dirigir la mirada claramente a una madre.....	54
4.5.4 Número de visitas a cada madre .....	56
4.6 Peso al nacimiento de las crías y su evolución durante los primeros 12 días de vida .....	56

DISCUSIÓN ..... 58  
CONCLUSION GENERAL Y PERSPECTIVAS ..... 67  
LITERATURA CITADA ..... 70

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Pág.</b>
1. Conductas (promedio $\pm$ SEM) de las cabras no suplementadas (GT) y de aquellas cabras que recibieron una suplementación (GS) en una prueba de selectividad materna realizada a 3 horas posparto.....	48



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Pág.</b>
1. Modelo del corral triangular utilizado para realizar la prueba de elección doble o de reconocimiento de la cría por su madre a 4 h posparto.....	39
2. Diseño del corral de prueba para evaluar la habilidad de las crías para discriminar a su madre de una ajena a las 8 h de nacidas.....	41
3. Condición corporal (promedio $\pm$ SEM) a través del tiempo de estudio en los dos grupos experimentales.....	45
4. Evolución promedio ( $\pm$ SEM) de las concentraciones de glucosa en sangre completa de ambos grupos de cabras en los días preparto, al parto y horas posparto.....	47
5. Tiempo promedio ( $\pm$ SEM) invertido por las madres de ambos grupos en la zona de elección de una cría (propia o ajena) durante la prueba de elección doble a 4 h posparto.....	50
6. Tiempo promedio ( $\pm$ SEM) que las madres dirigieron la mirada hacia una cría (propia o ajena) durante la prueba de elección doble a 4 h posparto.	51
7. Número promedio de visitas ( $\pm$ SEM) de las madres a una cría (propia o ajena) durante la prueba de elección doble a 4 h posparto.....	52
8. Proporción de cabritos que participaron activamente durante la prueba de elección doble y por consiguiente eligieron a una madre.....	53
9. Tiempo promedio ( $\pm$ SEM) invertido por las crías en zona de elección de una madre (propia o ajena), en que las crías dirigieron la mirada a una madre y el número de visitas hechas a una madre (propia o ajena) durante una prueba de elección doble de 5 minutos realizada a las 8 h de nacidas.....	55
10. Peso promedio ( $\pm$ SEM) al nacimiento y evolución del peso corporal durante los primeros 12 días de vida en cabritos.....	57

## **COMPENDIO**

# **EN CABRAS EXPLOTADAS EXTENSIVAMENTE, UNA SUPLEMENTACIÓN CON MAÍZ DURANTE LOS ÚLTIMOS 12 DÍAS DE GESTACIÓN MEJORA EL RECONOCIMIENTO MUTUO MADRE-CRÍA**

**Santiago Ramírez Vera**

## **TESIS**

**Presentada como requisito parcial para  
obtener el grado de:**

## **MAESTRO EN CIENCIAS AGRARIAS**

**Asesor**

**Dr. Horacio Hernández Hernández**

El objetivo de este estudio fue determinar si una suplementación con maíz rolado durante los últimos 12 días de gestación en cabras explotadas de manera extensiva influye sobre 1) el reconocimiento mutuo madre-cría, 2) el estado nutricional de las cabras y 3) sobre el peso de los cabritos. Se utilizaron 52 cabras que fueron divididas en 2 grupos tomando en cuenta el peso y la condición corporal. En el grupo testigo (GT; n=21) las cabras se alimentaron durante toda la gestación sólo con la vegetación disponible en las áreas de pastoreo y no fueron suplementadas. En el grupo suplementado (GS; n=31) las cabras estuvieron durante la gestación en las mismas condiciones alimenticias

que el grupo anterior, pero además, durante los 12 días antes del parto recibieron una suplementación de 0.6 kg/animal/día de maíz roado. A las 4 horas posparto se realizó en las madres una prueba de reconocimiento no olfativo de sus crías en un corral de elección doble (para elegir entre su cría y una cría ajena). En ella se registró las siguientes conductas: tiempo invertido en una zona de elección (propia o ajena), tiempo de enfocar la mirada a cada cría y número de visitas a cada cría. En 21 y 31 crías del GT y del GS se evaluó su capacidad para discriminar a su madre de una ajena a las 8 horas de nacidos, similar a la prueba de las madres. No existieron diferencias entre grupos en los comportamientos registrados en las pruebas de reconocimiento de la crías por sus madres, a excepción que las madres del GT miraron por más tiempo ( $P < 0.001$ ) a la cría ajena que las madres del GS. Sin embargo, cuando las comparaciones se realizaron dentro del mismo grupo, las madres del GS pasaron más tiempo cerca de su cría y miraron por más tiempo a su cría que a la cría ajena ( $P < 0.001$ ). Asimismo, las madres del GS visitaron más veces a su cría que a la cría ajena ( $P < 0.001$ ). Caso contrario, en las madres del GT, no existieron diferencias en las variables con su cría y la cría ajena ( $P > 0.05$ ). En las pruebas de las crías, la proporción de éstas que participaron activamente en las pruebas fue mayor ( $P < 0.001$ ) en el GS (74%; 23/31) que en el GT (41%; 9/21). Durante las pruebas no existió diferencia ( $P > 0.05$ ) entre grupos en las conductas registradas con su madre y con la madre ajena, a excepción de que las crías del GT miraron mayor tiempo a la madre ajena que las crías del GS. Sin embargo, cuando la comparación se realizó dentro del mismo grupo, las crías del GS permanecieron por más tiempo con la madre propia, enfocaron más la mirada

hacia ella y la visitaron más frecuentemente que a la ajena ( $P < 0.001$ ) Al contrario, las crías del GT mostraron preferencia para ambas madres. Las concentraciones promedio de glucosa en sangre fueron mayores en algunos períodos antes del parto y al momento del parto en las cabras del GS que en las del GT ( $P < 0.05$  y  $P < 0.001$ ). Por último, el peso de las crías al parto y durante los primeros 12 días de vida fue mayor ( $P < 0.001$ ) en el GS que en el GT. Estos resultados permiten concluir que en las cabras explotadas en un sistema extensivo, una suplementación con maíz en los últimos días previos al parto mejora fuertemente el reconocimiento mutuo madre-cría. Además, dicha suplementación mejoró el estado metabólico de las cabras e incrementó significativamente el peso de las crías.

## **ABSTRACT**

# **IN GOATS GRAZED UNDER EXTENSIVE CONDITIONS, A SUPPLEMENTATION WITH MAIZE DURING LAST 12 DAYS OF PREGNANCY IMPROVES THE MUTUAL MOTHER-YOUNG RECOGNITION**

## **THESIS**

**by**

**Santiago Ramírez Vera**

**Presented as a partial requirement to obtain the degree of:**

**MASTER IN AGRARIAN SCIENCE**

**Advisor**

**Dr. Horacio Hernández Hernández**

The objective of the present study was to determine if a supplementation with flaked maize during last 12 days of gestation in goats maintained under extensive conditions may affect 1) the mother-young mutual recognition, 2) the nutritional state of the goats and 3) the weight of the kids. To this end, fifty-two goats were allocated considering; their body weight and body condition score to one of the two groups. In the control group (GC; n = 21), goats were feed during all pregnancy only with available vegetation in grazed areas and they were not supplemented. In the supplemented group (GS; n=31), goats were feed as above, but 12 days before the mean expected date of delivery, females of this

group were supplemented daily with 0.6 kg of flaked maize/mother. At 4 h postpartum, the ability of the mothers to recognize their own kid from the alien one was tested in a two choice test without help of olfactory cues. During the test the following behaviors were recorded: time spends near to the own or alien kid, time spends looking toward their own or alien kid and the number of visits to each kid. Also, the ability of the kids to recognize their mother from an alien mother was tested at 8 h after birth in 21 and 31 kids from GC and GS in a similar test as the mothers. There were no differences between groups in the behaviors recorded during the recognition of the kids by the mother, except by the fact that mothers from GC looking more time ( $P < 0.001$ ) to the alien kids than mothers from GS. However, when comparisons were carried out within the same group, analyses reveals that mothers from GS spend more time ( $P < 0.001$ ) near to the own kid and spend more time ( $P < 0.001$ ) looking to the own kid than to the alien. Also, mothers from GS visited more frequently ( $P < 0.001$ ) their own than to the alien kid. In contrast, there were no differences ( $P > 0.05$ ) in the behaviors toward the own or alien kid in mothers from GC. In the test performed at 8 h after birth in kids, the proportion of kids that were actives during the test was significantly high ( $P < 0.001$ ) in the GS (74%; 23/31) than in GT (41%; 9/21). During the test, there were no differences between groups in the behaviors showed by the kids toward both mothers, except by the fact that kids from GC looking more time ( $P < 0.001$ ) to the alien mother than kids from GS. However, as in the mothers, when comparisons were carried out within the same group, analyses reveals that kids from GS spend more time near the own mother than to the alien, also they spend more time looking to the own than to the alien

mother and they visit more frequently to the own mother than to the alien. In contrast, kids from GC showed preference toward both own and alien mothers. Mean glucose concentrations in blood were higher in goats from GS than GC during some periods before delivery and at the time of parturition ( $P<0.05$  and  $P<0.01$ ). Finally, the weight of the kids at birth and during first 12 days of age was higher in kids from GS than in kids from GC. The results from the present study allow conclude that in goats grazing under extensive conditions, a supplementation with maize during last 12 days previous to delivery improves strongly the mutual mother-young recognition. Furthermore, this supplementation improves the goat's metabolic state and increases significantly the weight of the kids.

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

México ocupa el primer lugar dentro de la caprinocultura en América Latina, ya que cuenta con una población aproximada de 9, 500,000 cabezas. Asimismo, se reportó que en el 2004 los caprinos en México produjeron 155 millones de litros de leche y 47 mil toneladas de carne (SAGARPA, 2005). En la Región Lagunera situada el norte de México, se cuenta con una población de caprinos de 649,194 cabezas. En esta región se alcanza una producción láctea de 53,110 millones de litros y 4,330 toneladas de carne (INEGI, 2005). Por tal motivo, la explotación de esta especie constituye una de las fuentes económica y alimenticia (carne, leche y cabrito), para las personas que se dedican a dicha actividad (Hoyos *et al.*, 1991). Sin embargo, la eficiencia productiva y reproductiva está influenciada por diversos factores como el tipo de explotación (extensiva e intensiva), entre otros.

En ambos sistemas de explotación existentes en la Comarca Lagunera, los caprinos (machos y hembras) manifiestan variaciones estacionales en su actividad reproductiva (Duarte *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2004). Ello ocasiona que la producción de leche y cabrito se concentre a partir de noviembre (Sáenz-Escárcega *et al.*, 1991). Además existen efectos de año en la disponibilidad de



alimento en las áreas de pastoreo en sistemas extensivos, e incluso en la disponibilidad de forrajes para otros sistemas de explotación. Sin embargo, algunos estudios mencionan que durante varias décadas los caprinos se han adaptado a las variaciones en la cantidad y calidad de alimentos disponibles, que a su vez son influenciados por factores medioambientales durante el año (Cabello *et al.*, 1995; Mellado, 1997).

La disponibilidad de alimento en las áreas de pastoreo es un factor que se refleja en el estado nutricional de los animales, el cual a su vez afecta su desarrollo productivo y reproductivo. En el norte de México, los caprinos explotados de manera extensiva están expuestos durante el año a deficiencias de tal manera que no cubren sus requerimientos nutricionales. Por lo cual, existe la necesidad de una suplementación para cubrir los requerimientos nutricionales adecuados (Ramírez *et al.*, 1991). Los requerimientos nutricionales varían de acuerdo a la etapa de desarrollo y la función zootécnica del animal, siendo muy importantes durante la gestación (McGregor, 2003). Una insuficiencia alimenticia en las hembras durante este período puede tener repercusiones sobre el desarrollo normal de la gestación, al momento del parto y después del parto (sobrevivencia de la cría). Por ejemplo, una inadecuada nutrición en la última fase de gestación se ha demostrado que influye en la expresión de la conducta de la madre y también en una pobre conducta del recién nacido (Nowak y Poindron, 2006).

Después del parto las ovejas y cabras deben establecer una adecuada relación madre-cría ya que el amamantamiento de a sus crías es de vital importancia para la sobrevivencia de éstas (Poindron *et al.*, 2007a). Por ello, estas especies deberán establecer tempranamente un reconocimiento mutuo madre-cría, lo cual es un paso clave para el desarrollo normal de la relación madre-progenie. En efecto, se ha reportado en corderos que la mortalidad está asociada con dificultades al parto, y con conductas aberrantes de la madre y de las crías. La malnutrición y la inexperiencia son causas de conducta maternal aberrante que conducen al rechazo de la cría (Putu, 1988; Dwyer *et al.*, 2003). Así, las ovejas primíparas subalimentadas durante la gestación tardan más en interactuar con sus corderos (Thompson y Thompson, 1949). Asimismo, las hembras primíparas subalimentadas muestran más conductas agresivas e invierten menor tiempo en la limpieza de sus corderos durante la primera hora después del parto (Dwyer *et al.*, 2003). También se ha reportado en ovejas y cabras que una subalimentación durante la preñez produce corderos y cabritos de bajo peso al nacimiento (Malau-Aduli *et al.*, 2004; Nowak y Poindron, 2006). A su vez, se ha observado que el bajo peso de los corderos tiene influencia importante sobre la conducta del neonato. Así corderos de bajo peso fueron más lentos para pararse y amamantarse que los corderos de mayor peso (Dwyer *et al.*, 2003). Por el contrario, cuando a las ovejas se les proporciona una suplementación alimenticia a partir de día 80 de gestación hasta el parto, incrementa la condición corporal a partir del día 90 de gestación (Banchemo *et al.*, 2006). De manera similar, una suplementación una semana antes del parto mejora la producción de calostro para las crías (Banchemo *et al.*, 2006).

Además, se ha determinado que la temprana ingesta de calostro en las crías resulta en un mejor reconocimiento de sus madres (Goursaud y Nowak, 1999).

Como en la Comarca Lagunera las áreas de pastoreo muestran variaciones estacionales en la calidad y la disponibilidad de la vegetación (Sáenz-Escárcega *et al.*, 1991), entonces las cabras mantenidas en estas áreas de pastoreo pueden sufrir alguna deficiencia nutricional y ello podría coincidir con el estado gestante de las mismas. Por lo que es posible que al igual que lo se conoce en ovejas, una suplementación con maíz en los últimos días de gestación pueda mejorar las relaciones madre-cría. Por ello, el objetivo de la presente tesis fue determinar hasta qué grado la suplementación con maíz pueda afectar el reconocimiento mutuo madre-cría, el estado metabólico de las hembras y el peso de las crías.

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **2.1 Conducta materna**

En mamíferos la conducta materna está asociada al parto y al cuidado de la cría, lo cual es esencial para su sobrevivencia (Nowak *et al.*, 2000). En ovejas y cabras la viabilidad del recién nacido depende en lo absoluto de la alimentación que le proporciona la madre, por tal motivo el buen desarrollo de la conducta materna al momento del parto, es necesario para un buen desarrollo y crecimiento de la crías en las primeras semanas de vida. Conforme avanza la edad de las crías, serán más independientes de sus madres demostrando cada vez menos interés por ella, lo que culminará con el destete de la cría (Rheingold, 1963; Rosenblatt *et al.*, 1985). Además, las estimulaciones proporcionadas por la madre durante el cuidado del neonato son importantes para el desarrollo conductual y fisiológico de la cría (González-Mariscal., 2001; Poindron, 2001, 2005). En la presente revisión se discuten las características de la conducta materna, el control fisiológico y sensorial de dicha conducta. Se tomarán ejemplos en ovejas por ser la especie más estudiada pero se hará referencia a los últimos resultados reportados en la especie caprina y otras.

En resumen la conducta materna consiste en la expresión de una serie de patrones motores desplegados al final de la gestación, durante y después del parto, que provee de alimentación, calor, protección y estímulos sensoriales y sociales necesarios para el desarrollo de la progenie.

### **2.1.2 Conducta materna antes del parto**

En cabras la separación de un individuo del resto del rebaño induce la conducta de agitación en ese individuo (Poindron *et al.*, 1998). Ello se debe a que en condiciones naturales, estos animales viven en grupos y por lo cual se señala que son animales gregarios. Sin embargo, en ovejas y cabras que están a pocas horas de parir expresan una conducta de aislamiento del resto de los miembros del rebaño (Ovejas; Arnold y Morgan, 1975; Lècrivain y Janeua, 1987; en cabras: Lickliter, 1985; Das y Torner, 1997). Además, estas hembras parturientas buscan lugares sombreados y bien protegidos para parir (Lickliter, 1985). También se observa que aumenta en la agresividad, la actividad motora y la emisión de balidos bajos, así como la defensa del lugar de parto, reduciendo de este modo el riesgo de intercambio o robo de crías con otras madres que demuestren una conducta materna (Das y Torner, 1997; Poindron, 2001). Otras conductas preparto observables en cabras incluye: la conducta de echarse y levantarse continuamente, rascar el suelo y emitir balidos de baja intensidad. La manifestación de estos signos de comportamiento en la cabra inicia en promedio a las 4 h antes del parto (González-Stagnaro y Madrid-Bury, 2004).

### **2.1.3 Conducta materna al momento del parto**

En cabras, se ha reportado que del 67 al 90% de los parto ocurre durante el día (entre 06:00 y 21:00 hora; Romano y Piaggio, 1999; González-Stagnaro y Madrid-Bury, 2004). En condiciones extensivas, el lugar del parto es determinado por el lugar en donde se rompa la bolsa de las aguas. El intervalo de las primeras contracciones hasta la expulsión del primer cabrito varía de 30 minutos hasta 4 horas. En caso de partos múltiples el tiempo que transcurre entre la expulsión de la primera cría y la segunda es de aproximadamente de 10 minutos (Poindron *et al.*, 1998). La conducta materna al parto se caracteriza por un número de componentes típicos los cuales son semejantes en ovejas y cabras (Hershe *et al.*, 1963; Lickliter, 1985; Poindron *et al.*, 1993). Algunos comportamientos se presentan antes de la expulsión del producto como la ingestión de fluidos amnióticos al momento de caer en el suelo momentos después del rompimiento de la bolsa. Después de la expulsión del producto la hembra se levanta y empieza a limpiar parte de los fluidos amnióticos y membranas que se adhieren al cabrito (Lickliter, 1985; Ramírez *et al.*, 1998).

### **2.1.4 Conducta materna después del parto**

Después del parto las ovejas y cabras emiten balidos bajos típicos con la boca cerrada y en respuesta a las vocalizaciones emitidas por sus crías (Kiley, 1972; Dwyer *et al.*, 1998). El contacto directo entre la madre y la cría ocurre desde el momento del parto. Algunos estudios reportan que las madres

permanecen con las crías en el sitio de parto desde que ocurre éste hasta aproximadamente 14 a 26 h (Allan *et al.*, 1991). En ovejas y cabras explotadas de manera extensiva no se han observado diferencias en la conducta materna, excepto en la relación espacial madre-cría. Así, los corderos recién nacidos muestran una conducta seguidora (“followers” en inglés) a su madre. En cambio, los cabritos muestran una conducta escondidiza (“hidiers” en inglés) en la cual ellos buscan sitios específicos en los que permanecen escondidos durante largos intervalos de tiempo. Así, dependiendo de las condiciones en que son explotados, la madre regresa de 1 a 8 h al sitio donde permanecen los cabritos para alimentarlos (Lickliter, 1984ab; Poindron, 2005). Otra de las conductas que frecuentemente se observa después del parto en ovejas y cabras es la ingestión parcial de la placenta, fenómeno conocido como placentofagia (González-Stagnaro y Madrid-Bury, 2004).

### **2.1.5 Conducta materna durante el posparto**

La conducta de amamantamiento en los mamíferos es una característica mediante la cual se expresa la conducta materna. Durante los primeros días de vida, los cabritos toman el control del inicio y término de los amamantamientos. En cambio, en etapas posteriores, las madres son las encargadas de permitir el acceso a la ubre y la duración de los amamantamientos. Así, la frecuencia de amamantamiento depende en parte del número de encuentros entre la madre y sus crías. Estudios recientes demuestran que los cabritos se amamantan varias veces por hora durante la primera semana de vida (Hernandez *et al.*, 2002). A

pesar de que existe una diferente relación espacial entre corderos y cabritos con sus madres (seguidores y escondidizos, respectivamente) bajo condiciones intensivas ambas especies muestran un ritmo de amamantamiento muy similar (Gordon y Siegmann, 1991; Delgadillo *et al.*, 1997).

## **2.2 Mecanismos fisiológicos y sensoriales que participan en el despliegue de la conducta materna**

En mamíferos, la expresión de la conducta materna depende de mecanismos neurobiológicos y sensoriales que actúan de manera conjunta (Numan *et al.*, 2006). Los cambios hormonales que ocurren en el proceso del parto y durante el inicio de la lactancia son en parte responsables del despliegue de esta conducta. En la oveja, el estradiol y estimulación vagino-cervical (EVC) causada durante el parto actúan en sinergia para que se despliegue la conducta materna (Poindron *et al.*, 2005). La secreción de estradiol por la placenta se incrementa en la hembra al final de la gestación, culminando con un pico en las últimas 24 h antes de que el parto ocurra. La salida del feto provoca una secreción periférica de oxitocina (OT), la cual refuerza las contracciones y también ocurre una liberación de esta hormona en el cerebro, la cual estimula la conducta materna. Se ha demostrado experimentalmente que el papel de estos dos factores por separado es poco eficiente en inducir la conducta materna en ovejas no preñadas y no lactantes (Poindron *et al.*, 1988; Kendrick y Keverne, 1991). El incremento en la secreción de estradiol unos días antes del parto prepara el sistema nervioso para que sea



capaz de estimular la síntesis intracerebral de OT y sus receptores debido a la EVC. Sin embargo, no está totalmente claro si el incremento abrupto de estradiol que ocurre al momento del parto tiene un papel importante en la expresión de la conducta materna. En efecto, resultados recientes en la oveja indican que al parto es baja la expresión de los receptores a los estrógenos en las estructuras cerebrales implicadas en la activación de la conducta materna (área preóptica media, núcleo para ventricular del hipotálamo y la amígdala; Meurisse *et al.*, 2005).

Junto con los dos factores anteriores, otros parámetros fisiológicos periféricos y a nivel central, también participan en la activación de la conducta materna, aunque se ha demostrado que su papel no es determinante. Por ejemplo, la disminución periférica de las concentraciones de progesterona facilita los efectos de la EVC (Kendrik y Keverne, 1991). El mismo caso aplica para la liberación central de opioides, y también puede aplicar para la hormona liberadora de corticotropinas (CRH). Aunque para este último factor no se ha demostrado su liberación intracerebral al momento del parto en ovejas. En algunos mamíferos, la hormona prolactina (PRL) tiene un papel importante para el establecimiento de la conducta materna. Por ejemplo, en la coneja la PRL ejerce una acción compleja sobre la conducta de construcción del nido: esta hormona promueve 2 actividades (el acarreo de paja y el desprendimiento del pelaje), mientras que inhibe otras (excavación de la madriguera). En ratas vírgenes la aplicación de PRL ovina por varios días induce la conducta materna cuando son tratadas previamente con progesterona y estradiol (Bridges *et al.*,

1985). Todos estos factores fisiológicos y probablemente otros que no han sido estudiados resultan en un rápido incremento en la motivación maternal de 3 a 4 horas antes del parto y al parto.

Después del parto, el mantenimiento de esta motivación dependerá posiblemente de la interacción de la madre con el recién nacido. Si a la oveja no se le permite el contacto con su cría al parto, la motivación maternal desaparece rápidamente: así 24 h de completa separación de sus corderos después del parto, más del 75% de las madres no son capaces de volver a mostrar la conducta materna cuando son puestas otra vez con sus crías (Poindron y Le Neindre, 1980; Poindron *et al.*, 2007b). Este es un período sensible, ya que si tal separación se realiza a las 24 h después del parto, la mayoría de las madres aceptan a sus corderos cuando son puestas otra vez con sus crías después de separarlas.

Por ello, la experiencia que la madre adquiere durante la interacción con el recién nacido durante las primeras horas es esencial, ya que permite la consolidación de la motivación maternal. Sin embargo, se debe de recordar que si la duración de la separación se incrementa (a 36 ó 48 h), se observará una pérdida de la conducta materna, incluso en ovejas que hayan interactuado con sus recién nacidos durante las primeras 24 h (Lévy *et al.*, 1991). En otras palabras, el contacto con la cría es también importante para mantener la conducta materna durante la lactancia.

### **2.2.1 Información sensorial implicada en la activación de la conducta materna**

En la oveja, el período sensible está asociado de cierta forma con la información olfatoria del recién nacido. Así, en la oveja, el olor del líquido amniótico es totalmente repulsivo en cualquier momento del ciclo reproductivo, excepto durante un período muy corto alrededor del momento del parto. De hecho, en ese momento más que repulsivo, el líquido amniótico comienza a ser atractivo (Poindron *et al.*, 1980; Lévy *et al.*, 1983). Esta atracción, que a su vez depende de la EVC causada por la expulsión del producto facilita establecer el primer contacto de la madre con el recién nacido, su limpieza y su aceptación en general. La presencia de líquido amniótico es también esencial en ovejas que paren por primera vez (sin previa experiencia materna). Dichas madres, rechazan a su cría, si éstas son limpiadas de todo el líquido amniótico antes de tener contacto con ella (Lévy *et al.*, 2004). El período sensible también representa una fase importante de aprendizaje olfatorio para la oveja. Dentro de los primeros 60 a 120 min, la oveja memoriza una “firma” olfatoria individual de su cría; así, este olor (o firma olfatoria) comienza a ser esencial para permitir la aceptación de la cría a la ubre para amamantarlo (Poindron y Le Neindre, 1980). Este aprendizaje es regulado por factores fisiológicos maternos tales como la expulsión del producto y su consecuente liberación de algunos neurotransmisores en el sistema nervioso central. Finalmente, resultados recientes indican que probablemente la facilidad para establecer este proceso de aprendizaje debido a factores internos no depende sólo del olfato. En efecto,

recientes resultados en ovejas y cabras han mostrado un reconocimiento visual y auditivo de la cría a las 6 h o menos después del parto (Terrazas *et al.*, 1999; Ferreira *et al.*, 2000).

### **2.3 Mecanismos de reconocimiento mutuo madre-cría**

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

En todas las especies existen modalidades en el proceso de reconocimiento o de localización mutua madre-cría lo cual se determina de acuerdo al rango de distancia. Clasificando así, el reconocimiento a corta distancia se refiere a un reconocimiento que es distancia muy cercana o a un contacto directo (selectividad materna; Keller *et al.*, 2003). Por el contrario, el reconocimiento a distancia es aquel en el que la madre no puede reconocer a

su cría mediante el olor, debido a la distancia a la que se encuentra (no olfatorio; Terrazas *et al.*, 2003; Poindron *et al.*, 2003).

#### **2.4 Reconocimiento de la cría por su madre a una distancia corta o a contacto directo**

Un elemento esencial y característico en la relación madre-cría en ovinos, caprinos y bovinos es el rápido establecimiento de un vínculo materno selectivo, es decir, la madre sólo acepta al amamantamiento a la (s) cría (s) con la (s) que ha interactuado desde el momento del parto y rechaza activamente cualquier otra cría ajena (Poindron *et al.*, 1993, Poindron, 2001). Anteriormente estaba señalado que este reconocimiento dependía exclusivamente de la percepción del olor de las crías. En efecto, tanto en ovejas como en cabras al suprimir esta percepción olfatoria (causándoles una anosmia) conduce a la aceptación de cualquier cría al amamantamiento (Bouissou, 1968; Poindron, 1976ab; Romeyer *et al.*, 1994). Por ello, en los estudios de reconocimiento materno a distancias cortas, la conducta discriminativa de la oveja al amamantamiento ha sido utilizada para evaluar tal reconocimiento.

A pesar de que se le ha dado mayor importancia al sentido del olfato en el proceso de reconocimiento de su cría a distancias cortas, como se mencionó anteriormente, las ovejas y cabras son capaces de discriminar a su cría con base a otras señales sensoriales. Así, en una prueba de elección doble que excluyó la percepción del olor, las cabras y ovejas intactas mostraron una

preferencia por su propia cría a 4 y 6 h respectivamente (Keller *et al.*, 2003; Poindron *et al.*, 2003). Además, se ha encontrado que en las madres a las que se les realizó una anosmia un mes antes del parto, muestran una preferencia por su cría en el primer día (Ferreira *et al.*, 2000; Poindron *et al.*, 2003). Asimismo, se ha observado que la vista también juega un papel en la aceptación de la cría a la ubre. Algunas ovejas anósmicas rechazan corderos ajenos si éstos son muy diferentes de su propio cordero (por ejemplo, cuando se le presenta un cordero completamente negro vs. cuando se le presenta uno completamente blanco). Además, las ovejas intactas pueden rechazar el amamantamiento a su propio cordero si su pelaje es pintado de otro color (Alexander y Shillito, 1977a). Estos últimos investigadores usaron un polvo negro para oscurecer diferentes partes del cuerpo de los corderos. Ellos probaron la respuesta de la madre cuando se confrontaron por primera vez con su cordero parcialmente pintado de negro. Todas las ovejas sometidas a la prueba se mostraron indecisas o evitaron sus corderos cuando ocurrió una aproximación. Esto ocurrió principalmente cuando se oscureció la cabeza o todo el cuerpo. Por el contrario, los corderos a los que se les oscureció sólo los glúteos y la cola o los miembros anteriores fueron en su mayoría aceptados por sus madres (Alexander y Shillito, 1977a). Sin embargo, hasta hoy no se ha determinado si las ovejas y cabras pudieran mostrar una preferencia por su propia cría sin la ayuda de las señales olfatorias a menos de 4 horas posparto.

## **2.5 Mecanismo de reconocimiento de la cría por su madre a distancia (reconocimiento no olfativo)**

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

En la cabra se había propuesto que como la madre y sus crías muestran una relación espacial de tipo “escondidizo” diferente a la mostrada por las ovejas y corderos de tipo “seguidor”, entonces ambas especies podrían usar diferentes modalidades para su reconocimiento mutuo (Lickliter y Heron, 1984; Poindron *et al.*, 2003). Sin embargo, también en la cabra se encontró que en ellas también existe un reconocimiento no olfativo de sus crías a menos de 24 h

posparto (Poindron *et al.*, 2003). De hecho, en esta especie la madre tiene la capacidad de realizar un reconocimiento de sus crías a los dos días posparto con base en las puras vocalizaciones de ellas (Terrazas *et al.*, 2003). Estos últimos autores demostraron que cada cría posee una firma acústica. Sin embargo, la capacidad de reconocimiento de las crías mediante las vocalizaciones en cabras no siempre aplica a todos los ungulados con relación espacial “escondidiza”. En efecto, en venadas se observó que las madres fueron incapaces de discriminar entre las vocalizaciones de su cervatos de las de cervatos ajenos (Torriani *et al.*, 2006).

## **2.6 Reconocimiento de la madre por la cría**

El éxito de la sobrevivencia del neonato depende de la conducta recíproca, entre la madre y su cría. La estrecha relación del contacto de la cría durante el amamantamiento y el cuidado materno requiere del establecimiento de reconocimiento individual. El primer trabajo en investigar la capacidad del cabrito para reconocer a su madre fue realizado por Lickliter y Heron (1984), quienes describieron que a los 4 días los cabritos podrían mostrar una conducta de discriminación entre su madre y una ajena. Nowak y Lindsay (1992) reportaron que aquellos corderos mellizos de la raza Merino que sobrevivieron más allá de los 7 días de vida, tuvieron más preferencia de permanecer con sus madres durante una prueba previa de discriminación que se había realizado a las 12 horas de vida, que los corderos que murieron. Estos resultados concuerdan con lo recientemente reportado en esta misma especie por Val-



Laillet *et al.* (2004). En efecto, ellos observaron que los recién nacidos de 12 ó 24 h de vida tienen preferencia por su madre y a los pocos días de vida tienen la habilidad de discriminar a su madre de una ajena. Así, los corderos son capaces de elegir correctamente entre su madre y una ajena a 12 h de vida, apoyándose al menos parcialmente, en las señales acústicas y con una acción reforzadora de los primeros amamantamientos (Nowak *et al.*, 1997). El mecanismo por el cual los corderos son capaces de reconocer a sus madres a las 12 horas de vida es básicamente la capacidad de discriminar una conducta general de aceptación mostrada por la madre, de una conducta de rechazo mostrada por la madre ajena (Terrazas *et al.*, 2002).

Al igual que en el reconocimiento de la cría por su madre, también se había sugerido que los cabritos mostraban diferente modalidad que los corderos para reconocer a su madre debido a la conducta “escondidiza”. De hecho, un estudio indicó que a las 18 h de nacimiento los cabritos son incapaces de reconocer a su madre de otra ajena en una prueba de elección doble (Addae *et al.*, 2000) Sin embargo, estudios más recientes han reportado que los cabritos pueden hacer una discriminación de su madre desde las 12 h de vida sin la ayuda de señales olfatorias (Terrazas, *et al.*, 2004; Poindron *et al.*, 2007a) similar a lo encontrado en ovejas.

A edades mayores, Ruíz-Miranda (1992, 1993), sugirió que los cabritos de 2 a 4 meses de edad utilizan el color del pelaje para identificar a su madre de otras al buscarla dentro del rebaño. Asimismo, en otras especies cuya relación

espacial madre-cría es de tipo “escondidizo”, se ha observado que a edades mayores las crías pueden discriminar a su madre sin la ayuda de señales olfatorias. En efecto, se demostró que los cervatos de 8 semanas de edad pueden discriminar entre las vocalizaciones de su madre y las de otra madre ajena (Torriani *et al.*, 2006). Como en esta especie la madre es incapaz de reconocer la vocalización de su cervato, se indicó que este mecanismo de reconocimiento es unidireccional.

## **2.7 Importancia del calostro en la vitalidad y la conducta de la cría**

Las primeras horas de vida son críticas para la sobrevivencia del recién nacido ya que éste muestra dificultad para el mantenimiento de la temperatura corporal (homeotermia) debido a la rápida evaporación de la humedad del fluido amniótico (Nowak *et al.*, 2000). La regularización de la homeotermia en la cría ocurre después de una ingestión de calostro, la movilización de las reservas de grasa y el incremento de la actividad muscular (Alexander, 1974; Val-Laillet *et al.*, 2004). Independientemente de los factores medio ambientales, la sobrevivencia de la cría se ve influenciada por diversos factores: la resistencia al cambio del medio uterino al medioambiente, el estado de la madre al momento del parto, la calidad del cuidado materno y la conducta del neonato (Nowak y Poindron, 2006). Por medio del calostro se transfieren anticuerpos de la madre a la cría antes de que esta produzca su propia inmunidad y la absorción intestinal de inmunoglobulinas cesa a las 24 h de vida (Hall *et al.*, 1992).

La madre produce el calostro que constituye la única fuente nutritiva al inicio de la vida de los neonatos. El calostro es rico en el contenido de nutrientes, contiene niveles altos de inmunoglobulinas, enzimas, hormonas, factores de crecimiento y neuropéptidos (Pattinson *et al.*, 1995; Nowak *et al.*, 1997; Nowak *et al.*, 2000; Val-Laillet *et al.*, 2004). En ovejas, el calostro tiene una composición aproximada de un 7% de grasa, 4% caseína, 5% de lactosa y 82% de agua (Hadjipanayiotou, 1995). Este producto proporciona aproximadamente 2 Kcal de energía/mL. Después del parto, es fundamental que la cría tenga un rápido acceso a la ubre para el consumo de calostro que le proporcionará energía y mejorará la actividad motora. Nowak *et al.* (1997) mencionan que la realización de los primeros amamantamientos al nacimiento es primordial para establecer una adecuada relación con la madre. En corderos, el consumo de calostro es del 2 a 4.5% de su peso corporal (180-290 ml/Kg; Nowak y Poindron, 2006), sin embargo, no todas las madres pueden cubrir las necesidades de calostro que requieren sus crías (Nowak y Poindron, 2006).

Se ha demostrado que una temprana ingestión de calostro juega un papel muy importante en la habilidad de la cría para reconocer a su madre (Goursaud y Nowak, 1999). Ellos demostraron que los corderos que ingirieron calostro mediante el amamantamiento o proporcionado mediante una cánula nasogástrica tienen mayor preferencia por su madre que aquellos corderos que no lo consumen. Además, un retardo en el acceso a la ubre, especialmente en corderos gemelos, puede en parte ser una causa de la pérdida de contacto con su madre, lo cual culmina con la muerte del neonato (Nowak *et al.*, 2000). En

corderos, la ingestión del 10% de su peso vivo de líquidos nutritivos (calostro) o no nutritivos (solución salina) resultó en una preferencia por su madre a las 12 h de nacidos, en comparación con lo que no recibieron ningún líquido (Val-Laillet y Nowak, 2004). Por el contrario, a crías que se les proporcionó el 5% de solución salina o de calostro, solo las crías que ingirieron calostro mostraron una preferencia por su madre en la prueba de elección doble a 12 horas de vida (Val-Laillet y Nowak, 2004). Estos resultados llevaron a la conclusión de que dependiendo de la cantidad de líquidos ingeridos se desarrolla una relación preferencial con su madre, vía señales nutricionales y no nutricionales originadas de la región gastrointestinal, señalando el papel que tiene el eje cerebro-intestinal en el desarrollo de la vinculación madre-cría.

## **2.8 Influencia de la alimentación de las hembras sobre su estado nutricional durante el período periparto**

Uno de los periodos más críticos de la nutrición en ovinos y caprinos es durante la gestación tardía. En efecto, en este estado fisiológico se incrementa de manera marcada la demanda de nutrientes debido al desarrollo del feto y la producción de calostro (McGregor, 2003). Recientemente, se ha comenzado a investigar la importancia de la nutrición durante la gestación ya que repercute en problemas de la madre y de la cría (Rhind *et al.*, 2001; Capper *et al.*, 2007). En ovejas, el desarrollo y crecimiento del feto dependen de la alimentación de la madre durante las últimas 6 semanas de gestación, en la cual ocurre entre el 70 al 80% del crecimiento fetal (Sormunen-Cristian *et al.*, 2001). Además, en este

período se incrementa la demanda de nutrientes para la producción de calostro. (Banchemo *et al.*, 2004a; Nowak y Poindron, 2006).

En gran parte los caprinos explotados de manera extensiva sufren de una deficiencia en sus requerimientos alimenticios, esto se debe a que en las áreas de pastoreo la disponibilidad y la calidad de la vegetación fluctúa a través de año y a la falta de prácticas de suplementación alimenticia a dichos rebaños (Ramírez *et al.*, 1991; Cabello *et al.*, 1996; Roig, 2003). En estos animales se observa marcadamente la deficiencia nutricional y para cubrir adecuadamente sus requerimientos nutricionales es necesario proporcionar una suplementación alimenticia (Ramírez *et al.*, 1991). Así, en la cabra durante la gestación tardía el requerimiento de energía metabolizable es de  $177.3 \text{ Kcal/w}^{0.75}$  y de  $2.03 \text{ g/w}^{0.75}$  de proteína (NRC, 1981; McGregor, 2003; Roig, 2003). Sin embargo, en cabras bajo condiciones de pastoreo extensivo no siempre se reúnen tales requerimientos y una deficiencia en sus requerimientos nutritivos puede afectar su fisiología y conducta de la madre hacia el recién nacido.

### **2.8.1 Metabolitos indicadores del estado nutricional en pequeños rumiantes**

En los animales que reúnen adecuadamente los requerimientos nutricionales, su fisiología interna es favorable para cubrir las necesidades productivas y reproductivas. Una manera de conocer el estado nutricional o metabólico de un animal es determinando algunos metabolitos en sangre, los

cuales se incrementan o disminuyen dependiendo de la energía y proteína metabolizable proporcionada en la dieta (Juárez-Reyes *et al.*, 2004). Además, estos metabolitos también participan en la producción y síntesis de calostro (Banchero *et al.*, 2006).

Los ácidos grasos no esterificados (NEFA, por sus siglas en inglés) se asocian al estrés inducido por una subalimentación (Rhind *et al.*, 2001). Es decir, estos ácidos se incrementan durante los periodos de restricción energética y está asociado con una movilización de las reservas de grasa corporales (Sletmoen-Olson *et al.*, 2000). Así, el rango normal de  $\beta$  hidroxibutirato ( $\beta$ -OBH) en ovejas fluctúa entre 0.65 y 0.7 mmol/l (O'Doherty y Crosby, 1998; Banchero *et al.*, 2006), valores menores a esta cantidad se consideran animales subnutridos (Aiello, 1998). En cabras con restricción de energía se ha reportado que los niveles de NEFA durante la gestación son de 1.3 mmol/l al final de la gestación (Juárez-Reyes *et al.*, 2004) y en ovejas de 1.32 mmol/l (O'Doherty y Crosby, 1998). Estos animales tienen en la última etapa de gestación la mayor demanda de nutrientes, así que necesitan movilizar más reserva de grasa para cubrir las necesidades nutritivas.

La glucosa sanguínea es otro metabolito cuyas concentraciones en sangre disminuyen en respuesta a una restricción de energía (O'Doherty y Crosby, 1998; Banchero *et al.*, 2006). Cuando en los animales se encuentran concentraciones inferiores de 30 mg/dL de glucosa sanguínea este valor es indicativo de subnutrición (O'Doherty y Crosby, 1998). Sin embargo, en ovejas

gestantes la concentración de glucosa se incrementa 30 días antes del parto y retornando a sus niveles basales a las 18 h posparto (Banchero *et al.*, 2006). En la cabra, existe un incremento de la glucosa (38-43 mg/dL), durante la preñez. La elevación de la glucosa sérica al momento del parto es debida a la secreción de glucocorticoides fetales los cuales enmascaran una subnutrición en los animales que estuvieron mal alimentados (Juárez-Reyes *et al.*, 2004). La misma tendencia se ha observado en las ovejas durante el parto (Banchero *et al.*, 2006). Además, se ha demostrado que tanto en ovejas como en cabras la glucosa es el primer nutriente limitante para el crecimiento fetal (Bell *et al.*, 1988). De hecho en cabras se ha reportado que conforme avanza la preñez se incrementan los requerimientos de glucosa fetal (Sandabe *et al.*, 2004). En las cabras gestantes sometidas a una restricción energética se ha obtenido un valor de glucosa en sangre de 50.5 mg/dL (Hussain *et al.*, 1996) y en otro estudio en las cabras preñadas del norte de México se encontró un valor promedio de 41 mg/dL (Juárez-Reyes *et al.*, 2004). En esta misma región, pero en cabras gestantes que pastorearon forrajes de mala calidad se ha encontrado un valor de 49 mg/dL (Mellado *et al.*, 2003).

Cuando las ovejas son suplementadas, los niveles de glucosa se incrementan marcadamente, incluso en animales que reúnen adecuadamente sus requerimientos nutricionales (Banchero *et al.*, 2004ab). Asimismo, se ha observado que en las cabras que tienen mayor extensión de terreno para pastoreo, muestran mayores concentraciones de glucosa sanguínea que los animales con menor extensión del área de pastoreo (Mellado *et al.*, 2003) En

conjunto, cuando se encuentran niveles bajos de glucosa y altos de NEFA indican que los animales se encuentran en un mal estado metabólico y que se requiere de una suplementación energética para asegurar un adecuado estado nutricional durante la gestación tardía.

### **2.8.2 Efecto de la nutrición sobre la producción de calostro**

Como se mencionó anteriormente en ovinos y caprinos uno de los períodos más críticos de la nutrición es durante los últimos 45 días de gestación por la gran demanda de nutrientes utilizados para el desarrollo fetal, así como para la producción de calostro (Robinson, 1983; Rhind *et al.*, 2001; Sormunen-Cristian *et al.*, 2001; McGregor, 2003; Nowak y Poindron, 2006). En ovejas, una subnutrición durante la gestación tardía reduce el desarrollo de la ubre, lo cual a su vez, reduce la calidad y la cantidad de calostro (Banchemo *et al.*, 2006). Asimismo, como se mencionó el consumo de calostro del cordero es del 2 a 4.5% de su peso corporal (180-290 ml/kg). Sin embargo, no todas las madres pueden cubrir las necesidades de calostro que requiere la cría (Nowak y Poindron, 2006). Esta falta en la cantidad de calostro producido puede deberse a diversos factores. Por ejemplo, se ha determinado que las madres con parto múltiple producen más calostro que las madres de partos simples (Hall *et al.*, 1990). También una suplementación a la mitad de la gestación incrementa la producción de calostro y el peso de la cría al nacimiento (Lynch *et al.*, 1990; Hall *et al.*, 1992). Durante la gestación una disminución del 70% en los requerimientos de energía metabolizable afecta la síntesis de calostro



(Banchero *et al.*, 2006). En ovejas, una suplementación energética ocho días antes del parto con maíz o con grano de cebada, alimentos que proporcionan una cantidad importante de almidón (que a su vez sirve de sustrato para la formación de calostro) incrementaron la producción de calostro (Banchero *et al.*, 2004c). Este efecto es explicado debido a que el maíz proporciona una mayor cantidad de formación de glucosa, la cual es utilizada para la síntesis de lactosa que finalmente se traduce en una mayor producción de calostro (Banchero *et al.*, 2004ab).

Se ha propuesto que en los animales desnutridos durante la gestación los perfiles hormonales poco antes del parto difieren de los animales nutridos adecuadamente. Esto es, que en los animales subnutridos la caída de progesterona ocurre más tarde y que el incremento en la secreción de prolactina sea menor que en los bien nutridos. Estos cambios dan como resultado que se retarde la formación del calostro (Banchero *et al.*, 2006).

## **2.9 Interacción entre la nutrición y el comportamiento mutuo madre-cría**

En ovejas y cabras una deficiencia en los requerimientos nutricionales (agua, lípidos, carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas) durante la última etapa de gestación puede afectar la expresión de la conducta mutua madre-cría lo que a su vez puede incrementar la mortalidad neonatal (Dwyer *et al.*, 2003; Robledo, 2005; Johnson *et al.*, 1997). Por ejemplo, en ovejas primíparas la subnutrición prolongó la latencia para interactuar con sus corderos después del

parto; esas ovejas mostraron más conductas agresivas hacia los corderos e invirtieron mayor tiempo comiendo que atendiendo su cría en la primera hora postparto (Thompson y Thompson, 1949). Las ovejas sometidas a una subnutrición moderada en la gestación (proporcionando sólo el 65% de sus requerimientos) limpiaron menos a sus corderos que las ovejas bien alimentadas (Dwyer *et al.*, 2003). Además, esta restricción alimenticia produjo corderos de menor peso, los cuales fueron más lentos para pararse y mostraron menos actividad de amamantamiento que los corderos provenientes de madres bien nutridas (Dwyer *et al.*, 2003). De hecho, se ha reportado que los corderos con bajo peso están más predispuestos a muerte por inanición debido a sus pocas reservas energéticas y debilidad general.

En la cabra, sólo existe un estudio que reporta los efectos de una subnutrición inducida durante la gestación sobre la relación madre-cría. Así, en esta especie cuando se les proporcionó experimentalmente sólo el 70% de sus requerimientos nutricionales (de energía y proteína) durante la segunda mitad de gestación, se perturbó la capacidad de reconocimiento mutuo madre-cría en el primer día postparto (Terrazas *et al.*, 2004; Robledo, 2005). Sin embargo, en los animales explotados en condiciones extensivas, es decir en animales mantenidos en pastoreo, no se ha estudiado hasta hoy las interacciones entre la nutrición y la conducta materna. En la Comarca Lagunera, la mayor parte de la población caprina es alimentada sólo con la vegetación disponible en las áreas de pastoreo y no se suplementan. Como la cantidad y la calidad de la vegetación en estas áreas muestran variaciones a través del año, entonces

resulta interesante investigar los efectos de una suplementación energética sobre la conducta materna. Específicamente, en el presente estudio se pretendió determinar si una suplementación con maíz durante los últimos 12 días de gestación influye sobre 1) el reconocimiento mutuo madre-cría, 2) el estado energético de la madre y 3) el peso de las crías al nacimiento.

## **OBJETIVOS**

Determinar si una suplementación alimenticia con maíz rolado durante los últimos 12 días de gestación en cabras de la Comarca Lagunera explotadas de manera extensiva influye sobre la capacidad de reconocimiento mutuo madre-cría, el estado nutricional de las cabras gestantes y el peso de los recién nacidos.

## **HIPÓTESIS**

En las cabras de la Comarca Lagunera explotadas extensivamente, una suplementación con maíz rolado durante los últimos 12 días de gestación mejorará el reconocimiento mutuo madre-cría, el estado nutricional de las madres y el peso de los recién nacidos.

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización del estudio**

El estudio se realizó durante dos años consecutivos, ambos durante el mes de noviembre del 2005 y el 2006 en los ejidos, el Cambio y Benavides, respectivamente. Ambos ejidos pertenecen al municipio de Matamoros Coahuila. Estos ejidos están ubicados en la región de la Comarca Lagunera, la cual se sitúa a una latitud de 26° N, y una altitud que varía de 1100 a 1400 m sobre el nivel del mar. La precipitación promedio anual es de 230 mm y las temperatura promedio mínima y máxima son de 3.9 y 40.5°C, y se presentan durante el mes de junio y diciembre, respectivamente (CONAGUA, 2005).

#### **3.2 Animales y manejo zootécnico**

En los estudios de ambos años se establecieron los mismos tratamientos, el manejo de los rebaños utilizados y todos los procedimientos fueron similares. En ambos se seleccionaron un total de 52 cabras Criollas multíparas de 3-4 años de edad mantenidas bajo un sistema de explotación extensivo. Estos animales junto con 40 más fueron sometidos a un programa de sincronización

del estro y ovulación con el objetivo de que los partos ocurrieran concentrados a principios del mes de noviembre. Para la sincronización de la ovulación se colocaron esponjas intravaginales impregnada con 45 mg de acetato de fluorogestona (FGA; Chrono Gest® 45, Intervet, México), que permanecieron durante 10 días. Además, 48 h antes de retirar las esponjas se les aplicó intramuscularmente 300 UI de gonadotropina coriónica equina (eCG; Folligon® Intervet, México) y con otra jeringa se aplicó 0.075mg de cloprostenol (1 ml/animal; Prosolvin®, Intervet, México). Asimismo, se utilizaron 8 machos cabríos para fecundar a las hembras con monta natural.

Durante toda la gestación todas las cabras fueron alimentadas mediante pastoreo extensivo. Entre otras especies de plantas, los forrajes nativos disponibles en las áreas de pastoreo de la Comarca Lagunera se encuentran: arbustos (*Prosopis glandulosa*, *Acacia farneciana*, *Atriplex acantocarpa*, *Agave scabra* y *Mimosa biuncifera*), plantas herbáceas (*Heliantus ciliaria*, *Salsola kali*, *Solanum elaeagnilolium*) y pastos (*Sorgum halepense*, *Chloris virgata*, *Setaria verticilla*, *Eragrostis pectinacea*, *Bouteloua curtipendula*, *Aristida purpurea* y *Bouteloua barbata*; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007). El horario diario de pastoreo en todos los animales fue de las 09:00 a las 18:00 horas. En el corral, los animales tuvieron libre acceso al agua y a bloques de sales minerales (no menos del 7% de P, 3% de Mg, 5% de Ca, 5% de Na, y 75% de NaCl).

### 3.3 Tratamientos experimentales

Como el estudio se realizó en dos años consecutivos y en ambos se implementaron los dos tratamientos se analizaron las variables obtenidas para detectar un posible efecto del año. Sin embargo, en ninguna variable se encontraron diferencias significativas. Por ello, en la presente tesis los tratamientos y resultados se describen como un solo estudio.

Veinte días previos a la fecha de parto estimada, se establecieron 2 grupos de cabras los cuales se estandarizaron de acuerdo al peso y condición corporal. Un primer grupo de cabras (grupo testigo, GT; n=21), se alimentó únicamente con el forraje disponible en los campos de pastoreo de la Comarca Lagunera y no fue suplementado. Un segundo grupo de cabras (grupo suplementado, GS; n=31), se mantuvo en las mismas condiciones del grupo anterior, sin embargo durante los 12 días previos a la fecha de parto estimada, se les proporcionó una suplementación con maíz rolado. La cantidad del suplemento se determinó, de acuerdo a su peso metabólico ( $W^{.75}$ ), proporcionándole 25 g de maíz/kg de peso metabólico (en promedio 0.6 kg/animal por día). El maíz proporcionó 87.3 g/kg de proteína cruda/kg y 3.06 Mcal/kg de energía metabolizable. El maíz fue pesado en una báscula de una capacidad de un kilogramo y una precisión de 5 g. El suplemento fue proporcionado de manera individual en 2 raciones: antes y después del pastoreo.



Para evitar que las cabras parieran en el campo durante el pastoreo, y ello perturbara el desarrollo normal de la formación del vínculo madre-cría, 3 días previos a la fecha de parto estimada las hembras de ambos grupos se alojaron en un corral de 15 X 10 metros. Dichos animales fueron alimentados con pacas que contenían una combinación de zacate y alfalfa henificada (75% y 25%, respectivamente), dicha combinación proporcionaba 1.98 Mcal/kg de energía metabolizable y 82.1 g/kg de proteína cruda. La suplementación de maíz rolado en las cabras del GS concluyó con el parto de la última cabra (4 días después de la fecha estimada de parto).

En el GT, 4 cabras parieron crías simples, 11 parieron crías gemelas y 6 tuvieron crías triples. En el GS, estas cantidades fueron 7, 16 y 8 cabras, respectivamente.

### **3.4 Variables fisiológicas**

#### **3.4.1 Estimación de la condición corporal de las madres**

La condición corporal en todas las madres se determinó a los -30, -20, -10 días antes del parto. Además se determinó a 2 h después del parto. Para realizar tal determinación se utilizó el procedimiento previamente propuesto en esta especie por Walkden-Brown *et al.* (1997). Dicho procedimiento incluye una escala de 1 a 4. Para ello, 1 correspondió a un animal muy descarnado permitiendo el paso de los dedos entre los espacios espinosos de las vértebras

lumbares y 4 a un animal que tenía abundante masa muscular y grasa en la región lumbar dándole una forma redondeada.

### **3.4.2 Determinación de las concentraciones de glucosa sanguínea periparto**

Debido a cuestiones prácticas, se determinó la concentración de glucosa en sangre completa en sólo 11 y 17 animales del GT y del GS respectivamente. Estos animales estuvieron homogéneos en cuanto a su peso, número de crías y condición corporal. La glucosa en sangre se determinó en ayuno en los animales a los -6, -5, -4, -3, -2, -1 días antes del parto, al parto, a las 1, 2, 4 y 8 h después del parto. El procedimiento para determinar la concentración de glucosa sanguínea fue mediante venopunción de la vena yugular, utilizando para ello, una aguja. Así, se depositó una gota de sangre en las tiras con electrodos conectados a un glucómetro digital (Accu-Chek® sensor, utilizado en humanos con el mismo fin). Estudios recientes muestran que en ovejas la determinación de glucosa mediante este método es confiable y sencillo (Banchero *et al.*, 2004a).

## **3.5 Variables conductuales de las cabras recién paridas**

### **3.5.1 Selectividad maternal**

Se evaluó la selectividad materna de las cabras a las 3 horas después del parto. Para realizar la prueba de selectividad, se separó la (s) cría (s) una hora,

después de 2 horas de contacto continuo con su madre. Se determinó la conducta de la madre al encontrarse frente a su cría o a una cría ajena, en 2 períodos continuos de observación durante 5 min cada uno. Para realizar la prueba la madre se alojó en un corral de 2.0 m<sup>2</sup> y para que la madre se familiarizara con dicho corral se mantuvo allí durante 5 minutos antes de realizar la prueba. Posteriormente, se inició la prueba colocando una de las crías (la propia o la ajena) en orden aleatorio. Durante 5 minutos se registraron las siguientes conductas:

***Como característica de una conducta de aceptación a la cría:***

- Frecuencia de balidos bajos
- Frecuencia de aceptaciones a permanecer cerca de la ubre (< 5 cm)
- Tiempo de amamantamiento

***Como característica de una conducta de rechazo a la cría:***

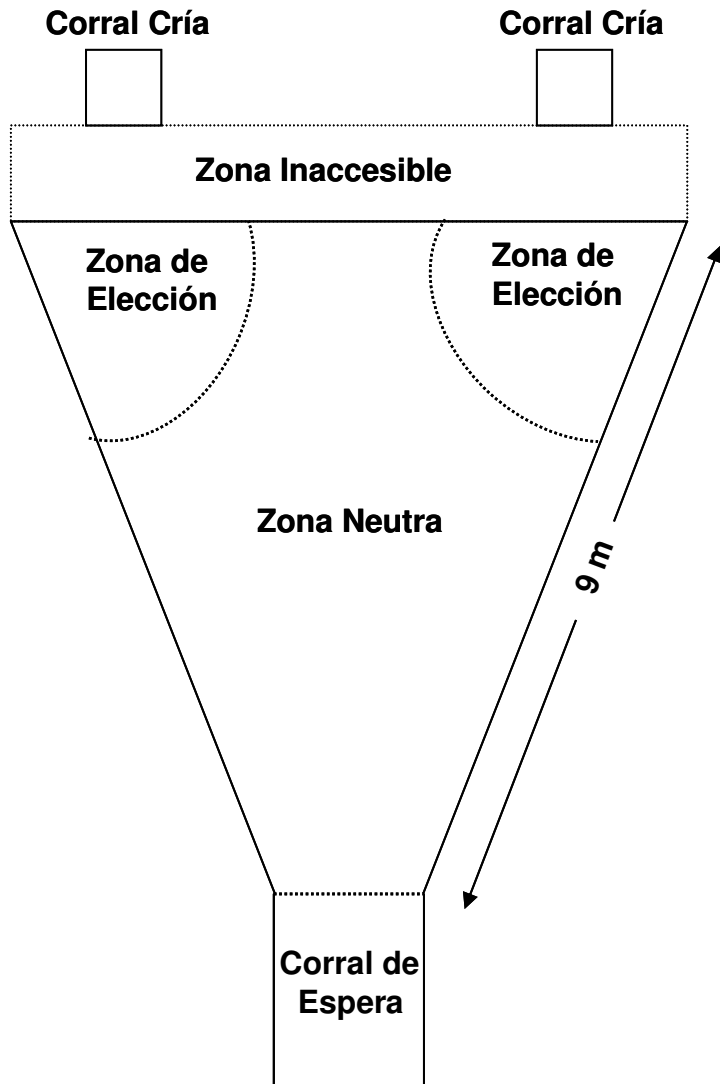
- Frecuencia de balidos altos
- Frecuencia de rechazos a la ubre
- Frecuencia golpes o amenaza

### **3.5.2 Prueba de reconocimiento de la cría por su madre a 4 h después del parto**

La capacidad de las cabras para discriminar a su cría de una ajena a las 4 h posparto se evaluó mediante una prueba de elección doble no olfatoria. Estudio reciente en cabras demuestra que las madres colocadas a una distancia de un metro de la cría pierden la capacidad de reconocerla mediante las señales olfatorias (Poindron *et al.*, 2003). En este estudio se utilizó el modelo de prueba, descrito por Terraza *et al.* (1999) y Poindron *et al.* (2003). La prueba consistió en lo siguiente: se utilizó un corral triangular (9 x 9 x 9 m; Figura 1), cuyas paredes exteriores estuvieron cubiertas con polietileno negro, con el objetivo de reducir cualquier distracción de la madre que se probaba. En una esquina del triángulo, se encontraba el corral de espera de la madre. En los otros 2 extremos paralelos del triángulo (frente al corral de espera) se colocaron las crías en corrales de 1 m<sup>2</sup> (en uno la propia y en el otro la ajena). Sin embargo, estos corrales de las crías se delimitaron a 1 m del área de prueba usando un panel abierto (Figura 1). Dentro del corral de prueba, en el suelo se pintaron con cal 3 zonas: zona de elección de su cría, zona de elección de la cría ajena y una zona neutra. La cabra a probar se colocó previamente en el corral de prueba durante 5 minutos, con el fin de familiarizarla al mismo. Después, la cabra se colocó en el corral de espera y antes de iniciar la prueba, se evitó que ella identificara el extremo en el cual las crías eran colocadas. La prueba inició y se abrió el corral de espera. Durante 5 minutos que duró dicha prueba se registró en cada madre lo siguiente:

- ***Tiempo invertido en la zona de elección de alguna cría (propia o ajena).*** Es el tiempo en que la madre permaneció en una zona de elección dada. Se consideró que la madre eligió una zona cuando ella tenía al menos sus patas delanteras sobre la línea que delimita dicha zona.
- ***Tiempo de dirigir la mirada a alguna cría.*** Es el tiempo en que la madre dirigió claramente la mirada a una cría.
- ***Numero de visitas a cada cría.*** Es el número de veces que la madre visitó la zona de elección de alguna cría durante los 5 min que duró la prueba.

Antes de realizar la prueba, las crías fueron separadas de sus madres durante 1 hora. Cuando una madre parió 2 crías sólo se probó el reconocimiento con una cría. La cría usada como ajena, tenía aproximadamente la misma edad y características físicas similares que el cabrito propio. En cada prueba se aleatorizó la posición (izquierda y derecha) en el cual se colocaban las crías.



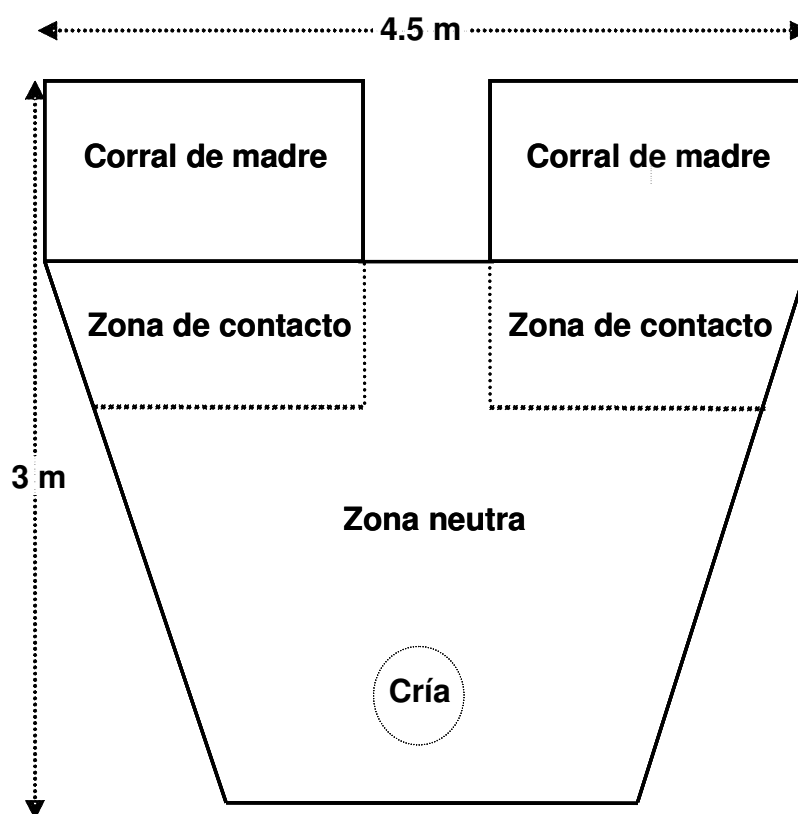
**Figura 1.** Modelo del corral triangular utilizado para realizar la prueba de elección doble o de reconocimiento de la cría por su madre a 4 h posparto.

### **3.6 Prueba de reconocimiento de la madre por las crías a 8 horas de nacidas**

Se evaluó la capacidad de las crías del GT y GS (n=21 y n=31, respectivamente) para discriminar a su madre propia de una madre ajena, a 8 h de nacidos, mediante una prueba de elección doble similar a lo descrito previamente por Gilling (2002). Para ello, las crías fueron separadas de la madre 1 h antes de la prueba. En la prueba se utilizó un corral trapezoidal de 3 m de profundidad x 4.5 m de ancho (ver Figura 2). Dicho corral tenía una altura de un metro con paneles cerrados para reducir cualquier distracción de los cabritos durante la prueba. Este corral incluyó 2 corrales interiores de 1 x 2 m colocados en las 2 esquinas referenciadas por el ancho del corral. Estos 2 corrales estuvieron separados por un espacio de 0.5 m. En ellos se colocaban en uno la madre propia, en el otro la ajena y enfrente de estos corrales a 2 m se colocaba la cría evaluada. La zona de elección de una madre se delimitó por un rectángulo de 2 x 0.5 m dibujado con cal en el suelo y que coincidía con cada corral de cada madre (Figura 2). El resto del área interna del corral se consideró como zona neutra. La colocación de las madres propia y ajena fue aleatorizada en cada prueba. La prueba consistió en observar durante 5 minutos:

- ***La proporción de crías que estuvieron activas en la prueba.*** Se consideró que una cría estuvo activa cuando esta mostró actividad motora suficiente para investigar a las madres expuestas en corral de prueba y por lo cual realizó una elección.

- **El tiempo que la cría permanecía en una zona de elección con cada madre.** Es el tiempo en que la cría permaneció en una zona de elección dada. Se consideró que la cría eligió una zona cuando ella tenía al menos sus patas delanteras sobre la línea que delimita dicha zona.
- **El tiempo de dirigir la mirada.** Es el tiempo en que la cría dirigió claramente la mirada a una madre determinada.
- **El número de visitas a cada madre.** Es el número de veces que la cría visitó la zona de elección de alguna madre durante los 5 min que duró la prueba.



**Figura 2.** Diseño del corral de prueba para evaluar la habilidad de las crías para discriminar a su madre de una ajena a las 8 h de nacidas.



### **3.7 Peso al nacimiento y su evolución durante los primeros 12 días de vida**

El peso al nacimiento se registró en 44 y 63 crías del GT y GS, respectivamente. Sin embargo, por razones de manejo de los rebaños la determinación del peso después del nacimiento solo se realizó en 15 cabritos de cada grupo. El peso al nacimiento se realizó antes de que las crías ingirieran calostro. Para ello, cuidadosamente se tomó la cría y se peso rápidamente, inmediatamente después se volvieron a colocar con su madre. Después se pesaron las crías cada 4 días hasta los 12 días de edad. Para ello, por las tardes antes del regreso de las madres del pastoreo, las crías (que tenían 9 horas de haber ingerido leche) fueron metidas en un costal y pesadas en una báscula de reloj con una capacidad de 10 kg y una precisión de 25 g.

### **3.8 Análisis de Datos**

Como las variables de la condición corporal de las hembras y de las pruebas de selectividad fueron los únicos datos que no mostraron una distribución normal, ellos fueron analizados utilizando procedimientos de estadística no paramétrica (U de Mann-Whiney para datos independientes y Wilcoxon o Friedman para datos dependientes). La concentración de los niveles de glucosa se analizó mediante un ANOVA de medidas repetidas (para determinar el efecto del tiempo, del grupo y su interacción). Posteriormente, se usó una *t* de student para comparar los dos grupos en cada período. Este mismo procedimiento se realizó con el peso de las crías.

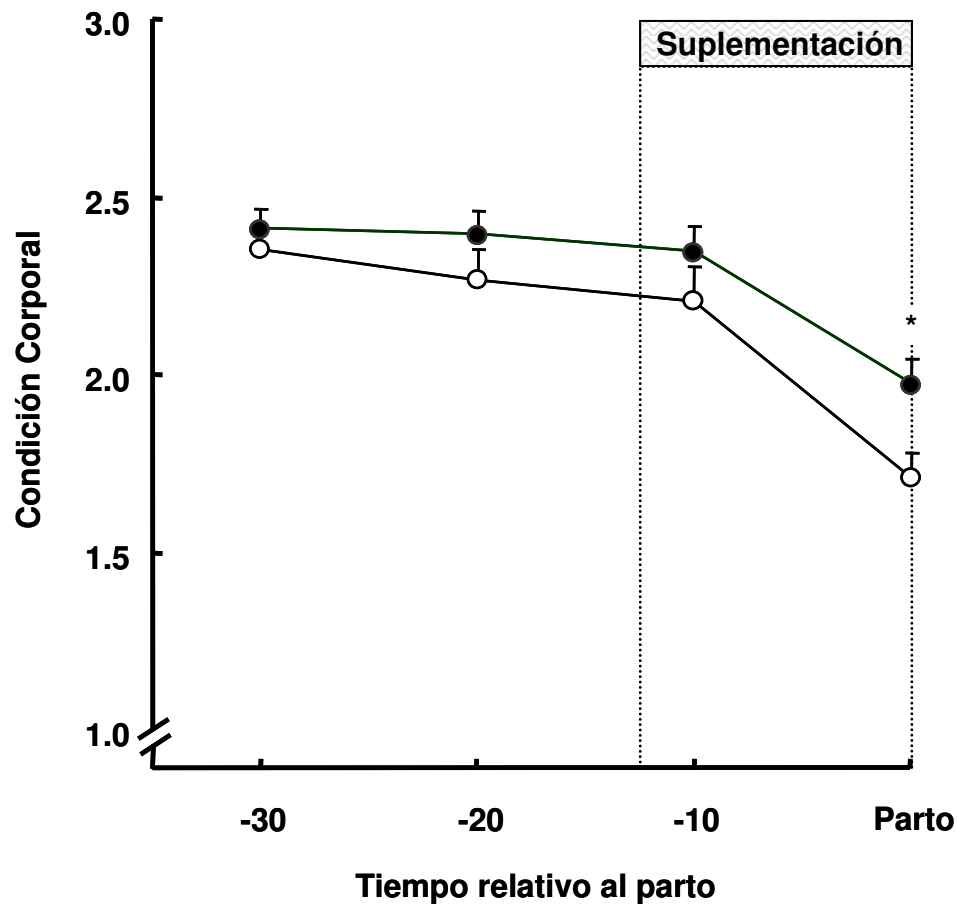
Las variables obtenidas en las pruebas de reconocimiento de la madre y de las crías fueron analizadas mediante una prueba de *t* de student para dos grupos independientes. Además, dentro de cada grupo la comparación de las conductas (entre propias y ajenas) se analizó con una prueba de *t* apareada. La proporción de cabritos activos en la prueba de reconocimiento de las madres por sus crías se comparó entre los dos grupos utilizando una prueba de chi-cuadrada. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete estadístico SYSTAT 10 (SYSTAT 10, 2000). Los resultados son expresados en promedio  $\pm$  error estándar del promedio ( $\pm$  SEM).

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1 Evolución de la condición corporal**

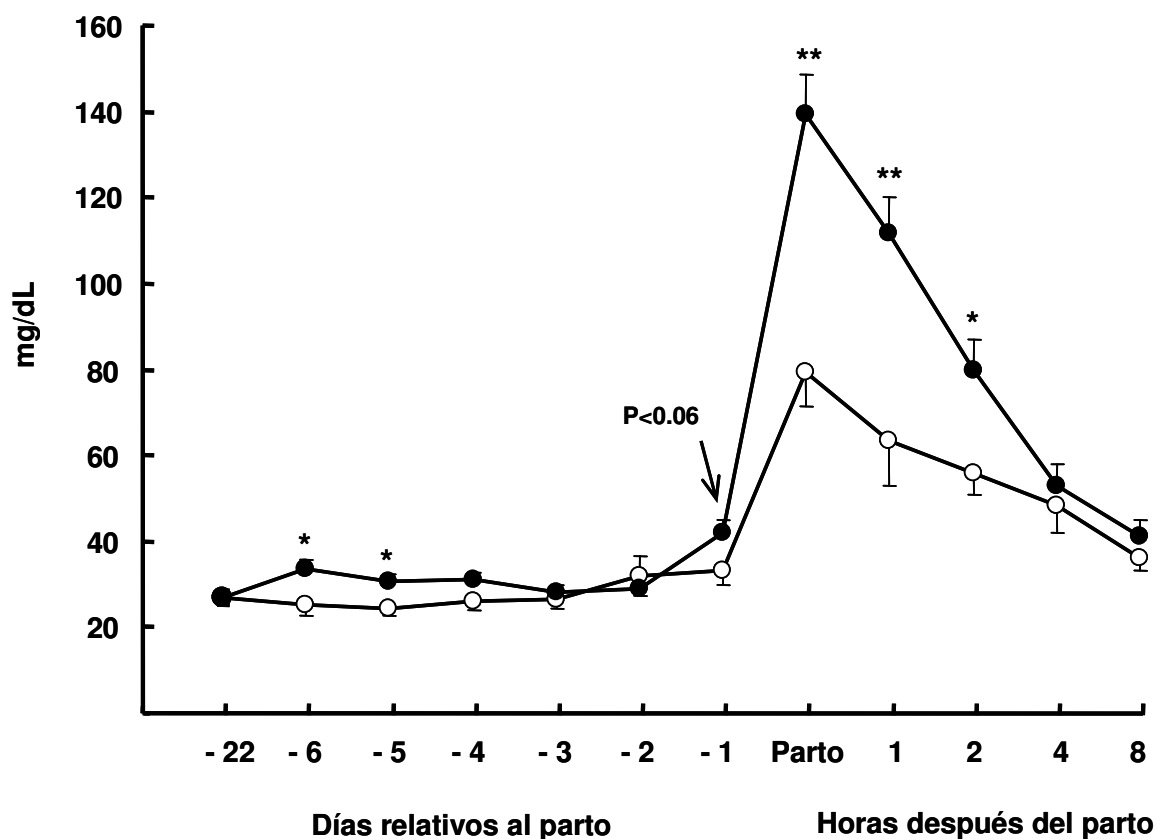
En la Figura 3 se muestra la evolución de la condición corporal (CC) de las cabras de ambos grupos de estudio en los últimos 30 días de gestación y al momento del parto. La prueba de Friedman indicó que la condición corporal disminuyó en ambos grupos al momento del parto ( $P < 0.001$ ). Asimismo, existió una menor condición corporal al parto en las cabras del GT y en las cabras del GS ( $P < 0.05$ ; U de Mann-Whitney).



**Figura 3.** Condición corporal (promedio  $\pm$  SEM) a través del tiempo de estudio en los dos grupos experimentales. Las cabras del GT (○, n=21), se alimentaron sólo con lo disponible en las áreas de pastoreo. Las cabras del GS (●, n=31), además de alimentarse de lo disponible en las áreas de pastoreo, recibieron una suplementación con maíz rolado durante los 12 días previos a la fecha de parto estimada. (\* $P < 0.05$ ).

## **4.2 Comportamiento en los niveles de glucosa sanguínea periparto**

En la Figura 4, se muestra la evolución promedio de la concentración de glucosa en sangre de las cabras del GT y GS. El ANOVA reveló un efecto significativo del tiempo de estudio ( $P < 0.001$ ), del grupo ( $P < 0.001$ ), así como de la interacción entre estos 2 factores ( $P < 0.001$ ) sobre las concentraciones de glucosa. En efecto, antes de la suplementación (12 días antes ó día -22 antes del parto) no existió diferencia significativa ( $P > 0.05$ ); posteriormente, en algunos períodos de la suplementación la glucosa fue mayor ( $P < 0.05$ ) en las cabras del GS que en las cabras del GT. Por último, se observa claramente que al momento del parto las concentraciones de glucosa se elevan en ambos grupos. Sin embargo, la concentración de glucosa en el GS se incrementó al doble ( $P < 0.001$  y  $P < 0.01$ ) comparado con el registrado en el GT.



**Figura 4.** Evolución promedio ( $\pm$  SEM) de las concentraciones de glucosa en sangre completa de ambos grupos de cabras en los días preparto, al parto y horas posparto. Las cabras del GT (○) sólo se alimentaron de la vegetación en las áreas de pastoreo, también fue así para las cabras de GS (●), además éstas últimas fueron suplementadas con maíz roado durante los últimos 12 días de la gestación. (\*  $P<0.05$ ; \*\*  $P<0.01$ )

#### 4.3 Selectividad materna

Las variables conductuales que resultaron de esta prueba se muestran en la Tabla 1. En ella se observa que en la mayoría de las variables no difirieron entre las cabras del GT y del GS. Sólo los rechazos y la conducta agresiva hacia la cría propia fueron mayores en las cabras del GT que en las del GS. Cuando la comparación se realizó dentro del mismo grupo, las conductas de

rechazo en el GT no difirieron entre la cría propia y ajena ( $P>0.05$ ). En cambio, en las cabras del GS las conductas de aceptación fueron mayores a la cría propia que a la ajena y las conductas de rechazo fueron mayores hacia la cría ajena.

**Tabla 1.** Conductas (promedio  $\pm$  SEM) registradas en las cabras no suplementadas (GT) y de aquellas cabras que recibieron una suplementación con maíz (GS) en una prueba de selectividad materna realizada a 3 horas posparto.

	Identidad de la cría	No Suplementado (GT)	Suplementado (GS)	Significancia
<i>Conductas de aceptación</i>				
Balidos bajos	Propia	22.48 $\pm$ 5.5 a	35.88 $\pm$ 6.58 a	ns
	Ajena	16.48 $\pm$ 4.5 a	13.56 $\pm$ 3.49 b	ns
Aceptaciones	Propia	3.48 $\pm$ 0.75 a	4.38 $\pm$ 0.49 a	ns
	Ajena	1.14 $\pm$ 0.42 b	1.06 $\pm$ 0.33 b	ns
Amamantamiento	Propia	75.33 $\pm$ 19.36s a	71.47 $\pm$ 13.66s a	ns
	Ajena	23.14 $\pm$ 12.98s b	14.22 $\pm$ 5.86s b	ns
<i>Conductas de rechazo</i>				
Balidos altos	Propia	2.86 $\pm$ 1.19 a	2.69 $\pm$ 0.87 a	ns
	Ajena	1.81 $\pm$ 0.64 a	9.63 $\pm$ 3.90 b <sup>§</sup>	ns
Rechazos a la ubre	Propia	2.62 $\pm$ 0.74 a	0.34 $\pm$ 0.24 a	P<0.001
	Ajena	3.29 $\pm$ 0.74 a	7.13 $\pm$ 1.64 b	ns
Golpes o Amenaza	Propia	1.14 $\pm$ 0.72 a	0.03 $\pm$ 0.03 a	P<0.001
	Ajena	1.38 $\pm$ 0.45 a	1.69 $\pm$ 0.48 b	ns

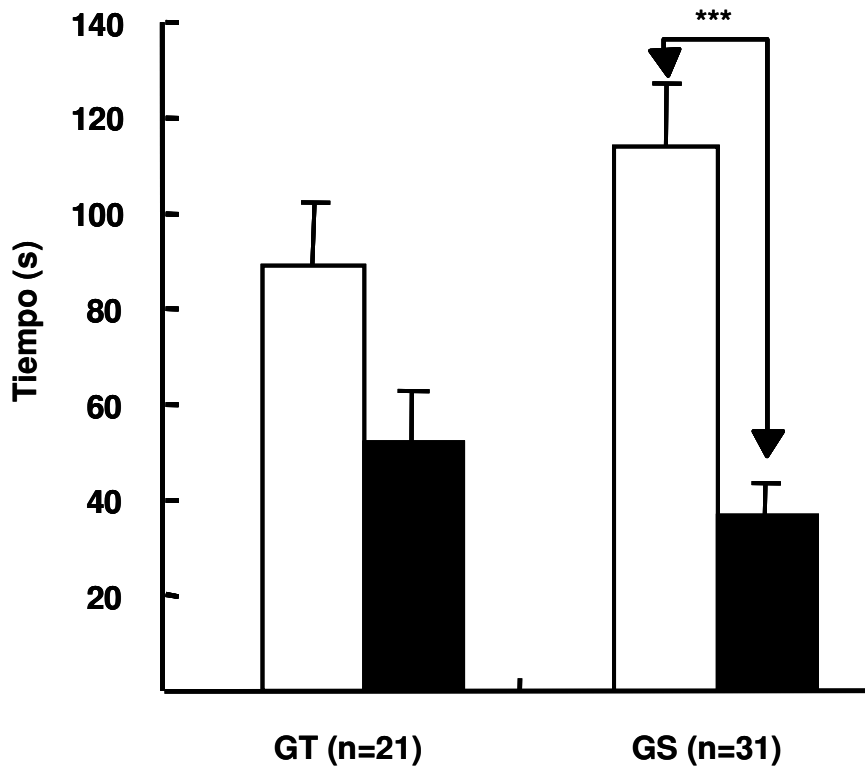
**a,b** = En cada conducta renglones con diferente literal difieren estadísticamente dentro del mismo grupo (Wilcoxon). <sup>§</sup> Tendencia a diferir entre la cría propia y la ajena ( $P=0.07$ ; Wilcoxon).  
 ns = diferencia no significativa entre grupos (U de Mann-Whitney).  
 P<0.001 = diferencia significativa entre grupos (U de Mann-Whitney).

#### **4.4 Prueba de reconocimiento de la cría por su madre a 4 horas después del parto**

##### **4.4.1 Tiempo invertido por la cabra en la zona de elección de cada cría**

En la Figura 5 se muestra que el tiempo invertido en la zona de elección con su cría o con la cría ajena no difirió entre las cabras de los dos grupos ( $P>0.05$ ). Sin embargo, al hacer la comparación del tiempo con la cría propia y con la ajena dentro de cada grupo, se observó que las madres del GS pasaron significativamente ( $P<0.001$ ) más tiempo en la zona de elección de su cría que en la de la cría ajena. Por contrario, en las cabras del GT no existió diferencia significativa entre el tiempo con la cría propia y el tiempo con la cría ajena ( $P>0.05$ ).



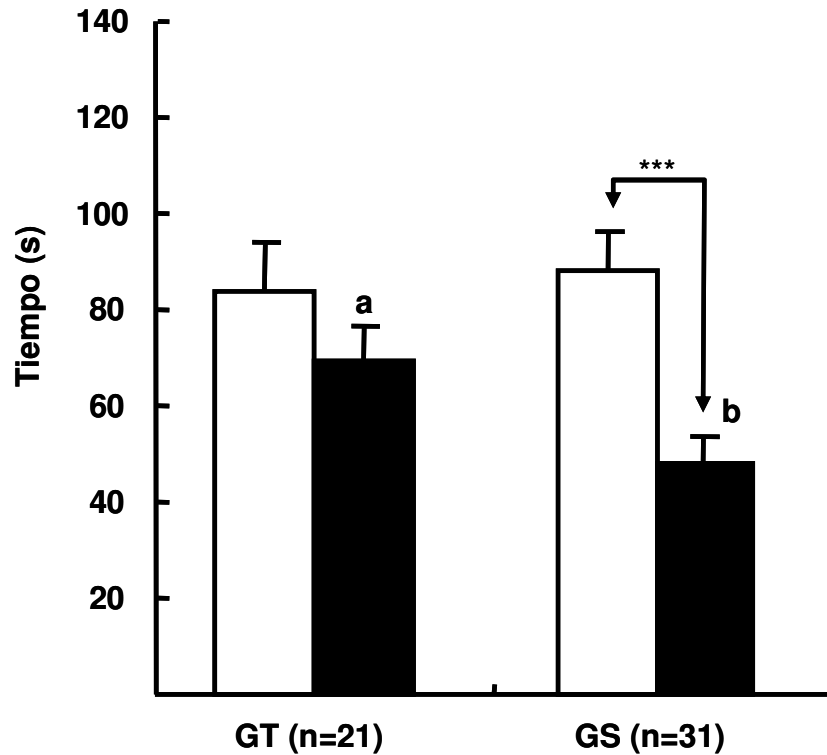


**Figura 5.** Tiempo promedio ( $\pm$  SEM) invertido por las madres de ambos grupos en la zona de elección de la cría propia ( $\square$ ) o de la ajena ( $\blacksquare$ ), durante la prueba de elección doble a 4 h posparto. Las madres del GT se alimentaron sólo con lo disponible en las áreas de pastoreo. Las madres del GS, además de alimentarse de lo disponible en las áreas de pastoreo, recibieron una suplementación con maíz roado durante los 12 días previos a la fecha de parto estimada. \*\*\* = Diferencia significativa ( $P < 0.001$ ; prueba de  $t$  apareada).

#### 4.4.2 Tiempo de dirigir claramente la mirada a una cría

En la Figura 6 se muestra que el tiempo, que la cabra dirigió claramente la mirada a la cría propia no fue diferente entre grupos ( $P > 0.05$ ; prueba de  $t$  independiente). En cambio, las cabras del GT dirigieron por más tiempo la mirada a la cría ajena ( $P < 0.01$ ) que las cabras del GS. Asimismo, cuando se comparó esta variable dentro de cada grupo, se observó que las madres del GS

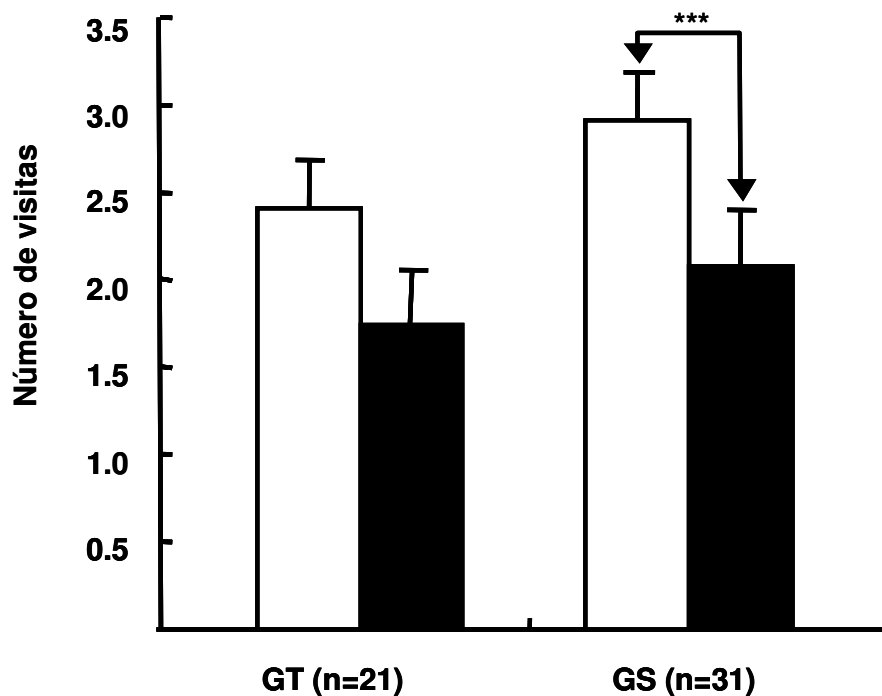
dirigieron por más tiempo ( $P < 0.001$ ) la mirada a su cría que a la cría ajena. Por lo contrario, en las cabras del GT, no existió diferencia ( $P > 0.05$ ) en el tiempo de mirar a cada cría.



**Figura 6.** Tiempo promedio ( $\pm$  SEM) que las madres dirigieron la mirada hacia la cría propia (□) o la ajena (■), durante la prueba de elección doble a 4 h posparto. \*\*\* = Diferencia significativa ( $P < 0.001$ ; prueba de  $t$  apareada). a,b= Diferencia significativa ( $P < 0.01$ ; prueba de  $t$  independiente).

#### 4.4.3 Número de visitas a cada cría

En la Figura 7, aparece el número de visitas que una madre hizo a su cría o a la cría ajena. En ella se observa que no existieron diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ) entre el número de visitas a su cría o a la cría ajena entre las madres del GT y las del GS. Sin embargo, al comparar dentro de cada grupo, se observó que las madres del GS visitaron por más veces ( $P<0.001$ ) a su cría que a la cría ajena. En cambio, en las crías del GT el número de visitas hacia la cría propia o ajena no fue diferente estadísticamente ( $P>0.05$ ).

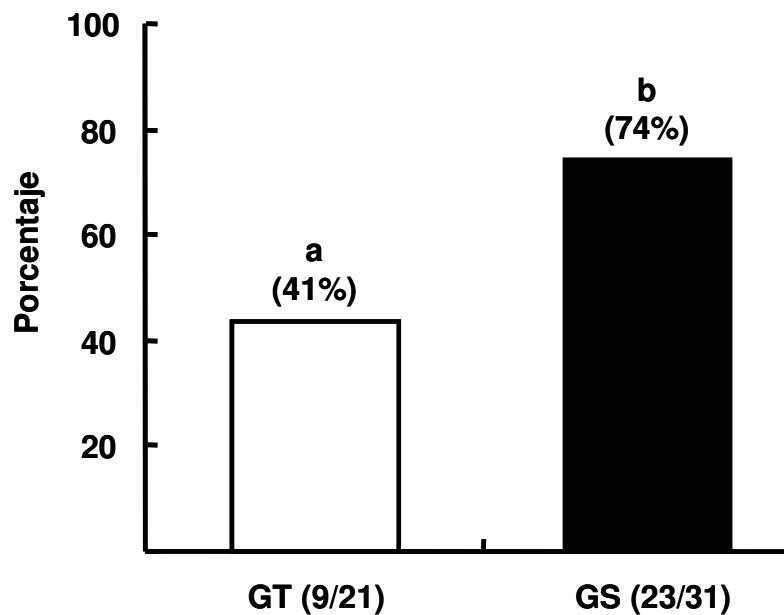


**Figura 7.** Número promedio de visitas ( $\pm$  SEM) de las madres a la cría propia ( $\square$ ) o a la ajena ( $\blacksquare$ ), durante la prueba de elección doble a 4 h posparto. \*\*\* = Diferencia significativa ( $P<0.001$ ; prueba de  $t$  apareada).

#### 4.5 Prueba de reconocimiento de la madre por su cría a 8 horas de vida

##### 4.5.1 Porcentaje de crías activas durante la prueba de reconocimiento de la madre

En las pruebas, el número de crías activas, es decir aquellas que mostraron la suficiente actividad motora y que eligieron a una madre durante la prueba fue mayor ( $P < 0.05$ ) en el GS que en el GT (ver Figura 8). Por ello, en las siguientes variables el número de observaciones fue de 9 y 23 en el GT y GS, respectivamente.



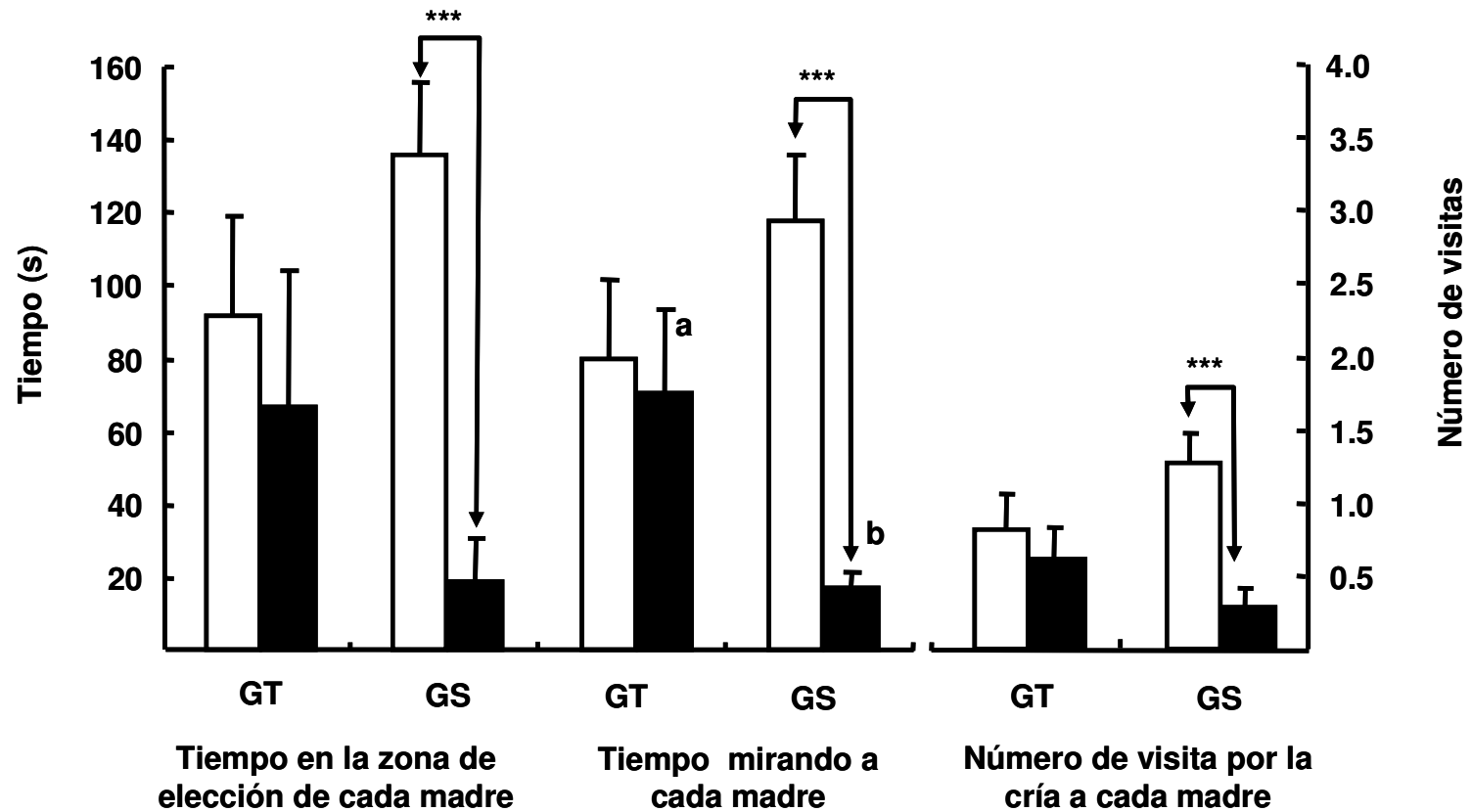
**Figura 8.** Proporción de cabritos que participaron activamente durante la prueba de elección doble y por consiguiente eligieron a una madre.

#### **4.5.2 Tiempo en la zona de elección con cada madre**

El tiempo que invirtieron las crías de ambos grupos dentro de una zona de elección de una madre se muestra en la Figura 9, el tiempo en la zona de elección con la madre propia o con la ajena no difirió estadísticamente entre los cabritos del GT y el GS ( $P>0.05$ ). Sin embargo, cuando se comparó dentro de cada grupo el tiempo con la madre propia y el tiempo con la madre ajena, se observó que las crías del GS pasaron significativamente ( $P<0.001$ ; prueba de  $t$  apareada) más tiempo en la zona de elección de su madre que con la madre ajena. Por el contrario, en las crías del GT no existió diferencia significativa entre el tiempo en la zona de elección con la madre propia o con la madre ajena.

#### **4.5.3 Tiempo de dirigir la mirada claramente a una madre**

El tiempo que la cría dirigió claramente la mirada a la madre propia no fue diferente ( $P>0.05$ ; prueba de  $t$  independiente) entre las crías del GT y las del GS (ver Figura 9). Sin embargo, las crías del GT dirigieron por más tiempo la mirada a la madre ajena ( $P<0.01$ ; prueba de  $t$  independiente) que las crías del GS. Además, al comparar dentro de cada grupo el tiempo de mirar a la madre propia vs la ajena se observó que las crías del GS miraron por más tiempo ( $P<0.001$ ) a su madre que a la ajena. Al contrario, en las crías del GT, no existió diferencia significativa entre el tiempo de mirar a la madre propia o la ajena.



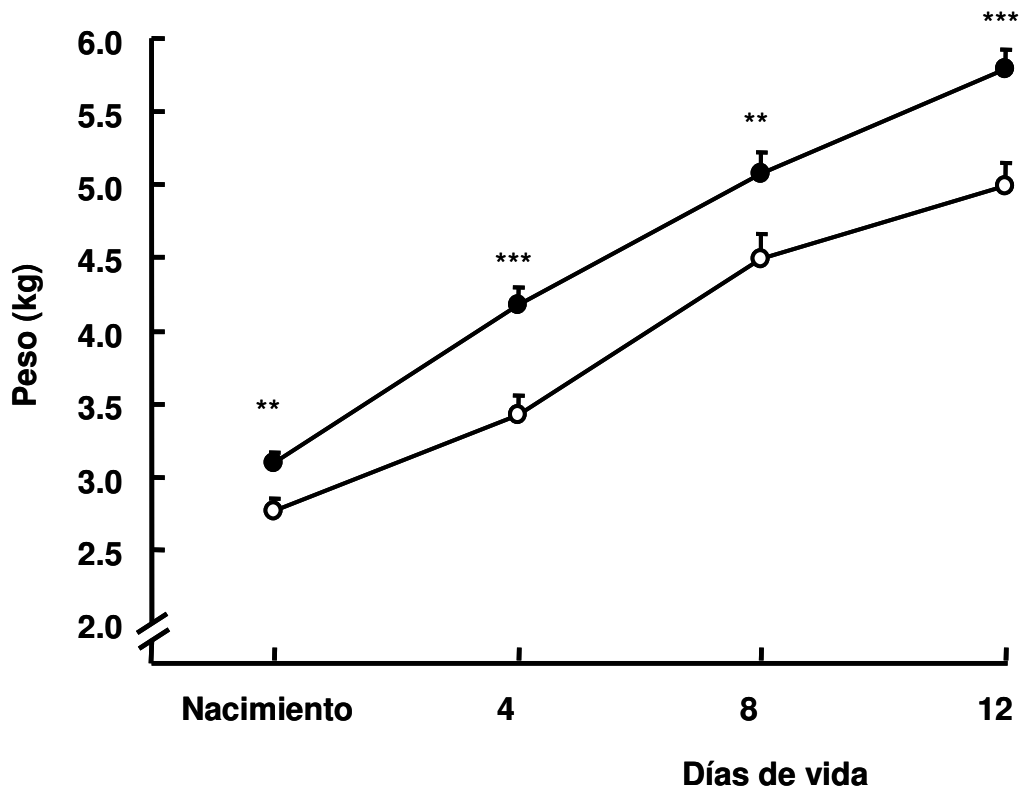
**Figura 9.** Tiempo promedio ( $\pm$  SEM) invertido por las crías en zona de elección de la madre propia ( $\square$ ) o de la ajena ( $\blacksquare$ ), en que las crías dirigieron la mirada a una madre y el número de visitas hechas a una madre (propia o ajena) durante una prueba de elección doble de 5 minutos realizada a las 8 h de nacidas. \*\*\* = Diferencia significativa \*\*\*( $P < 0.001$ ; prueba de  $t$  apareada). a, b= ( $P < 0.01$ ).

#### **4.5.4 Número de visitas a cada madre**

En la Figura 9 también se muestra esta variable. En ella se observa que no existieron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) entre las crías del GT y GS en el número de visitas a la madre propia o a la ajena. Sin embargo, cuando la comparación se realizó dentro de cada grupo, se observó que las crías del GS visitaron más veces ( $P < 0.0001$ ; prueba de *t* apareada) a su madre que a la ajena. Por lo contrario, en las crías del GT no existió diferencia significativa entre el número de visitas a su madre o a la ajena.

#### **4.6 Peso al nacimiento de las crías y su evolución durante los primeros 12 días de vida**

En la Figura 10 se muestra que las crías del GS fueron más ( $P < 0.01$ ) pesadas al nacimiento que las crías del GT. Asimismo, se muestra que en la evolución del peso corporal las crías a los 4, 8 y 12 días de vida, este peso fue mayor en las crías del GS que las crías del GT.



**Figura 10.** Peso promedio ( $\pm$  SEM) al nacimiento y evolución del peso corporal durante los primeros 12 días de vida en cabritos cuyas madres se alimentaron sólo con lo disponible en las áreas de pastoreo (○, GT) y en cabritos cuyas madres además de alimentarse de lo disponible en las áreas de pastoreo, recibieron una suplementación con maíz roado durante los últimos 12 días previos a la fecha de parto estimada (●, GS), \*\*  $P < 0.01$  \*\*\*  $P < 0.001$ .



## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN**

De los resultados obtenidos en el presente estudio sobresalen varios hallazgos importantes: primero, la suplementación poco antes del parto mejoró la capacidad de discriminación mutua madre-cría. En efecto, la comparación de las variables del reconocimiento dentro del mismo grupo indicó que las cabras del grupo no suplementado (GT) eligieron tanto a la cría propia como a la ajena. Caso contrario, en el grupo suplementado (GS) las madres eligieron solo a la cría propia. Similares resultados se obtuvieron en las pruebas de reconocimiento de las madres por las crías: las crías del GT eligieron a ambas madres, en cambio, las del GS eligieron correctamente a su madre. Esto nos indica que tanto las madres como las crías del GS realizaron una elección más correcta que los individuos del GT. Segundo, con base a las concentraciones promedio de glucosa registradas antes de la suplementación y a lo reportado en la literatura, en promedio las cabras utilizadas en el presente estudio mostraron un grado de subnutrición. Por último, en el presente trabajo se observó que el peso de las crías del GS al nacimiento y durante los primeros 12 días de vida fue mayor que el peso de las crías del GT.

## ***Influencias de la suplementación sobre la CC y la glucosa en sangre***

En las cabras de los 2 grupos del presente estudio, la CC que es un reflejo de la nutrición previa recibida en los animales disminuyó significativamente al momento del parto. En cabras y ovejas esta disminución de la CC al parto es un fenómeno que se ha observado con frecuencia. En efecto, en cabras Alpinas y Sannen Le Frileux *et al.* (1995) mostraron que las cabras mantenidas en pastoreo, las mantenidas sólo con heno (de leguminosas) y las que se les ofreció una ración completa su CC disminuyó de manera importante al parto. Sin embargo, en el presente estudio la CC al parto fue significativamente menor en las cabras no suplementadas que en las suplementadas. Esto concuerda con lo reportado en ovejas gestantes por Banchemo *et al.* (2006), quienes al proporcionar sólo el 70% de los requerimientos resultó en una menor CC que las ovejas que recibieron el 110% de sus requerimientos.

En el presente trabajo, la menor CC registrada en las cabras del grupo no suplementado se debió muy probablemente a que esos animales, movilizaron o hicieron un mayor uso de sus reservas corporales que se requirieron para la demanda nutricional hacia el final de la gestación (Treacher, 1989). Aunque ello también ocurrió en las cabras del GS, es posible que la suplementación tardía revertiera en parte la pérdida de reservas mediante la aportación de algunos nutrientes requeridos en esa etapa (Frutos *et al.*, 1998; Sepúlveda *et al.*, 1999). Lo anterior está apoyado por las elevadas concentraciones de glucosa

en sangre registradas días antes del parto y al momento del parto en las cabras del GS. En efecto, las concentraciones de la glucosa en sangre completa han sido usadas como indicadores del estado energético de los animales. Así, a mayores concentraciones de este metabolito indican un mejor estado nutricional y a menores concentraciones nos indican una subnutrición (cabras: Juárez-Reyes *et al.*, 2004; ovejas: Banchemo *et al.*, 2006; O'Doherty y Crosby, 1998).

En promedio las concentraciones de glucosa en sangre completa 6 días antes del parto en las cabras del GT y del GS fueron de 28 y 33 mg/dL, respectivamente. Estos datos son inferiores en un 36% a los reportados en cabras gestantes tató del norte de México que se encontraban bajo un sistema de explotación extensivo (45 mg/dL; Mellado *et al.*, 2003; Juárez-Reyes *et al.*, 2004) y en cabras bajo restricción energética (51 mg/dL; Hussain *et al.*, 1996). Con estos datos se puede sugerir que de manera general, las cabras utilizadas en el presente trabajo mostraban cierto grado de subnutrición.

### ***Influencias de la suplementación sobre la selectividad materna***

Los resultados de la prueba de selectividad materna a 3 h posparto demuestran que las cabras alimentadas sólo con el forraje disponible en las áreas de pastoreo (GT), expresaron un vínculo selectivo muy pobre. Es decir, en comparación con las cabras suplementadas estas cabras rechazaron frecuentemente tanto a la cría propia como a la cría ajena. Caso contrario, en las cabras suplementadas durante los últimos 12 días previos al parto, los

rechazos fueron más frecuentes con la cría ajena. Estos resultados difieren de los encontrados en esta misma especie por Robledo (2005) quienes no encontraron diferencias en las variables de selectividad entre cabras alimentadas adecuadamente y otras a las que se les indujo una subnutrición (proporcionando sólo el 70% de sus requerimientos de energía y proteína) a partir del día 70 de gestación. Es posible que la subnutrición en las cabras del presente estudio fuera más agravada que en las del estudio de Terrazas (comunicación personal), y esto no permitió la formación de un vínculo tan selectivo en los animales del presente estudio. Otra causa relacionada con la diferencia entre los resultados de Terrazas (comunicación personal) y el presente estudio es que las pruebas de selectividad en el presente fueron realizadas a las 3 h posparto y en el trabajo de Terrazas estas se realizaron hasta las 4 h posparto. Posiblemente, ese mayor tiempo permitió consolidar el vínculo selectivo en estas últimas cabras. Los resultados del presente trabajo concuerdan con la pobre conducta materna mostrada por las ovejas que estuvieron sometidas a una subnutrición. Por ejemplo, las madres subnutridas tardaron más tiempo en comenzar la limpieza de sus corderos que las ovejas bien nutridas; asimismo, en dichas ovejas se redujo de manera importante el tiempo de limpieza de su corderos (Dwyer *et al.*, 2003). Aunque en el presente estudio no se midió la conducta de las madres al parto, es también probable que en las cabras no suplementadas la pobre conducta al parto contribuyera a la formación de un vínculo selectivo pobre; o bien a un retardo en la formación del vínculo selectivo, como el ya observado en cabras (Robledo, 2005). Caso

contrario, en las cabras suplementadas del presente estudio la formación del vínculo selectivo con sus crías durante el posparto fue más rápida.

Se ha reportado en la oveja, que se requiere sólo de 30 minutos de contacto entre la madre y su cría para la adecuada formación de un vínculo selectivo en animales bien nutridos (Keller *et al.*, 2003); en la cabra se desconoce qué tanto tiempo es requerido para consolidar dicho vínculo. Sin embargo, cabe mencionar que en el presente trabajo antes de realizar estas pruebas de selectividad la cría fue separada una hora previa, es decir la madre permaneció en contacto con sus crías solamente durante 2 horas. Con este tiempo, las madres mantenidas en un sistema extensivo y suplementadas desarrollaron un fuerte vínculo selectivo. Se requiere de estudios adicionales para investigar en la cabra la dinámica de la formación del vínculo selectivo durante las primeras 3 h posparto.

### ***Influencia de la suplementación sobre el reconocimiento mutuo madre-cría***

En el presente estudio, los resultados de las pruebas de reconocimiento cuando se compararon dentro del mismo grupo mostraron que la suplementación energética mejoró la capacidad de discriminación mutua madre cría. Lo anterior se asemeja a lo reportado por Terrazas *et al.* (comunicación personal), quienes encontraron que las madres bien alimentadas permanecieron significativamente por más tiempo cerca de la cría propia que

las madres subalimentadas. Sin embargo, se deberá tener en cuenta que las pruebas del estudio de Terrazas se realizaron hasta las 8 horas posparto, es decir, las madres estuvieron al menos 3 horas más interactuando con sus cabritos, que en el presente estudio, lo que a su vez mejoró el reconocimiento y es posible que por ello encontraron diferencias entre cabras bien alimentadas y subalimentadas en el tiempo cerca de la cría propia. Por el contrario, en el presente, las madres y crías permanecieron juntas sólo durante 3 horas. De las variables de las pruebas de reconocimiento, sólo se encontró que las cabras del GT mostraron mayor interés por la cría ajena, a decir por mirar significativamente por mayor tiempo a dicha cría que las cabras del GS. El mismo caso ocurrió durante las pruebas de las crías, en las cuales se encontró que los cabritos provenientes de madres no suplementadas observaron más tiempo (y por ello mayor interés) a la madre ajena que los cabritos provenientes de madres suplementadas.

Cuando las comparaciones se realizaron dentro del mismo grupo, las madres del GS estuvieron mayor tiempo y visitaron más frecuentemente a la cría propia que a la ajena. Cosa que no ocurrió en las madres del GT, en las cuales no se halló diferencia significativa. Esto indica que las madres de este último grupo posiblemente estuvieron más confundidas y por ello eligieron a ambas crías. Además, las pruebas en las crías revelaron resultados en la misma dirección: cuando la comparación se realizó dentro del mismo grupo, las crías del GS permanecieron por más tiempo con su madre, al contrario, las crías del GT mostraron preferencia para ambas madres. Estos resultados

coinciden con lo recientemente hallado en cabras por Terrazas *et al.* (2006) y en ovejas por Olazábal *et al.* (2006), quienes encontraron que las madres bien alimentadas mostraron significativamente una mayor preferencia hacia su cría que a la cría ajena a las 8 y 6 h posparto respectivamente. Por el contrario, las cabras y ovejas mal alimentadas (proporcionándoles sólo el 70% de sus requerimientos energéticos y proteicos a partir del día 70 de gestación) no mostraron preferencia por alguna cría. De hecho, el estudio de Terrazas *et al.* (2006) en cabras, demostró en un tercer grupo que fue suplementado con maíz 15 días antes del parto revertió los efectos que deterioraron el reconocimiento mutuo en el grupo mal alimentado.

### ***Influencias de la suplementación sobre la conducta y el peso de las crías***

Los resultados de las pruebas de reconocimiento de las madres por sus crías demuestran que en el GS existió un mayor número de crías activas que el GT, por lo cual en este grupo un mayor número de crías mostraron preferencia por alguna madre. Estos resultados concuerdan con lo reportado en corderos nacidos de ovejas que pierden más grasa dorsal durante la gestación debido a que no fueron alimentadas adecuadamente (Dwyer, 2003; Dwyer *et al.*, 2003). Estos autores observaron que dichos corderos tardaron más tiempo para levantarse y para amamantarse en el período inmediato al nacimiento, lo cual está relacionado con una mayor tasa de sobrevivencia. Además se observó que dichos corderos participaron menos en las actividades de juego (Owens *et al.*, 1985; Cloete, 1993; Dwyer *et al.*, 2001).

La poca actividad de los cabritos del GT durante la prueba está relacionada muy probablemente a una menor ingestión de calostro, a su vez debido a la poca producción del mismo por las madres no suplementadas, como se ha reportado en ovinos (Nowak y Poindron, 2006). Así, se ha comprobado que la ingestión temprana de calostro incrementa de manera importante el vigor de las crías (Thompson y Thompson, 1949; Capper *et al.*, 2002). Ello está asociado no sólo a los beneficios nutricionales e inmunológicos de la ingestión de calostro, sino también a la importancia que tienen los primeros amamantamientos sobre la vinculación con su madre (Nowak *et al.*, 1997). De hecho, se demostró experimentalmente que los corderos que logran un consumo temprano de calostro muestran también una mejor capacidad para reconocer a su madre que los que no lo consumen (Goursaud y Nowak, 1999).

Además, se ha demostrado en ovejas que una suplementación energética con maíz en la última semana de gestación incrementa la capacidad de producción de calostro por las madres, en comparación con las no suplementadas; y este efecto fue mucho mayor en ovejas que tuvieron 2 crías (Banchemo *et al.*, 2004). Aunque en el presente trabajo la producción de calostro no fue medida, tomando en cuenta lo conocido en ovejas, se puede mencionar que la producción de calostro fue mayor en las madres suplementadas que en las no suplementadas. Así, es probable que esta mayor producción de calostro y consumo promoviera una mejor capacidad de las crías para reconocer a su madre de una ajena ya desde las 8 h de vida, como se demostró en corderos.



Por lo que sería interesante ver si también en las cabras la suplementación con maíz puede incrementar la cantidad y calidad de calostro producido.

Por último, la suplementación influyó de manera importante sobre el peso de las crías al nacimiento. En efecto, el peso al nacimiento de las crías de las madres del GT fue significativamente menor que el peso de las crías del GS. Esta influencia se ha observado en cabras Sirohi que fueron suplementadas con 450 g/animal/día de una mezcla de concentrado mixto durante los últimos 45 días antes del parto el cual incrementó el peso al nacimiento en un 15% comparado con animales que sólo consumieron el forrajes disponible en las regiones semiáridas en la India (Singh, 1996). Asimismo en ovejas se ha demostrado que una suplementación a la mitad de la gestación o durante la gestación tardía incrementa el peso de las crías al nacimiento (Lynch *et al.*, 1990; Nelly *et al.*, 1992). Este incremento observado en las crías del GS en el presente estudio se explica el por qué en esta etapa, es decir durante los 20 a 10 días antes del parto, las hembras gestantes están muy sensibles a la suplementación. Ello se debe a que en este período las demandas de proteína y energía para el crecimiento fetal, para el crecimiento mamario y para la acumulación de calostro se incrementan marcadamente (Robinson *et al.*, 1978; ARC, 1980; Mellor y Murria, 1985). Asimismo, se ha reportado que en las cabras de la India mantenidas en pastoreo en condiciones semiáridas, la suplementación durante los últimos días de gestación y durante la lactancia temprana aceleró el crecimiento de las crías (Singh, 1996).

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSION GENERAL Y PERSPECTIVAS**

Los resultados del presente trabajo permiten concluir que en las cabras explotadas bajo un sistema extensivo, en donde los animales consumen la vegetación disponible en las áreas de pastoreo, una suplementación con maíz durante los últimos 12 días de gestación mejoró la relación preferencial hacia la cría propia (prueba de reconocimiento de la cría) o hacia la madre propia (pruebas de reconocimiento de la madre) en las cabras y cabritos del grupo suplementado. Además, la suplementación influyó de manera importante en el establecimiento de un adecuado vínculo selectivo, en el cual la habilidad de la madre para aceptar sólo a su progenie y rechazar activamente a la crías ajenas fue claramente evidente en el grupo suplementado. En este grupo, estos dos procesos (la mejor elección realizada en las pruebas de reconocimiento y el establecimiento de un fuerte vínculo) están directamente relacionados con mayores posibilidades de sobrevivencia de las crías. En efecto, está bien documentado en la oveja que las madres que establecen rápidamente un vínculo selectivo con sus crías, sus corderos tienen más posibilidades de sobrevivencia (González-Mariscal y Poindron, 2002). Ello está relacionado a que los cuidados maternos y el amamantamiento son asegurados, mediante

esta conducta selectiva para destinarse a su progenie y no a otras crías dentro del hato.

La suplementación tardía incrementó de manera importante el peso al nacimiento y durante los primeros 12 días de vida. Es muy posible que el mayor porcentaje de crías inactivas en el grupo no suplementado durante las pruebas de las crías se deba a un menor vigor general mostrado por las crías. Además, se conoce de resultados en ovejas que los corderos de menor peso están más predispuestos a muerte por inanición, por exposición a bajas o muy altas temperaturas debido a las pocas reservas de energía y por su debilidad general (Nowak y Poindron, 2006). Sin embargo, debido al manejo de los hatos empleados, en el presente estudio no fue posible determinar la mortalidad de las crías durante etapas más allá de las 2 primeras semanas de vida.

Cabe resaltar de estudios en ovejas que estas mejorías en las relaciones mutuas madre-cría debido a la suplementación están muy probablemente asociadas a la producción de calostro de las madres (Banchero *et al.*, 2006). Por lo que son necesarios estudios adicionales en la cabra para verificar si la suplementación incrementa la producción de calostro, de leche y de sus calidades en la lactancia temprana. Asimismo, se requieren más estudios para saber si una suplementación en tan sólo una semana antes del parto pueda tener los mismos efectos sobre el reconocimiento mutuo y sobre el crecimiento de las crías. En efecto, sería interesante determinar si a una semana preparto los animales siguen siendo sensibles a la suplementación energética para

mejorar su estado metabólico, el reconocimiento mutuo madre-cría y el peso de las crías. De ser así, estos resultados serían de aplicación inmediata para incrementar el peso de las crías, lo cual incrementaría las ganancias de los productores por la venta de cabritos de mayor peso. Finalmente, los efectos de una suplementación energética sobre el retorno de la actividad sexual posparto es un aspecto que no ha sido estudiado en cabras. En este caso el interés se orienta sobre todo para los sistemas de explotación de cabrito, en los cuales se requiere que la madre esté en buena condición corporal antes del destete para que muestre actividad ovárica y de esta manera pueda volver a gestarse.

**CAPÍTULO VII**  
**LITERATURA CITADA**

- Addae, P. C., Awotwi, E. K., Oppong-Anane, K., Oddoye, E. O. K. 2000. Behavioural interactions between West African dwarf nanny goats and their single-born kids during the first 48 hours post-partum. *Applied Animal Behaviour Science*. 67, 77–88.
- Agricultural Research Council (ARC). 1980. The nutrient requirements of ruminants livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, England. 351.
- Aiello, S. E. 1998. Serum biochemical reference range in: Aiello SE (Eds.), The Merck Veterinary Manual, Merck & Co., Inc, Whitehouse Station, Philadelphia. 2192–2193.
- Alexander, G. 1974. Birth weight of lambs: influences and consequences. In: Elliot K, Knight J (Eds), Size at birth, Amsterdam, Elsevier. 215–245.
- Alexander, G., Shillito, E. E. 1977a. The importance of odour, appearance and voice in maternal recognition of the young in Merino sheep (*ovis aries*). *Applied Animal Ethology*. 3, 127-135.
- Alexander, G., Shillito, E. E. 1977b. Importance of visual clues from various body regions in maternal recognition of the young in merino sheep (*ovis aries*). *Applied Animal Ethology*. 3, 137-143.
- Allan, C. J., Holst, P. J., Hinch, N. G. 1991. Behaviour of parturient Australian bush goat. I. Doe behaviour and kid vigour. *Applied Animal Behaviour Science*. 32, 55-64.
- Arnold, G. W., Morgan, P. D. 1975. Behaviour of the ewe and lamb at lambing and its relationship to lamb mortality. *Applied Animal Ethology*. 2, 25-46.

- Banchero, G. B., Perez, R. C., Bencina, R., Lindsay, D. R., Milton J. T. B., Martin, G. B. 2006. Endocrine and metabolic factors involved in the effect of nutrition on the production of colostrum in female sheep. *Review, Reproduction Nutrition and Development*. 46, 447–460.
- Banchero, G. E., Quintans, G., Martin, G. B., Lindsay, D. R., Milton, J. T. B. 2004a. Nutrition and colostrum production in sheep. 1. Metabolic and hormonal responses to a high-energy supplement in the final stages of pregnancy. *Reproduction, Fertility, and Development*. 16, 633–643.
- Banchero, G. E., Quintans, G., Martin, G. B., Milton, J. T. B., Lindsay, D. R. 2004b. Nutrition and colostrum production in sheep. 2. Metabolic and hormonal responses to different energy sources in the final stages of pregnancy. *Reproduction, Fertility and Development*. 16 (6), 645–653.
- Banchero, G. B., Vazquez, A., Gigena, F., Quintans, G., Lamanna, A., Lindsay, D. R., Milton, J. T. B. 2004c. Supplementation of ewes with Maite or barley during the last week of pregnancy doubles production of colostrum. *15<sup>th</sup> International Congress on Animal Reproduction*. 8-12 August 315.
- Bell, A.W., Slepatis, R., Schoknecht, P. A., Vatnick, I. 1988. Nutritional and placental influences on prenatal growth in sheep. In: Proceedings of Cornell Nutrition Conference Cornell University, Ithaca NY. P, 103-108.
- Bouissou, M. F., 1968. Effect de l'ablation des bulbes olfactifs sur la reconnaissance du jeune par la mère chez les ovins. *Revue du Comportement Animal*. 2, 77-83.
- Bridges, R. S., DiBiase, R., Loundes, D. D., Doherty, P. C. 1985. Prolactin stimulation of maternal behavior in female rats. *Science*. 227, 782-784.
- Cabello, E., Andrade, H., Olmos, J. 1995. Comportamiento productivo del ganado caprino mantenido en zona semiárida y en un sistema semi-intensivo, nivel 1. Desarrollo Tecnológico. Universidad Autónoma de Querétaro., Querétaro, México. 56.
- Cabello, E., Andrade, H., Olmos, J. 1996. Comportamiento productivo del ganado caprino mantenido en un zona-árida y en un sistema semi-

- intensivo, nivel 1. Departamento de Investigación pecuaria de la UAQ. Premio Alejandrina. P, 27.
- Capper, J. L., Wilkinson, R. G., Mackenzie, A. M., Sinclair, L. A. 2007. The effect of fish oil supplementation of pregnant and lactating ewes on milk production and lamb performance. *Animal*. 1, 889-898.
- Capper, J. L., Wilkinson, R. G., Sinclair, L. A., Pattinson, S. E., Mackenzie, A. M. 2002. The effect of long-chain polyunsaturated fatty acid and vitamin E supplementation of ewes on neonatal lamb vigour, lamb growth and colostrum parameters. Proceedings of the British Society of Animal Science Annual Meeting. Edinburgh: *British Society of Animal Science*. P, 7.
- Cloete, S. W. P. 1993. Observations on neonatal progress of Dormer and South African Mutton Merino lambs. *Reproduction, Fertility and Development*. 9, 509-514.
- CONAGUA. 2005. Comisión Nacional del Agua, Subdelegación Región Lagunera. Registro de archivos de esta dependencia.
- Das, N., Tomer, O. S. 1997. Time pattern on parturition sequences in Beetal goats and crosses-comparison between primiparous and multiparous does. *Small Ruminant Research*. 26, 157-61.
- Delgadillo, J. A., Flores, J. A., Fitz, R., Duarte, G., Véliz, F. G., Carrillo, E., Flores, J. A., Vielma, J., Hernandez, H., Malpoux, B. 2004. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reproduction, Fertility and Development*. 58, 493-499.
- Delgadillo, J. A., Poindron, P., Krehibiél, D., Duarte, G., Rosales, E. 1997. Nursing, suckling and postpartum anoestrus of creole goats kidding in January in subtropical Mexico. *Applied Animal Behaviour Science*. 50, 91-101.
- Duarte, G. 2000. Estacionalidad reproductiva y efecto del fotoperiodo sobre la actividad ovulatoria de las hembras caprinas de la Comarca Lagunera. (tesis de doctorado). México (DF). México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.

- Dwyer, C. M. 2003. Behavioural development in the neonatal lamb: effect of maternal and birth-related factors. *Theriogenology* 59, 1027-1050.
- Dwyer, C. M., Lawrence, A. B., Bishop, S. C. 2001. The effects of selection for lean tissue content on maternal and neonatal lamb behaviours in Scottish Blackface sheep. *Animal Science*. 72, 555-571.
- Dwyer, C. M., Lawrence, A. B., Bishop, S. C., Lewis, M. 2003. Ewe-lamb bonding behaviours at birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. *British Journal of Nutrition*. 89, 123-136.
- Dwyer, C.M., McLean, K.A., Deans, L.A., Chirnside, J., Calvert, S.K., Lawrence, A.B., 1998. Vocalisations between mother and young in sheep: effects of breed and maternal experience. *Applied Animal Behaviour Science*. 58, 105–119.
- Ferreira, G., Terrazas, A., Poindron, P., Nowak, R., Orgeur, P., Lévy, F. 2000. Learning of olfactory cues is not necessary for early lamb recognition by the mother. *Physiology and Behavior*. 69, 405-412.
- Frutos, P., Buratovich, O., Giráldez, F. J., Mantecón, A. R., Wright, A. 1998. Effects on maternal and foetal traits of feeding supplement to grazing pregnant ewes. *Animal Science*. 66, 667-673.
- Gilling, G. 2002. Desarrollo del reconocimiento mutuo entre la madre y su cría en los primeros días postparto en cabras [Development of mutual recognition between the mother and her young during the first days postpartum in goats]. Unpublished master's thesis, Universidad Nacional Autónoma de México, Querétaro, México.
- González-Mariscal, G. 2001. Neuroendocrinology of maternal behavior in the rabbit. *Hormones and Behavior*. 40, 125-132.
- González-Mariscal, G., Poindron, P. 2002. Parental care in mammals: Immediate internal and sensory factors of control. Eds. DW Pfaff, AP Arnol, AM Etgen, SE Fahrnbach and RT Rubin. *Hormones, Brain and Behavior*. 215-298.



- González-Stagnaro, C., Madrid-Bury, N. 2004. El parto en cabras criollas. *Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia*. 14 (2), 124-132.
- Gordon, K., Siegmann, M. 1991. Suckling behavior of ewes in early lactation. *Physiology and Behavior*. 50, 1079-1081.
- Goursaud, A. P., Nowak, R. 1999. Colostrum mediates the development of mother preference by newborn lamb. *Physiology and Behavior*. 67, 49-56.
- Hadjipanayiotou M. 1995. Composition of ewe, goat and cow milk and of colostrum of ewes and goats. *Small Ruminant Research*. 18, 255–262.
- Hall, D. G., Egan, A. R., Foot, Z. J., Parr, R. A. 1990. Effect of litter size on colostrum production in crossbred ewes. *Proceedings of the Australian Society for Animal Production*. 18, 240–243..
- Hall, D. G., Holst, P. J., Shutt, D, A. 1992. The Effect of nutritional supplements in late pregnancy on ewe colostrum production plasma progesterone and IGF-1, concentrations. *Australian Journal of Agricultural Research*. 43, 325-337.
- Hernández, H. H., Serafín, L. N., Rodríguez, A. D., Terrazas, G. A., Delgadillo, J. A., Poindron. P. 2002. Conducta de amamantamiento en cabritos alpinos durante la lactancia temprana. Procedente del 5° Congreso Nacional. Sociedad Mexicana de Etología Veterinaria A.C. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México. *Memorias*. 1-91.
- Herscher, L., Riamond, J. B., Moore, A. U. 1963. Maternal behavior in sheep and goats. In Rehigold HL (Eds) "Maternal Behavior in Mammals" New-York: John Wiley and Sons Inc. 203-232.
- Hoyos, G. E., Sáenz, P., Salinas, G. H. 1991. Desarrollo de módulos caprinos en la Región Lagunera. En "Evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera". SARH-INIFAP, Matamoros Coahuila, México. 1-11.
- Hussain, Q., Havrevoll, O., Eik, L. O., Ropstad, E. 1996. Effects of energy intake on plasma glucose, non-esterified fatty acids and acetoacetate concentration in pregnant goats. *Small Ruminant Research*. 21, 89-96.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2000-2005. Sector alimentario en México, estadística del sector agropecuario. P, 80-86.
- Johnson, K. A. 1997. Nutritional management of the sheep flock. Washington state cooperative extension, Washington, USA. 3-7.
- Juárez-Reyes, A. S., Cerrillo-Soto, M. A., Meza-Herrera, C. A., Nevárez-Carrasco, G. 2004. Diet composition, intake, plasma metabolites, reproductive and metabolic hormones during pregnancy in goats under semi-arid grazing conditions. *Journal of Agricultural Science*. 142, 697-704.
- Keller, M., Meurisse, M., Poindron, P., Nowak, R., Ferreira, G., Shayit, M., Levy, F. 2003. Maternal experience influences the establishment of visual/auditory, but not olfactory recognition of the newborn lamb by ewes at parturition. *Developmental Psychobiology*. 43, 167-176.
- Kendrick, K. M., Keverne, E. B. 1991. Importance of progesterone and estrogen priming for the induction of maternal behavior by vaginocervical stimulation en sheep: effects of maternal experience. *Physiology and Behavior*. 49, 745-750.
- Kiley, M. 1972. The vocalizations of ungulates, their causation and function 2. *Tierpsychology*. 31, 177-222.
- Le Frileux, Y., Pommaret, A., Hervieu, J., Morand-Fehr, P., Brousseau, J. Y., Contineau, H., Dunord, M., Dupont, J. P., Grimault, Y., Broqua, B., Vanquackebeke, E. 1995. Analyse de profils de l'état corporel des chèvres conduites dans différents systèmes d'alimentation. En: Purroy A. (Ed). Body condition of sheep and goats: Methodological aspects and applications. Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéennes. 27, 151-160.
- Lècrivain, E., Janeau, G. 1987. Comportament disolemente et de recherche dabri de brebis agnelante et de enplein air dans un systeme delevage a caractere extensif. *Biology and Behavior*. 12, 127-148.

- Lévy, F., Gervais, R., Kindermann, U., Litterio, M., Poindron, P., Porter, R. 1991. Effects of early post-partum separation on maintenance of maternal responsiveness and selectivity in parturient ewes. *Applied Animal Behaviour Science*. 31, 101–110.
- Lévy, F., Keller, M., Poindron, P. 2004. Olfactory regulation of maternal behavior in mammals. *Hormones and Behavior*. 46, 284-302.
- Lévy, F., Kendrick, K., Keverne, E. B., Porter, R. H., Romeyer, A. 1996. Physiological, sensory and experimental factors of parenteral care in sheep. *Advances in the Study of Behavior*. 25, 385-473.
- Lévy, F., Poindron, P., Le Neindre, P. 1983. Attraction and repulsion by amniotic fluids and their olfactory control in the ewe around parturition. *Physiology and Behavior*. 31, 687–692.
- Lickliter, R. E. 1984a. Hiding behaviour in domestic goats. *Applied Animal Ethology*. 12, 245-251.
- Lickliter, R. E. 1984b. Mother-infant spatial relationships in domestic goats. *Applied Animal Ethology*. 13, 93-100.
- Lickliter, R. E. 1985. Behavior associated with parturition in the domestic goat. *Applied Animal Ethology*. 13, 335-345.
- Lickliter, R. E., Heron, J. R. 1984. Recognition of mother by newborn goat. *Applied Animal Behaviour Science*. 12, 187-192.
- Lynch, J. J., Leng, R. A., Hinch, G. N., Nolan, J., Bindon, B. M., Piper, L. R. 1990. Effects of cottonseed supplementation on birthweights and survival of lambs from a range of litter sizes. *Proceedings of the Australian Society for Animal Production*. 18, 516.
- Malau-Aduli, B. S., Eduvie, L., Lakpini, D., Malau-Aduli, A. E. E. 2004. Crop-residue supplementation of pregnant does influences birth weight and weight gain of kids, daily milk yield but not the progesterone profile of red Sokoto goats. *Reproduction Nutrition and Development*. 44, 111-121.
- McGregor, B. A. 2003 Nutrition of goats during drought. *Rural Industries Research and Development Corporation*. 03/016, 1-63.

- Mellado, M., 1997. La cabra criolla en América Latina. *Veterinaria México*. 28 (4), 333-341.
- Mellado, M., Valdez, R., Lara, L. M., López, R. 2003. Stocking Tale effects on goats: a researeh observation. *Journal of Range Management*. 56,167-173.
- Mellor, D. J.,Murray, L. 1985. Effects of maternal nutrition on udder development during late pregnancy and on colostrum production in scottish blackface ewes with twin lambs . *Research in Veterinary Science*. 39, 230-4
- Meurisse, M., Gonzalez, A., Delsol, G., Caba, M., Lévy, F., Poindron, P. 2005. Estradiol receptor—a expression in hypothalamic and limbic regions of ewes is influenced by physiological state and maternal experience. *Hormones and Behavior*. 48, 34–43.
- National Researc Council (NRC). 1981. Nutrient requirements of domestic animals. nutrient requirements of goats: angora, dairy, and meat goats in temperate and tropical countries. *National Academy Press*. Washington, DC. 15.
- Nowak, R. Lindsay, D. R. 1992. Discrimination of merino ewes by their newborn lambs: important for survival?. *Applied Animal Behaviour Science*. 34, 61-74.
- Nowak, R., Murphy, T. M., Lindsay, D. R., Alster, P., Andersson, R., Uvnäs-Morberg, K. 1997. Development of a preferential relationship with the mother: importance of the sucking activity. *Physiology and Behavior*. 62, 681-688.
- Nowak, R., Poindron, P. 2006. From birth to colostrum: early steps leading to lamb survival. *Reproduction Nutrition and Development*. 46, 431-446.
- Nowak, R., Porter, R. H., Levy, F., Orgeur, P., Schaal, B. 2000. Role of mother-young interactions in the survival of offspring in domestic mammals. *Reviews of Reproduction*. 5, 153-163.

- Numan, M., Fleming, A. S., Levy, F. 2006. Maternal behavior. In J. D. Neill (Ed.), *The physiology of reproduction*, 3rd edition, New York. El sevier. 2, 1921–1993.
- O’doherly, J. V. Crosby, T. F. 1998. Blood metabolite concentrations in late pregnant ewes as indicators of nutritional status. *Animal Science*. 66, 675-683.
- Olazábal, A., Medrano, A., Soto, R., Sanchez, H., Hernandez, F., Serafin, N., Terrazas, A. 2006. Undernutrition during pregnancy impairs the establishment of non-olfactory recognition of the lamb by its mother in ewes. Proceedings of the 40<sup>th</sup> international congress of the ISAE, Bristol, England, 8-12 August. P, 215.
- Owens, J. L., Bindon, B. M., Edey, T. N., Piper, L. R. 1985. Behaviour at parturition and lamb survival of Booroola Merino sheep. *Livestock Production Science*. 13, 359-372.
- Pattison, S. E., Davies, D. A. R., Winter, A. C. 1995. Changes in the secretion rate and production of colostrum by ewes over the first 24h post-partum. *Animal Science*. 61, 63-68.
- Pointron, P. 1976a. Mother-young relationships in intact anosmic ewes at the time of suckling. *Biology of Behaviour*. 2, 161-177.
- Pointron, P. 1976b. Effects de la suppression de l’odorant, sans lesion des bulbes olfactifs, sur la selectivité du comportement maternal de la brebis. C.R. Hebd. Seances Académie des. Sciences. Ser. D. 282, 489-491.
- Pointron, P., Carric, M. J. 1976. Hearing recognition of the lamb by its mother. *Animal Behavior*. 24, 600-602.
- Pointron, P., Le Neindre, P. 1980. Endocrine and sensory regulation of maternal behavior in the ewe. *Advances in the Study of Behavior*. 11, 75-119.
- Pointron, P., Le Neindre, P., Raksanyi, I., Trillat, G., Orgeur, P. 1980. Importance of the characteristics of the young in the manifestation and establishment of maternal behaviour in sheep. *Reproduction Nutrition and Development*. 20, 817–826.

- Poindron, P., Lévy, F., Krehbiel, D. 1988. Genital, olfactory and endocrine interactions in the development of maternal behavior in the parturient ewe. *Psychoneuroendocrinology*. 13, 99-125.
- Poindron, P., Nowak, R., Lévy, F., Porter, H. R., Schaal, B. 1993. Development of exclusive mother-young bonding in sheep and goats. *Oxford Reviews of Reproductive Biology*. Milligan, S. R.15, 311-363.
- Poindron, P., Hernández, H. H., Navarro, M. O. M. L, Gonzáles, F., Delgadillo J. A., García, V. S. 1998. Relaciones madre-cría en cabras. Memorias. XIII Reunión Nacional Sobre Caprinocultura. San Luis Potosí, México. P, 48-66.
- Poindron, P. 2001. El control fisiológico de la conducta materna al momento del parto en ovinos y caprinos. *Biología de la Reproducción II, (Ed.) Javier Velásquez Moctezuma, Centro de Neurobiología, UNAM Campus Juriquilla*. P, 301-323.
- Poindron, P., Gilling, G., Hernandez, H., Serafín, N., Terrazas, A. 2003. Early recognition of newborn goat kids by their mother : I. Nonolfactory discrimination. *Developmental Psychobiology*. 43, 82-89.
- Poindron, P. 2005. Mechanisms of activation of maternal behaviour in mammals. *Reproduction Nutrition and Development*. 45, 341-351.
- Poindron, P., Gilling, G., Hernández, H., Serafin, N., Terrazas, A. 2007a. Twelve-hour-old kids can discriminate between their own and an alien mother goat. (Aceptado)
- Poindron, P., Lévy, F., Keller, M. 2007b. Maternal responsiveness and maternal selectivity in domestic sheep and goats: The two facets of maternal attachment. *Developmental Psychobiology*. 49, 54–70.
- Putu, I. G., Poindron, P., Lindsay, D. R. 1988. A high level nutrition during late pregnancy improves subsequent maternal behavior of Merino ewes. *Proceedings of the Australian Society for Animal Production*. 17, 294-297.
- Ramírez, A., Quieles, A., Hevia, M. C., Sotillo, F. 1998. Behavior of the Murciano-Granadina goat during the first hour after parturition. *Applied Animal Behaviour Science*. 56, 223-230.

- Ramírez, R. G., Loyo, A., Mora, R., Sanchez, E. M., Chaire, A. 1991. Forage intake and nutrition of range goats in a shrubland in northeastern Mexico. *Journal of Animal Science*. 69: 879-885.
- Rheingold, H. L. 1963. Maternal behavior in the dog. In "Maternal behavior in mammals" (H. L. Rheingold, ed.). Wiley, New York 169-202.
- Rhind, S. M., Rae, M. T., Brooks, A. N. 2001. Effects of nutrition and environmental factors on the fetal programming of the reproductive axis. *Reproduction*. 122, 205-214.
- Rivas-Muñoz, R., Fitz-Rodríguez, G., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J. A. 2007. Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous or discontinuous exposure to males. *Journal of Animal Science*. 85, 1257-1263
- Robinson, J. J., McDonald, I., McHattie, I. Pennie, K. 1978. Studies on reproduction in prolific ewes. 4. Sequential changes in the maternal body during pregnancy. *Journal of Agricultural Science Cambridge* 91,291-304.
- Robinson, J. J. 1983. Nutrition of the pregnant ewe. In Sheep production (ed. W. Haresign). Butterworths, London. 111-131.
- Robledo V. (2005). Estudios de los efectos de la desnutrición durante la gestación sobre las relaciones madre-cría en cabras. (tesis de maestría). México (DF). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Roig, C. A. 2003. Alimentación del Ganado Caprino. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)*, Argentina. P, 1-22.
- Romano, J. E., Piaggio, J. 1999. Time of parturition in Nubian goats. *Small Ruminant Research*. 33, 285-288.
- Romeyer, A., Poindron, P. 1992. Early maternal discrimination of alien kids by post-parturient goats. *Behavioural Processes*. 26, 103–112.
- Romeyer, A., Poindron, P., Orgeur, P. 1994. Olfaction mediates the establishment of selective bonding in goats. *Physiology and Behaviour*. 56, 693-700.

- Rosenblat, J. S., Mayer, A. D., Siegel, H. C. 1985. Maternal behavior among the nonprimate mammals. In: Adler, N., Pfaff, D., Goy, R. W., eds. *Handbook of Behavioral Neurobiology. Reproduction* New York: Plenum Press. 7, 229-298.
- Ruiz-Miranda, C. R. 1993. Use of pelage pigmentation in the recognition of mother in a group by 2- to 4-month-old domestic goat kids. *Applied Animal Behaviour Science*. 36, 317-326.
- Ruiz-Miranda, C. R., 1992. The use of pelage pigmentation in the recognition of mother by domestic goat kids (*Capra hircus*). *Behaviour*. 123 (1-2), 121-143.
- Sáenz-Escárcega, P., Hoyos, F. G. L., Salinas, G. H., Martínez, M., Espinaza, J., Guerrero, A., Contreras, G. E. 1991. Establecimiento de módulos caprinos con productores cooperante. En memorias: Evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera, SARH-INIFAP, Matamoros, Coahuila, México. 24-34.
- Sandabe, U. K., Musthapha, A. R., Sambo, E. Y. 2004. Effect of pregnancy on some biochemical parameters in Sahel goats in semi-arid zones. *Veterinary Research Communications*. 28, 279-285.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentación (SAGARPA). 2005. Es México primer productor en caprinocultura de América latina con nueve millones 500 mil cabezas. *Coordinación General de Comunicación Social*. 097/05.
- Sepúlveda, B. N., Oberg, J. M., Neumann, A. B. 1999. Efecto de la suplementación con ensilaje a ovejas en gestación y lactación. *Archivos de Zootecnia*. 48, 433-436.
- Shillito, E. E., Alexander, G. 1975. Mutual recognition amongst ewes and lambs of four breeds of sheep (*Ovis aries*). *Applied Animal Ethology* 1, 151-165.
- Shillito-Walser, E. 1980. Maternal recognition and breed identity in lambs living in a mixed flock of Jacob, Clon Forest and palesbred sheep. *Applied Animal Ethology*. 6, 221-231.
- Singh, N. P. 1996. Effects of supplementary concentrate during pregnancy and lactation in Sirohi goats. Precedente del VI International conference on



- goats of the *International Academic Publishers*. Beijing, China, 6-11 de mayo. 646-647.
- Sletmoen-Olson, K. E., Caton, J. S., Olson, K. C., redmer, D. A., Kirsch, J. D., Reynolds, L. P. 2000. Undegraded intake protein supplementation: II. Effects on plasma hormone and metabolite concentrations in periparturient beef cows fed low-quality hay during gestation and lactation. *Journal of Animal Science*. 78, 456-463.
- Sormunen-Cristian, R., Jauhiainen, L. 2001. Comparison of hay and silage for pregnant and lactating Finnish Landrace ewes. *Small Ruminant Research*. 39, 47-57.
- SYSTAT 10. 2000. Evenston, ILL. USA.
- Terrazas, A., Ferreira, G., Lévy, F., Nowak, R., Serafin, N., Orgeur, P., Soto, R., Poindron, P. 1999. Do ewes recognize their lambs within the first day postpartum without the help of olfactory cues?. *Behavioural Processes*. 47, 408-418.
- Terrazas, A., Nowak, R., Serafin, N., Ferreira, G., Lévy, F., & Poindron, P. 2002. Twenty-four-hour-old lambs rely more on maternal behavior than on the learning of individual characteristics to discriminate between their own and alien mother. *Developmental Psychobiology*. 40, 408–418.
- Terrazas, A., Serafin, N., Hernández, H., Nowak, R., Poindron, P. 2003. Early recognition of newborn goat kids by their mother: II. Auditory recognition and evidence of an individual acoustic signature in the neonate. *Developmental Psychobiology*. 43, 311-320.
- Terrazas, A., Robledo, V., Serafín, N., Poindron, P. 2004. Goat-kid mutual recognition in the first day after birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. 38 th International congress of the *ISAE*, Helsinki, Finland. 3-7 august. P, 55.
- Terrazas, A., Merino, D., Medrano, A., Soto, R., Olazabal, A., Hernandez, H., Pascal Poindron, P. 2006. In the last 15 days of pregnancy facilitates the establishment of non-olfactory recognition of the kid in underfed goats.

- Proceedings of the 40 th international congress of the ISAE, Bristol, England, 8-12 August. P, 69.
- Thompson, A. M., Thompson, W. 1949. Lambing in relation to the diet of the pregnant ewe. *British Journal of Nutrition*. 2, 290-305.
- Torriani, M. V. G., Vannoni, E., McElligott, A. 2006. Mother-young recognition in an ungulate hider species: a unidirectional process. *the American Naturalist*. 168 (3), 412-420.
- Treacher, T. T. 1989. Requerimientos nutricionales para lactancia en la oveja. En: Producción Ovina. Ed. W. Haresign. AGT (Ed) S.A. México 139-155.
- Val-Laillet, D., Simon, M., Nowak, R. 2004. A full belly and colostrum: two major determinants of filial love. *Developmental Psychobiology*. 45, 163-173.
- Walkden-Brown, S. W., Restall, B. J., Scaramuzzi, R. J., Martin, G. B., Blackberry, M. A. 1997. Seasonality in male Australian cashmere goats: Long term effects of castration and testosterone or oestradiol treatment on changes in LH, FSH and prolactin concentrations, and body growth. *Small Ruminant Research*. 26, 239-252.