



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN  
Y DE LA SALUD ANIMAL  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

**“ESTUDIO DE LA RELACIÓN ENTRE EL CONSUMO DE LA PLACENTA, EL  
COMPORTAMIENTO MADRE-CRÍA Y LOS NIVELES DE ESTRÓGENOS,  
PROGESTERONA Y CORTISOL DURANTE EL PRIMER DÍA POSTPARTO EN CABRAS”**

**TESIS**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:**

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

**PRESENTA:**

**M.V.Z. EDITH NANDAYAPA DUARTE**

**TUTOR:**

**FES-C DRA. ANGÉLICA MARÍA TERRAZAS GARCÍA**

**COMITÉ TUTORAL:**

**CEIEPAA-FMVZ DR. LORENZO ÁLVAREZ RAMÍREZ  
UAAN DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA**

**MÉXICO, D.F. DICIEMBRE 2012**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## CRÉDITOS

El presente trabajo fue financiado por:

- Programa **UNAM-DGAPA-PAPIIT-IN217012.**
- Cátedra Etología y Reproducción en Ovinos y Caprinos **PACIVE CLAVE NCONS-10.**
- La alumna fue becada para sus estudios de Maestría por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) con número de registro **372230.**
- Así como por el Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología por otorgar una beca a la estudiante para realizar su trámite de graduación, con número de folio **12BTM0232.**

## AGRADECIMIENTOS

La realización de esta tesis no hubiese sido posible sin la colaboración y apoyo durante el proceso experimental de:

- MVZ. Ethel Caterina García y González
- MVZ Esp. Niza Karina Mendoza Cárdenas
- Karen Ayala Pereira
- Marisol Paredes Alvarado
- Ramón Rodolfo Alvarado Quintana

A los miembros del comité tutorial por su paciencia y contribuciones con la preparación del presente manuscrito y en el diseño experimental del mismo:

**Dr. José Alfredo Flores Cabrera**

**Dr. Lorenzo Álvarez Ramírez**

A las doctoras **M.V.Z. Clara Murcia Mejía** y **M.C. Susana Rojas Maya** del laboratorio de Reproducción y Endocrinología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia – UNAM, por su apoyo en las determinaciones hormonales del presente trabajo.

A los miembros del jurado por su amable apoyo en la revisión del presente manuscrito:

**Dr. Héctor Vera Ávila**

**Dra. Anne Sisto Burt**

**Dr. Francisco Galindo Maldonado**

**Dr. Horacio Hernández Hernández**

A la **Dra. Angélica Ma. Terrazas García**, mi tutora, por su compromiso con este proyecto, por su enorme paciencia y comprensión. Es un placer y un honor trabajar con

alguien tan comprometido y que ama su trabajo, me motiva a seguir adelante. Es una excelente persona y las palabras son pocas para expresar mi agradecimiento y admiración. Mil gracias por su apoyo.

A todos mis profesores por su esfuerzo constante por compartir su conocimiento.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por albergarme como un hijo más y sobre todo a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán pues gran parte de mi desarrollo profesional se ha dado en sus instalaciones y aulas.

A la memoria de mi papá Eduardo Nandayapa Madariaga: sé que estas con migo siempre, tu guía y ejemplo me han llevado hasta donde estoy. Te extraño!!!!

A mi madre Maridelia Duarte Calderón: por tu cariño y apoyo incondicional, siempre tienes las palabras indicadas para cada momento, eres la luz que me guía. Espero algún día tener un poco de tu fuerza. Te Amo mami!!

A Mary, Eduardo, Karla, Manuel, Lulú y Melissa; siempre están para ayudarme, apoyarme y motivarme. Son mi familia, las personas a las que más amo y que siempre están en las buenas y en las malas, no los cambiaria por nada. Por todo eso y mucho más Mil Gracias!!!

A Lis y Ethel, mis mejores amigas. Dicen que los amigos son la familia que escogemos y me alegra que me dejaran ser parte de su familia. Ahora doy un paso más en mi vida y me alegra saber que seguimos unidas. Mil gracias por su apoyo y cariño.

A Brianda, Xochitl, Lucy, Diego Armenta y Diego Martínez, por siempre portarse tan lindos con migo se han ganado mi cariño, gracias por su amistad.

A un nuevo ángel que se nos cuidara desde donde quiera que este, gracias por su amistad Sra. Lulú.

Le agradezco a Dios, por permitirme llegar a este momento de mi vida y dar este gran paso acompañada de todas esas personas que me quieren.

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS Y ANEXOS.....</b>	<b>8</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>9</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>11</b>
<b>I:-INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>II.-REVISION BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.-GENERALIDADES SOBRE LAS CABRAS.....</b>	<b>16</b>
2.1.1.-Antecedentes históricos.....	16
2.1.2.-Características generales de los caprinos.....	16
2.1.3.- Caprinocultura mundial.....	17
2.1.4.- Caprinocultura nacional.....	17
2.1.5.- Sistemas de producción caprina en México.....	19
<b>2.2.-CONDUCTA MATERNA.....</b>	<b>20</b>
<b>2.3.-ETOGRAMA DEL COMPORTAMIENTO MATERNO EN CABRAS.....</b>	<b>23</b>
2.3.1.-Conductas preparto.....	23
2.3.2.-Conductas al parto.....	24
2.3.3.-Conductas postparto.....	25
<b>2.4.-RECONOCIMIENTO MUTUO MADRE-CRÍA.....</b>	<b>27</b>
2.4.1.-Reconocimiento a corta distancia (olfativo).....	28
2.4.2.-Reconocimiento a distancia (no olfativo).....	28
2.4.3.-Capacidad del cabrito de reconocer a su madre.....	29
<b>2.5.-CONTROL NEUROENDOCRINO DEL PARTO.....</b>	<b>29</b>
<b>2.6.-FACTORES FISIOLÓGICOS ASOCIADOS AL DESARROLLO DE LA         PLACENTA EN PEQUEÑOS RUMIANTES.....</b>	<b>30</b>

2.6.1.-Desarrollo placentario.....	30
2.6.2.-Clasificación de la placenta corioalantoidea.....	31
2.6.3.-Circulación placentaria.....	32
2.6.4.-Funciones placentarios.....	33
2.6.5.-Factores hormonales.....	35
2.6.6.-Factores nutricionales.....	36
2.6.7.-Factores de la madre y la cría.....	37
2.6.8.-El tamaño de la camada afecta el desarrollo de la placenta.....	38
2.7.-FACTORES FISIOLÓGICOS ASOCIADOS A LA PLACENTOFAGIA...39	
III.-OBJETIVO GENERAL.....	41
IV.-OBJETIVOS PARTICULARES.....	41
V.-JUSTIFICACIÓN.....	42
VI.-HIPÓTESIS.....	42
VII.-MATERIALES Y MÉTODOS.....	43
VIII.-RESULTADOS.....	50
IX.-DISCUSIÓN.....	60
X.-CONCLUSIONES.....	65
XI.-BIBLIOGRAFÍA.....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Conductas (media $\pm$ e.e.) registradas en las cabras durante la prueba de selectividad a las 4 horas postparto, divididas en aquellas que consumieron o no la placenta.....	52
<b>Tabla 2.</b> Relación del consumo de la placenta con parámetros no conductuales en las crías. Experimento 1.....	54
<b>Tabla 3.</b> Relación del consumo de la placenta con parámetros no conductuales de las crías. Experimento 2.....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS Y ANEXOS

**Figura 1** Proporción total de cabras que consumieron o no la placenta de los dos experimentos.....50

**Figura 2.-** Niveles plasmáticos de progesterona (media  $\pm$  e.e.) en cabras que consumieron o no la placenta. Los valores son desde el momento del parto hasta el día 6 postparto.....57

**Figura 3.-** Niveles plasmáticos de estradiol (media  $\pm$  e.e.) en cabras que consumieron o no la placenta. Los valores son desde el momento del parto hasta el día 6 postparto. ....58

**Figura 4.-** Niveles plasmáticos de cortisol (media  $\pm$  e.e.) en cabras que consumieron o no la placenta. Los valores son desde el momento del parto hasta el día 6 postparto.....59

**Anexo 1.-** Formato de hoja para registro de conductas prueba de selectividad.....73

## RESUMEN

La expresión de conductas naturales en animales domésticos podría ser un indicador de su bienestar, sin embargo, ignorar cuáles son tales conductas naturales podría causar frustración en los requerimientos de los animales y de lo que quieren. El término placentofagia se refiere al consumo de la placenta que es expulsada después del parto, y esto es practicado por muchas especies de mamíferos como ratas, ratones, yeguas, ovejas, vacas, perros y gatos. Sin embargo, en el caso de los animales de granja, en ocasiones se les priva de consumir la placenta, considerando que esta conducta tiene repercusiones negativas en la salud del animal. Nuestra hipótesis fue que la mayoría de las cabras después del parto, están motivadas hacia consumir su placenta y que este comportamiento está relacionado con otras conductas materno-filiales que se observan durante el período postparto, como la selectividad materna, así como con los niveles plasmáticos de progesterona, estradiol y cortisol. Un total de 18 cabras multíparas lecheras fueron observadas durante las primeras 3 horas después del parto. El comportamiento de las crías y de las madres fue grabado y luego analizado con la ayuda del programa Observer (video-Pro XT). Para analizar el número de hembras que sí consumieron la placenta contra las que no lo hicieron, se realizó una prueba de Chi cuadrada de Pearson. Se utilizó una prueba de U de Mann Whitney para comparar las conductas entre el grupo de cabras que sí consumió la placenta contra las que no. Simultáneamente se tomaron muestras de sangre durante las primeras 3 h postparto y del día 1 al 6 posparto. A las 4 h, postparto a cada hembra se le realizó una prueba de selectividad con el fin de medir su capacidad para discriminar entre la cría propia y una ajena con la ayuda de señales olfatorias. Se encontró que 15 de las 18 cabras ingirieron la placenta, una vez que fue expulsada, mientras que 3 no lo hicieron. La proporción de las cabras que ingirió la placenta versus aquellas que no la ingirieron fue significativamente diferente (15/18,  $P = 0.005$ ). La latencia media de ingerir la placenta fue  $91.45 \pm 11.6$  min. La frecuencia media (número de veces que realizó la conducta) de este comportamiento fue de  $5.45 \pm 2.5$ . Mientras que el tiempo promedio, dedicado por las madres a ingerirla placenta, fue de  $505.4 \pm 274$  s. Hubo una correlación positiva entre la frecuencia del consumo de la placenta y la latencia de limpieza de la segunda cría nacida ( $r=0.70$ ,  $P = 0.03$ ). Además se encontró una correlación positiva entre la frecuencia del consumo de la placenta y la frecuencia de intentos de levantarse de la segunda cría nacida ( $r=0.77$ ,  $P = 0.02$ ). Al relacionar el consumo de la placenta con la selectividad materna se encontró que las hembras que sí consumieron la placenta fueron más hábiles para discriminar a su cría, en comparación con las que no lo hicieron. Las hembras que ingirieron la placenta, emitieron una menor cantidad de balidos altos (o de agitación;  $P=0.011$ ), pero emitieron más balidos bajos o maternales en presencia de la cría propia ( $P=0.05$ ) que las que no consumieron la placenta. En cambio, las cabras que no ingirieron la placenta tendieron a realizar más rechazos a la ubre a la cría propia que las madres que sí ingirieron la placenta ( $P=0.07$ ). Asimismo, las cabras que no ingirieron la placenta tendieron a permitir el acceso a la ubre más frecuentemente al cabrito ajeno, que las que sí consumieron la placenta ( $P=0.06$ ). Respecto a las hormonas esteroides durante las 3 h postparto, se encontró sólo una tendencia ( $P=0.1$ ) a que las cabras que consumieron la placenta tuvieron mayores niveles plasmáticos de progesterona que las que no lo hicieron. Mientras que el cortisol y el estradiol no se vieron afectados por el consumo o no de la placenta. Se concluye que la ingestión de la placenta en cabras multíparas, es una conducta

natural que puede jugar con un papel importante en el desarrollo de una buena vinculación materno-filial.

## ABSTRACT

The expression of natural behavior in domestic animals could be as indicator of their welfare, however the fact to ignore which are their natural behaviors could induce frustration and in the requirements of the animals and in what they want.

Placentophagia is refer to the consumption of the placenta that is expelled after birth, and this it is practiced by many mammalians species as rats, mice, mares, ewes, cows, dogs and cats. However in the case of farm animal sometimes they are deprived to consume the placenta, considering that this activity has negative repercussion in the health of the animal. The objective of the present work was to determinate the incidence and characterize the behavior of ingestion of the placenta in multiparous goats, their relation with the maternal ethogram and the newborn during the first 3 h postpartum and their relation with plasmatic concentration of progesterone, estradiol and cortisol, during the same period.

A total of 18 multiparous dairy goats were observed during the first 3 hours after birth. The behavior of the kids and the mothers were recorded and then analyzed with the help of Observer (video-pro XT). Simultaneously, blood samples were taken during the first 3 hours postpartum and every day 1 to 6 days postpartum. At 4 h postpartum every female underwent a selectivity test to measure their ability to discriminate between own kid and one alien with the help of olfactory cues. In order to compare the number of the dams that consume or not the placenta a Chi square Pearson test was performed. To compare the different behaviors of the mother and the kid between groups of mothers that consume or no the placenta a U Mann Whitney test was performed.

It was found that 15 of the 18 goats ingest the placenta once it was expelled. The proportion of the goats that ingest the placenta versus those that no ingested differ (15 vs. 3,  $P=0.005$ ). The mean latency to ingest the placenta was  $91.45 \pm 11.6$  minutes. The mean frequency of this behavior was  $5.45 \pm 2.5$ . While the mean time spent by the dams ingesting the placenta was  $505.4 \pm 274$  seconds. It was a positive correlation between the placentophagia and the latency of to lick the second kid borne ( $0.7$ ,  $P=0.03$ ). In addition a positive correlation was found between placentophagia and the frequency of attempt of raise of the second kid borne ( $r=0.77$ ,  $P=0.02$ ). When relating the consumption of the placenta with the establishment of maternal selectivity it was found that those mothers that previously had been ingested the placenta were more selective than those dams that did not do placentophagia. Females who ingested the placenta, emitted more low pitch bleats (or maternal vocalization) in presence of the own kid than dams that did not placentophagia ( $P=0.011$ ). While goats that did not do placentophagia emitted more high pitch bleat (agitation bleats) either in presence of the own kid ( $P=0.05$ ) or alien kid ( $P=0.09$ ), than those dams that consume the placenta. Additionally the dams that did placentophagia tend to reject to the udder less to the alien kid ( $P=0.07$ ) in comparison of the other mothers. Finally in selective test it was observed that mothers that did not do placentophagia tend to have more frequencies in the acceptance to the udder to the alien kid, than dams that ingested the placenta ( $P=0.06$ ).

Regarding steroid hormones during the first 3 h postpartum it was found a tendency ( $P=0.1$ ), that goats that ingested the placenta ( $n=9$ , for this case) had higher plasmatic levels of progesterone than those goats that did not do placentophagia ( $n=3$ ). While cortisol and estradiol did not were affected for the ingestion of the placenta.

It concluded that the ingestion of placenta en multiparous goats is a natural behavior that could play an important role in the establishment of the mother-young filial bonding.

## I.- INTRODUCCIÓN

En la mayoría de los animales, la supervivencia de la progenie parece ser el objetivo que rige toda la gama de características conductuales de los individuos. Si la madre y las crías logran afiliarse con rapidez esto propiciará una conducta materna adecuada que favorezca la supervivencia de la progenie. La conducta materna es producto de la interacción de la madre con su cría con el objetivo de alimentarla (Hinde, 1974). Inmediatamente después del parto, existe un periodo llamado “periodo sensible” que se presenta en la mayoría de los mamíferos, durante cual, la madre deberá estar en contacto con su cría, para que pueda improntarse o afiliarse con la misma y expresar después, una buena conducta materna (Herscher et al., 1958). El término “periodo sensible” fue propuesto por primera vez por Bateson (1979), y se refiere al tiempo en el cual las características conductuales de un individuo pueden ser influenciadas más fuertemente por un evento determinado, en una etapa específica de desarrollo, más que en cualquier otro momento de su vida.

Al igual que las ovejas, las cabras paren a pocas crías y se vinculan de forma selectiva con ellas durante las primeras horas postparto (Nowak et al., 2000; Numan et al., 2006; Poindron et al., 2007a; Poindron et al., 2003b; Poindron et al., 2007b). La mayoría de los partos en la cabra suceden durante el día, las hembras se aíslan, se muestran inquietas, vocalizan frecuentemente, dan manotazos en el piso en donde se acuestan y se ponen de pie de manera repetida hasta la expulsión de las crías (Gonzalez-Stagnaro and Madrid-Bury, 2004; Poindron et al., 2007b; Sampson et al., 2012). Inmediatamente después de expulsar a la cría, la madre empieza a limpiarla emitiendo balidos bajos. Este momento es de gran importancia pues constituye el periodo sensible para la afiliación propia de la cría. Este comportamiento materno depende de muchos factores como el tipo de parto, la experiencia materna, la edad de la madre y el estado nutricional durante la gestación (Poindron et al., 2007b; Terrazas et al., 2009). En ovejas, la conducta materna depende de algunas hormonas presentes al final de la gestación como el estradiol y la progesterona. Asimismo, el paso de la cría por el canal de parto produce una estimulación vagino-cervical (VCS) que origina la

liberación de oxitocina a nivel central. Estas hormonas están asociadas con un buen comportamiento materno (Poindron et al., 2007a).

Dentro del etograma materno postparto, ocurre una fase muy importante que es la limpieza de la cría y la ingestión de fluidos y membranas fetales, la cual ocurre dentro de la primera hora postparto y a la cual algunos autores le han denominado erróneamente placentofagia (Bordi et al., 1994; Gubernick, 1980; Poindron and Le Neindre, 1980). Sin embargo, en observaciones detalladas se ha descrito que la expulsión completa de la placenta ocurre en la cabra en promedio a las 3 horas después del parto (Gonzalez-Stagnaro and Madrid-Bury, 2004; Lickliter, 1985). Por lo que la ingestión de la placenta propiamente dicha no ha sido estudiada a detalle.

De hecho en otras especies de mamífero el término placentofagia hace referencia al consumo de la placenta fetal después del parto, al igual que la ingesta de líquido amniótico. Dicha actividad es practicada por la mayoría de los mamíferos como las ratas, ratones, caballos, ovejas, cabras, perros y gatos. La placenta fetal incluye a las membranas amnióticas y corioalantoidea, esta última a partir de su unión con el endometrio materno permite la relación fisiológica entre el feto y la madre; la placenta realiza funciones de síntesis, secreción, filtración y transporte y se comunica con el embrión por medio de un cordón de vasos sanguíneos. De acuerdo al diccionario de la real academia española el término placentofagia no existe, sin embargo si describen al término “placenta” como al órgano intermediario durante la gestación entre la madre y el feto, que se adhiere a la superficie interior del útero y del que nace el cordón umbilical. El término “fagia” es la acción de comer o tragar. Se debe aclarar que algunos autores consideran al consumo de líquido amniótico como parte del proceso de la placentofagia.

Una gran mayoría de hembras de mamíferos consumen los tejidos placentarios después del parto, pero no lo hacen en otras etapas de su vida (Kristal, 1980). Trabajos de Kristal y colaboradores han sugerido que la presencia de la placenta sobre la cría recién nacida además de otras funciones fundamentales, sirve como medio facilitador del vínculo madre-cría (s) (Kristal et al., 1985). En varias especies animales el consumo de la placenta es considerado como una conducta que beneficia la conducta materna, por la competencia reproductiva, la protección contra depredadores y una protección inmunológica que le proporciona la madre a su cría (Kristal, 1980). La placentofagia generalmente la realizan

sólo las hembras, aunque en algunos casos como en los hámster ocurre en ambos sexos; en esta especie el comportamiento disminuye en la hembra conforme su edad avanza y se mantiene en los machos independientemente de la edad de esta especie (Gregg and Wynne-Edwards, 2005).

En conejas (Melo and Gonzalez-Mariscal, 2003) han observado una incidencia de placentofagia de 20 % en el período pre-parto al ser ofrecida placenta de otras conejas, un 100 % de ellas al momento del parto y 21 % entre las 8-24 de las hembras horas post-parto.

En muy pocos trabajos se ha estudiado el comportamiento de placentofagia en ovejas y cabras, así como los factores que influyen sobre este comportamiento. Sin embargo, existen varios estudios en ovejas que indican que la ingestión de líquido amniótico y porciones de membranas placentarias puede estar presente incluso antes de la expulsión de los fetos y que su función principal es promover la atracción de la hembra hacia el neonato y además ayuda para que la hembra aprenda el olor de su cría (Poindron et al., 2007a). No obstante, hasta ahora no ha sido considerado si es que la ingestión completa de la placenta, la cual ocurre a casi 2 horas postparto, podría jugar un papel en el establecimiento de las relaciones tempranas madre-cría en estas especies y si existen factores maternos que puedan influir sobre el comportamiento de placentofagia.

En un trabajo preliminar en cabras, se evaluó el efecto de la subnutrición durante la gestación, sobre el comportamiento materno postparto (Cortez Maya, 2010), se encontró que en general 86 % (13/15) de las hembras ingirieron la placenta y que la frecuencia de ingestión de las membranas fetales tendió a ser mayor en las hembras desnutridas (8/8) que en las controles (5/7). Aunque dichas observaciones no fueron el objetivo principal del estudio citado, se sugiere que la conducta amerita ser estudiada al igual que sus efectos sobre la hembra que la practica.

Por otra parte, aunque no se conoce en detalle el control endócrino de la conducta materna postparto en las hembras mamíferas, si se sabe que en las ovejas existen cambios hormonales asociados con el fin de la gestación y el parto que actúan a nivel del cerebro y activan la rápida respuesta materna inmediatamente después del parto. Entre las hormonas relacionadas con este último proceso, se encuentran las hormonas esteroideas, estradiol y la progesterona, así como la hormona proteica oxitocina que se libera intracerebralmente (Kendrick et al., 1997; Nowak and Levy, 2010)

El objetivo de este trabajo fue determinar la incidencia, y caracterizar el comportamiento de ingestión de la placenta en cabras multíparas, su relación con el etograma materno y de la cría durante las primeras horas postparto y, con las concentraciones circulantes de hormonas esteroides durante ese periodo en cabras.

La hipótesis planteada en el presente estudio es que el comportamiento de ingestión de la placenta se presenta con alta incidencia en cabras y se relaciona con la expresión del comportamiento materno y de la cría, durante el periodo sensible, para afiliación, además de influenciar las concentraciones circulantes de estradiol, progesterona y cortisol.

## II.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1.- GENERALIDADES SOBRE LAS CABRAS

#### 2.1.1.-Antecedentes históricos.

Hace aproximadamente 10, 000 años la cabra fue domesticada en Asia. Esta especie ha sido de gran importancia para el hombre a lo largo de la historia, ha representado a deidades en varias culturas, pero también en la edad media se vio afectada al ser asociada con el demonio. La cabra fue introducida a México por los españoles durante la conquista, probablemente embarcadas de las islas canarias (Arbiza and De Lucas, 2001; Guerrero, 2010). Se ha adaptado desde entonces en gran parte al territorio nacional, demostrando ser aptas para una producción pecuaria rentable y ser, particularmente una especie posee características rústicas como buena resistencia a la sequía y escasos de forrajes, por lo que se ha desarrollado como una fuente de ahorro de muchas familias marginadas (Guerrero, 2010). La Mixteca mexicana y el norte de México fueron las primeras regiones donde se comenzó a explotar la ganadería menor (Arbiza and De Lucas, 2001). Este ganado caprino provenía de cruces entre razas españolas Blanca Ibérica o Serrana y Castellana de Extremadura, Nubia, Murciana, Granadina, Anglonubia, y en menor proporción, la Saanen, Toggenburg y Alpina Francesa, dando origen la cruce de estas razas a la cabra doméstica del país (Mellado, 1997).

#### 2.1.2.-Características generales de los caprinos.

La cabra pertenece a la familia *Bovidae*, de rumiantes con cuernos huecos, pertenecen a la subfamilia *Caprinae*, genero *Capra*, especie *hircus*; cuyo origen se menciona en el neolítico y se hace notar en Asia (González, 1977). Generalmente se ha considerado al ovino y al caprino como especies muy semejantes, de hecho la mayoría de las investigaciones y tecnología se ha realizado en los ovinos, y se extrapola con la cabra en muchos aspectos. Pero es importante dejar en claro que estas dos especies son muy diferentes y que su manejo debe realizarse de forma particular.

Las cabras son animales poco gregarios, inquietos, ágiles y fuertes. Son pequeños, dóciles y resistentes. Se adaptan a lugares donde los recursos forrajeros son limitados, además su capacidad de producir leche, carne y piel la convierten en una especie viable para el hombre. Además, otra característica importante es su habilidad para ramonear, hecho que le da cierta ventaja sobre los ovinos y bovinos, por tener acceso a porciones vegetales a las que sólo la cabra puede llegar (González, 1977).

Los caprinos pueden considerarse entre los animales domesticados de mayor importancia social, al contribuir a la economía y supervivencia de los propietarios de pequeños ranchos, pues estos animales utilizan de forma estable las áreas de pastoreo para producir carne y leche de forma económica (Arbiza and De Lucas, 2001; Guerrero, 2010).

### **2.1.3.- Caprinocultura mundial.**

La cabra se ha situado entre los animales domésticos de mayor distribución geográfica en el mundo. Actualmente, se estima que existe una población mundial de 720 millones de cabras, y los países con mayor número de cabezas de ganado fueron China, India, Pakistán, Sudan, Bangladesh, Irán, Nigeria, Etiopia, Indonesia y Somalia. Para este año, México y Brasil ocupaban el lugar 14 y 16 a nivel mundial, pero en el continente americano estos dos países son los principales productores (Arbiza and De Lucas, 2001; Guerrero, 2010).

La leche de cabra representa más del 2% de la producción mundial de leche, siendo los principales países productores India, Bangladesh, Pakistán y Sudan. Mientras que Brasil y México son los principales países productores de leche caprina del Continente Americano (Arbiza and De Lucas, 2001).

### **2.1.4.- Caprinocultura nacional.**

El territorio nacional cuenta con diversas regiones agroeconómicas que presentan un potencial importante para la producción caprina del país. Los rebaños se conforman de animales criollos encastados con otras razas como la Nubia, Saanen, Alpina y Toggenburg (Arbiza and De Lucas, 2001; González, 1977).

En México, los sistemas de producción de carne y leche de cabras han sido tradicionalmente una manera de utilizar los recursos naturales de baja productividad. Más de trescientas mil familias tienen en la caprinocultura una de sus principales actividades. Sin embargo, la producción nacional de carne y leche caprina ha mostrado una tendencia negativa (Guerrero, 2010).

Según las estimaciones del SIAP (2008), en México hay una población de 8, 870, 312 caprinos; de ellos el 87% se ubica en el área rural (Guerrero, 2010).

Entre los estados de la región norte donde están presentes los caprinos se encuentran Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí. Estos estados se caracterizan por ser de clima Árido y Semiárido con sierras. En el centro del país, donde el clima es templado, los caprinos se ubican en los estados de Guanajuato, Querétaro y Michoacán. Mientras que Puebla, Oaxaca, Guerrero y Chiapas son los representantes de la región sur, donde el clima es más tropical (Arbiza and De Lucas, 2001).

Las entidades con mayor producción caprina en la actualidad son Puebla, Oaxaca y San Luis Potosí. La actividad caprina se centra en la producción de leche y carne. En cuanto a la producción de leche, los principales estados productores son Coahuila y Guanajuato, siendo esta leche destinada a la producción de cajeta, dulce y quesos. Con respecto a la producción de carne los estados que más destacan son Oaxaca, San Luis Potosí y Coahuila, dedicados principalmente a la producción de cabrito (6 meses de edad, 8-10 kg) utilizados para barbacoa, birria, cabrito y chito, además de utilizar ciertos subproductos como la piel (Guerrero, 2010).

La producción nacional de leche y carne en el en el 2008 fue de 120-150 millones de litros y 36,000 toneladas cada año, 2% y 1% respectivamente. Esta producción representa una fuente de ingreso y de alimentos para numerosas familias campesinas, principalmente en las zonas áridas y semiáridas del norte de nuestro país y en la Sierra Madre del Sur entre Puebla, Oaxaca y Guerrero (Guerrero, 2010).

Es importante señalar que en las regiones áridas y semiáridas del norte del país, donde la agricultura es de bajo rendimiento, constituyen las regiones más importantes en producción de leche y carne caprina.

### **2.1.5.- Sistemas de producción caprina en México.**

La crianza y la producción de cabras es todavía hoy una actividad principalmente de tipo familiar. Se estima que más de 320,000 familias participan en ella, estas unidades son marginadas, escasas en infraestructura y sus niveles de productividad son muy bajos (Guerrero, 2010).

Los sistemas de producción existentes se pueden clasificar bajo tres grandes grupos:

- Extensivos (Controlados, Nómadas, Trashumante)
- Estabulados
- Mixtos

Estos sistemas se caracterizan por el manejo tradicional con instalaciones rústicas, generalmente se aprovechan las construcciones ya existentes y el material propio de la región (Arbiza and De Lucas, 2001).

#### **SISTEMA EXTENSIVO**

Se localiza en zonas áridas, semiáridas y el trópico, donde predomina el ganado criollo. Utilizan grandes extensiones de terrenos poco productivos, no aptos para actividades agrícolas y forestales y generalmente no disponen de otras fuentes de alimentación. Es común la baja tecnificación y el sobrepastoreo, lo que produce una degradación del suelo y la vegetación. Estos sitios componen la mayor parte del inventario y la producción nacional. El sistema Nómada hace un pastoreo en el que los animales van recorriendo una ruta sin regresar a un lugar de encierro. El sistema Trashumante efectúa una migración anual de una región a otra, esta migración es estacional. Por estas razones se ha asociado a la ganadería caprina con la pobreza (Aréchiga et al., 2008; Guerrero, 2010; Hernandez et al., 2002).

#### **SISTEMA ESTABULADO**

Emplean mucho capital y poco terreno. Con alta tecnificación, buena administración y comercialización de productos. El tamaño del rebaño suele exceder el mínimo para mantener los gastos básicos familiares, aunque constituyen una minoría a la caprinocultura nacional. Requiere de la provisión de concentrados alimenticios de gran valor proteico y

energético. Presenta la desventaja de requerir mayores costos pero facilita el manejo de los animales y se obtienen mejores índices productivos en producción de carne y leche (Aréchiga et al., 2008; Hernandez et al., 2002).

### **SISTEMA MIXTO**

Este tipo de producción está ubicada en regiones con mayor productividad, en zonas templadas y semiáridas. Combinan el pastoreo y el ramoneo en agostaderos en partes del año, también aprovechan los residuos de las cosechas, además requiere la inversión en instalaciones y alimentos concentrado. Generalmente, presenta mejores rendimientos productivos que en el sistema extensivo (Aréchiga et al., 2008; Hernandez et al., 2002).

## **2.2.- CONDUCTA MATERNA**

La conducta maternal, se refiere a los comportamientos que aparecen durante los primeros días inmediatamente antes y después del parto que son preparatorios a la llegada de las crías (la construcción del nido) o las que son en respuesta a las crías (lamer, cuidar, transportar) o de amenaza para sus conspecíficos (Numan et al., 2006).

El hecho de que un animal transmita sus genes a sus hijos no garantiza su éxito reproductor. Los hijos deben sobrevivir hasta que se reproduzcan y para esto los padres deben invertir tiempo y energía. Esta inversión dependerá del número de crías, pues cuanto más hijos tenga al mismo tiempo mayor será la inversión, varias crías pueden requerir más atenciones porque sus demandas individuales se acumulan (Maier, 2001; Nowak et al., 2000).

Hasta el momento del nacimiento la madre retiene a los embriones dentro del aparato reproductor, donde los protege y los alimenta. Por lo tanto, cuando nacen las crías, la madre ya ha hecho una inversión considerable. Las hembras mamíferas proporcionan nutrientes a través de la placenta. Además, la hembra asume los cuidados de la cría pues es la que está presente al momento del parto y la única que puede producir leche (Maier, 2001).

La supervivencia de los recién nacidos depende de la madre y su capacidad de proporcionar comida, calor, refugio y protección de los depredadores y sus congéneres. En los mamíferos placentarios, la sincronización de la conducta maternal con el parto y la

lactancia asegura que la madre responda a las necesidades de las crías en el momento adecuado (Maier, 2001; Nowak et al., 2000; Numan et al., 2006).

El comportamiento materno surge en el o cerca del parto, es decir poco antes o justamente después del nacimiento, la hembra muestra interés en el recién nacido. La limpieza de los recién nacidos y el consumo de líquido amniótico y la placenta son comportamientos muy comunes entre los mamíferos, excepto en mamíferos acuáticos (cetáceos) o mamíferos semi-acuáticos (pinnípedos). Las madres de muchos mamíferos también emiten vocalizaciones características en respuesta a su cría al estar en pastoreo, o tienen comportamientos de protección de la depredación y tienden a mantener a las crías en estrecha proximidad a la madre. El patrón más común e importante de la conducta maternal en los mamíferos es el cuidado que proporcionan las madres poco después de que las crías nacen (Numan et al., 2006).

En las llamadas especies "altriciales", la madre construye un nido en el que se da a luz a una camada grande de crías que no están completamente desarrollados y con limitada capacidad sensorial y locomotora. En las especies "precoces" (la mayoría de los ungulados), al final de la gestación las madres muestran un cambio de comportamiento gregario a una tendencia a buscar el aislamiento de la manada. Esto permite a la madre dar a luz y familiarizarse con su recién nacido sin ser molestado por otros congéneres. Inmediatamente después del parto, la madre lame a su recién nacido hasta limpiar el líquido amniótico. También emite balidos maternales y, cuando la cría puede sostenerse, busca la ubre, a su vez, la madre responde arqueando el cuerpo, facilitando así el acceso a la ubre. De estas observaciones de la conducta, el comportamiento de lamer, emisión de balidos maternales, la aceptación a la ubre y el amamantamiento se definen como "la aceptación materna". En cambio, el comportamiento agresivo, la emisión de balidos de protesta y los rechazos a la ubre son indicativos de "rechazo" de la cría. Estas especies precoces tienden a tener una camada pequeña con crías completamente desarrolladas que son capaces de seguir a la madre poco después de nacer (Numan et al., 2006).

Las madres de estas especies desarrollan un cuidado materno selectivo en favor de sus propias crías, lo que les permite amamantarse al mismo tiempo que rechaza cualquier cría extrañas que pueden acercarse a la ubre. Establecer un vínculo selectivo, en las primeras

horas después del parto, representa una de las características esenciales de la conducta maternal en las especies precoces. La identificación individual de las crías por su madre ha sido demostrada en ovinos, caprinos, bovinos y equinos. Esta característica es diferente de la respuesta materna, que es un interés no específico a cualquier recién nacido y se produce inmediatamente después del nacimiento, tanto en especies altriciales como en precoces. En estas especies de ungulados, los animales que no han experimentado un parto previo no muestran un comportamiento maternal hacia los jóvenes y en contraste en las madres de mayor edad los cuidados hacia las crías son mayores (Maier, 2001; Numan et al., 2006).

Los eventos neuroendócrinos que se activan por el inicio del parto y participan en la expresión de la conducta maternal, es probable que tengan mucho en común en todas las especies. Así, desde el control neuroendócrino del embarazo y el parto, éstos son relativamente similares entre las especies (Numan et al., 2006; Poindron, 2005). Se ha reportado en ovejas y cabras que diversos factores sensoriales, fisiológicos y neurobiológicos implicados en la activación tanto de la capacidad de respuesta materna y el establecimiento de los cuidados selectivos, indican que estos procesos se activan simultáneamente por la acción combinada de dos factores principales: el aumento preparto de estrógeno circulante y la estimulación cervicovaginal (SVC) causada por la expulsión del feto (Krehbiel et al., 1987). Interviniendo el sistema olfativo principal (MOB), el área preóptica media (MPOA), y el núcleo paraventricular del hipotálamo (PVN) para inducir una respuesta materna a cualquier recién nacido. La liberación intracerebral de la oxitocina (OT) desde el PVN, y el desencadenamiento de la atracción olfativa para líquido amniótico (AF) son elementos clave en este proceso. Por otro lado, en conjunto la SVC al parto y la participación del MOB que actúa para memorizar el olor individual del neonato se lleva a cabo a través de la liberación de péptidos y neurotransmisores (noradrenalina y acetilcolina). Además del MOB, la red implicada en el reconocimiento incluye, principalmente, la amígdala medial y cortical (Kendrick and Keverne, 1991; Kristal, 2009; Poindron, 2005; Poindron et al., 2007b). En los mamíferos, las señales olfativas son ampliamente utilizadas en muchos aspectos de la atención materna para garantizar la coordinación de las interacciones madre-cría y el desarrollo normal de las crías. En el momento del parto, la cría se convierte en un estímulo muy potente y este procesamiento sensorial, además del olor de la cría, proporcionan una base para el reconocimiento

individual para las madres. Algunas especies como los ungulados tienen desarrollados mecanismos altamente especializados para el procesamiento de las señales de la cría. Sólo el sistema olfativo principal está implicado cuando se requiere la discriminación individual de la cría (Lévy and Keller, 2008; Lévy et al., 2004). Diferencias surgen después del nacimiento, cuando la socialización de los jóvenes comienza (Numan et al., 2006; Poindron, 2005).

## **2.3.-ETOGRAMA DEL COMPORTAMIENTO MATERNO EN CABRAS**

### **2.3.1.-Conductas preparto.**

Como con la mayoría de los mamíferos, incluyendo los de granja, el cuidado de las crías es responsabilidad exclusiva de la madre, y no hay ningún comportamiento paternal. De 1 a 2 días antes del parto la hembra comienza a tener cambios en su apariencia física, la base de la cola se observa inusualmente prominente y flexible, se observa relajación de los ligamentos de la pelvis, abdomen hundido, aumento en el tamaño del hueso del flanco y se observa una ubre aumentada de tamaño, amplia y turgente aproximadamente 24 horas antes del parto (Lickliter, 1985).

Otros cambios conductuales que son observados en las cabras es la tendencia a asilarse del resto de los conspecíficos a lugares menos concurridos (Poindron et al., 2007b), a un lugar que le brinde protección del sol y otros factores. Esto permitirá reducir los riesgos de depredación y dará a la madre y a la cría, la oportunidad de desarrollar un fuerte vínculo ininterrumpido (O'Brien, 1983, 1984). Además, la cabra en este periodo está más nerviosa o inquieta pues patea el suelo repetidamente, así como aumenta la frecuencia de echarse y ponerse de pie. En este momento, las hembras por lo general se encuentran echadas durante unos minutos, se levanta y camina brevemente alrededor de un área pequeña del lugar de eventual del nacimiento, a continuación vuelve a acostarse, esta secuencia puede repetirse hasta 15 veces durante varias horas antes del parto. Asimismo emite vocalizaciones frecuentemente, que se caracterizan por ser sonidos de baja amplitud y frecuencia como tipo gruñidos cortos (también conocidos como balidos en tono bajo y con la boca cerrada); además la hembra parturienta se muestra más agresiva defendiendo el lugar que eligen para

el parto mediante persecuciones y investidas a los que se aproximen a 3 ó 4 metros (Das and Tomer, 1997; Gonzalez-Stagnaro and Madrid-Bury, 2004; Lickliter, 1985, 1984; Poindron et al., 2007b; Ramírez et al., 1995).

### **2.3.2.-Conductas al parto.**

Es común observar que la hembra rasque el piso o la cama con las patas delanteras, y a medida que se aproxime el parto, se echará y levantará con más continuidad con signos de pujo. En las primeras etapas de trabajo de parto las contracciones son intermitentes y después el intervalo de contracciones disminuye notablemente de 14 min. a 2 s (Collias, 1956; Poindron et al., 1998). Todas las hembras se recuestan al menos en una parte del proceso, suelen parir echadas en posición latero ventral con el cuello levantado. Generalmente en cuando se encuentran en esta posición las hembras muestran mayor esfuerzo para expulsar a la cría. Además, la mayor parte de los partos en las cabras domésticas se llevan a cabo entre las 11:00 y las 16:00 h (Collias, 1956; Lickliter, 1985, 1984; Sampson et al., 2012).

Cuando se rompe la bolsa, la hembra puede ingerir fluido amniótico del suelo, las patas delanteras de la cría suelen ser visibles de 3 a 38 minutos (media 12 minutos) antes de terminar el parto. Las crías suelen tener una presentación de vista anterior, longitudinal, en posición dorso-sacra, con la cabeza apoyada en las patas delanteras extendida. Inmediatamente después del parto, la cabra lamerá al cabrito para limpiar las membranas que se encuentran sobre él y el fluido amniótico, permitiendo un contacto estrecho madre-cría, asimismo esta conducta sirve para estimularlo (Collias, 1956; Lickliter, 1985; Ramírez et al., 1998).

El parto es corto y el cabrito es expulsado entre 30 min y las 4h después de las primeras contracciones. El intervalo entre el nacimiento de gemelos (entre el primero y el segundo nacido) oscilan entre 2 a 42 min, pero en general es menor a 10 minutos. La mayor parte de este tiempo del parto abarca la salida de la cabeza y los hombros a través del canal de parto, en este momento se presentan las contracciones más intensas llegándose a observar que los miembros pelvianos de la hembra llegan a levantarse de 15 a 20 cm del suelo (Collias, 1956; Lickliter, 1985).

La hembra puede llegar a comerse la placenta, la cual suele ser arrojada entre media hora y cuatro horas después del parto. La cabra puede dar un “llamado de parto” que consiste en un balido corto de tono bajo dirigido hacia su cría o en respuesta al llamado de cualquier cría (O'Brien, 1983, 1984).

### **2.3.3.-Conductas postparto.**

Inmediatamente después del parto, la hembra se pone de pie (permite la ruptura del cordón umbilical) y empezar a lamer y empujando con fuerza el recién nacido. Inicialmente lamen la cabeza y el cuello, y posteriormente cubre todo el cuerpo. Una vez expulsada la cría la hembra emite balidos bajos (boca cerrada) como respuesta a las vocalizaciones de la cría. Se ha observado que las cabras que tienen partos múltiples, muestran una preferencia en limpiar más frecuentemente a los machos que a las hembras y que posiblemente esta preferencia está controlada por factores olfatorios, pues en cabras anósmicas dicha preferencia no fue observada (Collias, 1956; Serafin et al., 2003).

Las crías resoplan, estornudan y mueven la cabeza en cuestión de segundos después de su expulsión del canal del parto. Estos comportamientos aparentemente sirven para expulsar los fluidos pulmonares y para despejar la garganta y fosas nasales. Durante estos movimientos iniciales, las madres y las crías inician una serie de intercambios vocales, que continua durante los primeros 20 a 30 minutos después del parto. Estos intercambios vocales por lo general son muy frecuentes durante los primeros 30 minutos después del nacimiento, y continúan de forma intermitente durante los próximos 4 a 6 h (Briefer and McElligott, 2011; Collias, 1956; Sambraus and Wittmann, 1989; Terrazas et al., 2003).

Se ha determinado que se requiere de un contacto constante sin interrupciones entre la cabra y su cría, con muchos lamidos y olfateos, para la formación de un lazo de unión temprano (Bordi et al., 1994; Ramírez-Vera et al., 2012; Romeyer and Poindron, 1992).

Durante los 60 a 90 minutos después del parto los cuidados son continuos, y después se presenta de forma intermitente durante las próximas 2 a 4 horas. Las crías tratan de

levantarse a los 15 minutos después del nacimiento y logran ponerse de pie a los 25 min. En cuanto se ponen de pie, empiezan a buscar la ubre y por lo general esta búsqueda empieza erróneamente en las patas delanteras y posteriormente logra localizar la ubre. Los movimientos de succión se hace con el hocico elevado y el cuello arqueado y las madres los ayudan adoptando una posición de cuclillas y las crías dirigen las patas traseras dirigidas hacia la cabeza de la madre lo que permite el aseo de la región ano-genital de la cría. En promedio el amamantamiento se lleva a cabo a los 49 minutos después del nacimiento. Las primeras 12 horas después del parto parecen ser las más activas para las crías y durante los siguientes 2 a 7 días, las crías parecen estar en un sueño profundo la mayor parte del ciclo de 24 horas o pasará la mayor parte de su tiempo con sus hermanos o con otras crías de la misma edad. En cuanto a las madres pueden permanecer vigilando a sus crías un promedio de 18 horas después del parto, después de los cuales la cría permanece escondida y sólo tendrá contacto con la madre durante los periodos de amamantamiento (Allan et al., 1991; Bordi et al., 1994; Delgadillo et al., 1997; Hernandez et al., 2002; Lickliter, 1987, 1985, 1984; Ramírez et al., 1996).

La salida de la placenta se produce a menos de 3 h después del parto (media 1 h 42 min.), y es acompañado o no por poca contracción abdominal. Además, se puede observar o no la conducta de placentofagia, pues en un estudio realizado por Lickliter (1985) se observó sólo un 38% de incidencia de esta conducta.

Los cabritos buscan sitios en los que permanecen escondidos, por largo tiempo hasta que la madre regresa a alimentarlos de ahí que esta especie sea considerada de tipo escondidizo (Briefer and McElligott, 2011). Al regresar del pastoreo, las cabras emiten un llamado y el cabrito sale a mamar inmediatamente. En el encuentro la madre trompea la zona perianal de la cría. Se ha observado que durante los periodos de amamantamiento más intensos los movimientos de la cola de los cabritos corresponden con la frecuencia de succiones. Primero es el cabrito quien toma la iniciativa del inicio del amamantamiento y también decide el momento en el que termina, pero después es la madre es la que decide si le permite el acceso a la ubre o no por lo que es de vital importancia el contacto previo entre la madre y su cría (Lickliter, 1985, 1984; Ramírez et al., 1995). Por la noche, la cabra

no se separa de su cría, durante este periodo si la madre da la llamada de alarma el cabrito se deja caer y se queda quieto. Si el cabrito da la llamada de alarma la cabra inmediatamente viene a protegerlo. Esto pone énfasis en la importancia de un lazo de unión fuerte entre la madre y la cría para su supervivencia (O'Brien, 1984).

Gubernick (1980) demostró la importancia del reconocimiento temprano de las crías propias y el rechazo de las extrañas y lo llamo “etiquetado materno”, este autor sugirió que el lamido inicial de la cría no sólo va dirigido a la estimulación de la respiración y la limpieza de la misma, sino que también la etiqueta para poder reconocerla posteriormente. Una conducta que se toma en cuenta para saber qué tan maternal es la hembra es el amamantamiento. La respuesta inicial de los cabritos es buscar una superficie ventral sin pelo. Cuando la encuentra, comienza a realizar movimientos de succión. Para que se desencadene la conducta materna es necesario la acción conjunta de varios mecanismos sensoriales y neurobiológicos (Numan et al., 2006).

#### **2.4.- RECONOCIMIENTO MUTUO MADRE-CRIA**

En la capacidad de las madres y las crías para reconocerse mutuamente, participan la mayoría de las señales sensoriales como el olfato, vista y oído. Como ya se mencionó anteriormente, los pequeños rumiantes desarrollan un vínculo exclusivo con su camada, pues sólo a ella permitirá el acceso a la ubre y dicho vínculo está mediado por las modalidades sensoriales antes mencionadas (Gonzalez-Mariscal and Poindron, 2002; Poindron et al., 2007a; Poindron et al., 2007b). Estas capacidades han sido estudiadas principalmente en ovejas y cabras (Nowak and Lindsay, 1992; Poindron et al., 2007a; Poindron et al., 2003b; Shillito-Walser, 1980; Shillito and Alexander, 1975; Terrazas et al., 2003). En el caso de la madre caprina el reconocimiento de su cría se puede dar a distancia con sólo la ayuda de señales visuales y auditivas (Poindron et al., 2003b; Terrazas et al., 2003).

#### **2.4.1.-Reconocimiento a corta distancia (olfativo).**

El olfato es un sentido que se encuentra involucrado en el control de la reproducción pues eventos como el comportamiento sexual y algunas respuestas hormonales son mediados por el olfato. Además también participa en la regulación de conductas que ayudan a la crianza de la progenie (Hernandez et al., 2002; Lévy et al., 2004). El elemento esencial y característico es el establecimiento del vínculo selectivo, así la madre sólo aceptará a las crías con las que ha tenido contacto desde el nacimiento, y rechazará a cualquier cría ajena que intente amamantarse. Se ha reportado que en el establecimiento de este vínculo participan primeramente las señales olfativas que la hembra capta de la cría (Bouissou, 1968; Poindron, 1976; Romeyer et al., 1994a). Las señales olfativas inhibe la conducta maternal en hembras no gestantes, pero al parto, la hembra entra en un estado de alta sensibilidad a dichas señales provenientes de la cría, que se convierten en factores determinantes para cambiar a un estado de completa atención a su cría (Lévy et al., 2004). En la gestación y el parto existe un estado alto de plasticidad del sistema olfativo que puede facilitar el aprendizaje olfativo maternal (Shingo et al., 2003). Los olores de las crías proporcionan una base para el reconocimiento individual por sus madres. La percepción del olor de las crías también regula diferentes aspectos de la conducta maternal. Se ha demostrado que el Dodecil propionato, un compuesto liberado por las glándulas prepuciales de las crías, influye en el comportamiento de lamer la región ano genital, un patrón fundamental de la conducta maternal en los roedores (Lévy et al., 2004).

#### **2.4.2.-Reconocimiento a distancia (no olfativo).**

En este tipo de reconocimiento la madre utiliza el sentido de la vista y el oído. En lo visual son muy importantes las características de la cabeza de la cría en las ovejas para discriminar entre la cría propia y la extraña o también cambios drásticos en todo el cuerpo (Alexander and Shillito, 1977). De este modo, si la señales visuales están ausentes la hembra puede discriminar utilizando señales acústicas (vocalizaciones) emitidas por sus crías (Poindron and Carrick, 1976). Este tipo de reconocimiento se da a menos de 24h

postparto e incluso pueden reconocer a las crías a los dos días mediante las vocalizaciones, mediante una “firma acústica” (Poindron et al., 2003a; Terrazas et al., 2003).

#### **2.4.3.-Capacidad del cabrito de reconocer a su madre.**

Para que el cuidado materno se presente es necesario el reconocimiento individual. Se pensaba que los cabritos podían discriminar entre su madre y una ajena hasta los 4 días después del nacimiento (Lickliter and Heron, 1984). Sin embargo, en estudios recientes se ha demostrado que ya son capaces de hacerlo desde las 12 horas de edad, y lo realizan a través de la capacidad de discriminar entre las conductas de rechazo y aceptación entre la madre ajena y su madre respectivamente (Addae et al., 2000; Awotwi et al., 2000; Poindron et al., 2007c). Lo cual ya había sido previamente demostrado en corderos (Nowak et al., 1987; Terrazas et al., 2002). Las crías de 2 a 4 meses de edad utilizan el color del pelaje para identificar a su madre de otra extraña (Ruiz-Miranda, 1992; Ruiz-Miranda, 1993).

### **2.5.- CONTROL ENDÓCRINO DEL PARTO**

La fisiología de la última etapa de la gestación y el parto que incluye la alteración en los niveles plasmáticos de diversas hormonas. El tema se ha investigado y descrito en varias especies. Sin embargo, los cambios endocrinos alrededor del parto en cabras todavía no está claro, ya que la mayor parte de los estudios se han realizado en ovejas.

En la cabra, como en la oveja, el mecanismo del parto esta probablemente activado por un aumento de cortisol (Bassett and Thorburn, 1969) debido a un aumento de la capacidad de respuesta suprarrenal fetal a la adrenocorticotropina (Ford et al., 1998). Un día antes del parto, las concentraciones de cortisol materno en la cabra tienden a aumentar. Los valores altos de cortisol en el parto puede ser resultado de la tensión y dolor que acompañan a este evento y parece estar correlacionado con la creciente necesidad de los glucocorticoides para acelerar el crecimiento mamario e iniciar la lactancia (Kitts, 1985). La síntesis de progesterona por la placenta es re-direccionada hacia la producción de estrógeno, lo que lleva a un aumento en el nivel de esta hormona (Ford et al., 1998).

El aumento progresivo de  $17\beta$ -estradiol detectado de 3-4 días antes del parto (Currie et al., 1988) estimula la producción uterina de prostaglandina  $F2\alpha$  ( $PGF2\ \alpha$ ; (Ford et al., 1998), cuyas concentraciones aumentan 24 h antes del parto (Umo et al., 1976).

En ovinos, se han valorado esas mismas hormonas sobre su papel en el control de la conducta materna. La caída oportuna de Progesterona y el incremento súbito de Estradiol permite sensibilizar a la madre para que muestre mejor conducta materna, además de la estimulación cérvico - vaginal mencionada anteriormente.

## **2.6.- FACTORES FISIOLÓGICOS ASOCIADOS AL DESARROLLO DE LA PLACENTA EN PEQUEÑOS RUMIANTES**

Una característica peculiar del desarrollo temprano de los mamíferos es el aporte de nutrimentos del organismo materno a través de la placenta. La placenta es una fusión de las membranas fetales al endometrio para permitir el intercambio fisiológico entre el feto y la madre. La placenta difiere de otros órganos en muchos aspectos. Se origina como resultado de diversos grados de interacciones materno-fetales y se comunica con el embrión por medio de un cordón de vasos sanguíneos. Sus funciones y tamaño cambian continuamente durante la preñez y finalmente es expulsada. Para el feto, la placenta combina en un órgano muchas actividades funcionales que son independientes en un adulto (Lawn et al., 1969).

### **2.6.1.-Desarrollo placentario.**

**Membranas fetales.** La morfogénesis de la placenta al inicio de la gestación está muy relacionada con las membranas extraembrionarias o fetales que se diferencian en el saco vitelino, amnios, alantoides y el corión. Las membranas fetales participan en la formación de la placenta, ya sea por separado o en ciertas combinaciones y dan origen a tres tipos básicos de placentación que difieren en la identidad de las membranas fetales implicadas: coriónica, corioalantoidea y vitelina. Entre estos tipos, la placentación corioalantoidea derivada de la fusión del alantoides con el corión, es característica de los animales domésticos. El abundante aporte de sangre en el alantoides entra en estrecha aposición con

las arterias y venas umbilicales localizadas en el tejido conectivo entre el alantoides y el corion (Benirschke, 1983; Dent, 1973).

***Vellosidades coriónicas.*** Una característica de la placenta corioalantoidea es la superficie de unión materno-fetal muy aumentada, ya sea por la formación de vellosidades coriónicas que sobresalen hacia las criptas uterinas o por la formación de laberintos coriónicos. Tales vellosidades consisten en conos mesenquimatosos vasculares rodeados por células trofoblásticas cuboides y binucleadas gigantes, que penetran directamente en el endometrio o simplemente se interdigitan con los pliegues vasculares de la superficie endometrial (como en los animales domésticos). Las funciones de las vellosidades es llevar los vasos fetales (alantoicos) a la proximidad de los vasos sanguíneos maternos (Benirschke, 1983; Lawn et al., 1969).

#### **2.6.2.- Clasificación de la placenta corioalantoidea.**

La placenta corioalantoidea puede clasificarse de acuerdo a su anatomía macroscópica de la barrera materno-fetal y a la pérdida de tejido materno durante el nacimiento (Benirschke, 1983).

***Anatomía macroscópica.*** La forma definitiva de la placenta es determinada por la distribución de las vellosidades en la superficie coriónica. En rumiantes, los cotiledones fetales se fusionan con carúnculas o proyecciones especializadas de la mucosa uterina para formar placentomas o unidades funcionales. Las carúnculas son convexas en la vaca y cóncavas en la oveja y la cabra.

En las ovejas, se distribuyen uniformemente entre 90 y 100 placentomas entre los cuernos gestantes y no gestantes. Durante la preñez, estos placentomas aumentan varias veces su diámetro original. Normalmente el corioalantoides se extiende hacia el cuerno no grávido, pero el grado en que sus carúnculas se hipertrofian suele ser menor que en el cuerno grávido (Benirschke, 1983; Lawn et al., 1969).

**Estructura microscópica.** La clasificación de la placenta por su estructura microscópica se basa en los tejidos maternos y fetales que están realmente en contacto. La estructura básica comprende por el lado de la madre, vasos sanguíneos, tejido conectivo y epitelio, y por el lado del feto, epitelio coriónico tejido conectivo y vasos sanguíneos. Si bien todas las capas se conservan en las placentas epiteliocoriales (yegua y cerda), el corion descansa sobre el epitelio uterino intacto; en las sinepiteliocoriales (rumiantes) falta una parte del epitelio uterino de forma tal que el corion está en contacto con el tejido conectivo del útero (Benirschke, 1983; Lawn et al., 1969).

Investigaciones con microscopía electrónica de la placenta de rumiantes han demostrado que las células binucleadas coriónicas fetales (BC) emigran para formar un sincitio en la unión del tejido materno y fetal. Por lo tanto, estos autores han clasificado nuevamente la placenta de rumiantes, de “epiteliocorial” a “sinepiteliocorial”. El prefijo “sin” se refiere a la presencia de sincitio derivado de las células binucleadas, y “epiteliocorial” representa las zonas grandes de aposición sencilla de los tejidos maternos (Benirschke, 1983; Lawn et al., 1969).

**Tejido que se pierde en el parto.** Las especies de mamíferos también pueden clasificarse en deciduas y no deciduas. En el primer tipo, el epitelio materno se pierde junto con las membranas fetales en el parto. Este se limita a la placenta hemocorial (mujer). El tipo no deciduo es característico de los animales domésticos. El término “barrera placentaria” indica una barrera física entre las circulaciones fetal y materna. Su grosor puede variar de tres a seis células (Benirschke, 1983).

### **2.6.3.- Circulación placentaria.**

En la placenta hay dos circulaciones paralelas a la fetal y la materna, pero en los animales domésticos las sangres no se mezclan en las placentas epiteliocoriales.

El suministro de sangre materna a la placenta se deriva de las arterias y venas uterinas. Las arterias umbilicales llevan sangre del feto a la placenta, y las venas umbilicales la llevan de la placenta al feto. Se han propuesto diversos modelos teóricos para explicar la dirección del flujo sanguíneo materno y fetal en la placenta. En canales vasculares maternos

y fetales adyacentes, dicho flujo puede ser a contracorriente, concurrente, transversal (por vellosidades múltiples) o por acumulación. En este último caso, la sangre materna entra en un gran espacio en el cual está expuesta a los capilares fetales (Benirschke, 1983).

#### **2.6.4.- Funciones placentarias.**

La placenta realiza muchas funciones y sustituye al tubo digestivo, los pulmones, los riñones, el hígado y las glándulas endócrinas del feto. Además, separa los organismos materno y fetal, asegurando por tanto, el desarrollo independiente del feto. La sangre del feto y la de la madre nunca entran en contacto directo, aunque las dos circulaciones están lo suficientemente cerca en la unión del corion y endometrio para que pasen oxígeno y nutrientes de la sangre materna a la fetal, y los productos de desecho en la dirección opuesta (Barry and Anthony, 2008; Benirschke, 1983).

**Gases.** Existen muchas similitudes entre el intercambio de gases a través de la placenta y el que ocurre a través de los pulmones. Sin embargo, la principal diferencia consiste en que en la placenta actúa un sistema líquido-líquido, mientras que en los pulmones se trata de un sistema gas-líquido. Las arterias umbilicales llevan sangre no oxigenada del feto a la placenta, mientras que las venas umbilicales llevan sangre oxigenada a la dirección opuesta.

El dióxido de carbono se difunde libremente de la circulación fetal a la materna, lo cual es facilitado por ciertos mecanismos fisiológicos. Por ejemplo, la sangre fetal tiene menor afinidad por el CO<sub>2</sub> que la materna durante la transferencia placentaria de oxígeno. Esto favorece la difusión del CO<sub>2</sub> de la sangre fetal a la materna (Benirschke, 1983).

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

A través de la placenta se transportan ácidos grasos libres (FFA) por difusión simple, pero no se transfieren proteínas como tales (Barry and Anthony, 2008; Benirschke, 1983).

Las vitaminas hidrosolubles (A y B) cruzan la barrera placentaria con mayor facilidad que las liposolubles (A, D, E), y los polipéptidos lo hacen lentamente. Es probable que la insulina también cruce con lentitud y en cantidades insignificantes. El cortisol pasa de la madre al feto en muchas especies, pero no en cabras ni ovejas. Esteroides no conjugados, P<sub>4</sub> y estrógenos cruzan la barrera placentaria fácilmente (Hafez and Hafez, 2002).

***Unidad fetoplacentaria.*** La placenta es un órgano endócrino transitorio como el cuerpo lúteo. Secreta hormonas tróficas y esteroideas que son liberadas en las circulaciones fetal y materna. El concepto de unidad fetoplacentaria fue propuesto para explicar los diversos mecanismos por los cuales se producen grandes cantidades de progesterona y estrógenos durante la gestación. Tanto la placenta como el feto carecen de ciertas funciones enzimáticas esenciales para la esteroidogénesis, pero las enzimas ausentes en la primera se hallan en el feto, y viceversa. Por tanto, mediante integración sucesiva de las funciones esteroidogénicas fetales y placentarias, la unidad feto-placentaria puede elaborar la mayor parte de los esteroides con actividad hormonal.

Algunas especies (oveja y yegua), pero no otras (vaca, cabra y cerda) sintetizar cantidades suficientes de progesterona para mantener la preñez utilizando acetato y colesterol provenientes de la circulación materna. Durante la segunda mitad de la gestación se producen grandes cantidades de estrógenos placentarios, en la yegua, vaca, cerda y oveja. La placenta depende del cortisol fetal para inducir la actividad de la enzima placentaria 17  $\alpha$ -hidroxilasa y, de este modo, sintetizar estrógenos a partir de progesterona (Barry and Anthony, 2008; Benirschke, 1983).

El lactógeno placentario (PL), también llamado somatotropina coriónica, es una hormona peptídica de la preñez presente en muchas especies de mamíferos, y de la cual se informan efectos tróficos y tipo hormona del crecimiento tanto en la madre como en el feto (Barry and Anthony, 2008; Benirschke, 1983).

### 2.6.5.- Factores hormonales.

La placenta, al actuar como un órgano endócrino, forma diferentes hormonas, que guardan similitud con hormonas hipofisarias y también hormonas similares a las hormonas hipotalámicas; además, de producir las hormonas esteroideas 17- $\beta$  estradiol, estradiol y progesterona (Benirschke, 1983; Wooding et al., 1996).

Las hormonas similares a las hormonas hipofisarias son:

- Gonadotropina coriónica humana (hCG)
- Somatomamotrofina coriónica humana (hCS o hPL)
- Hormona de crecimiento coriónica humana (hCGH)
- Tirotropina coriónica humana (hCT) (Barry and Anthony, 2008; Benirschke, 1983).

Las hormonas similares a los hipotalámicas son:

- Hormona liberadora de gonadotropina coriónica (hCGnRH)
- Hormona liberadora de corticotropina coriónica (hCCRH)
- Hormona liberadora de tirotropina coriónica (hCTRH)
- Somatostatina (Barry and Anthony, 2008; Benirschke, 1983).

También elabora péptidos, como:

- Factores de crecimiento: factor de crecimiento similar a insulina (IGF-I), factor de crecimiento epidermal (EGF).
- Inhibinas
- Activinas
- Citoquinas (Benirschke, 1983; Hafez and Hafez, 2002).

La decidua elabora las siguientes hormonas: prolactina, relaxina, prostaglandinas e integrinas.

El flujo de nutrientes a la placenta es el principal determinante del crecimiento fetal. Esta función clave de la placenta depende de varios factores que promueven el crecimiento o la supresión de los genes impresos, incluyendo el factor de crecimiento asociado a la insulina [IGF] genes eje, que regulan la transferencia de nutrientes a través de la placenta (Benirschke, 1983; Kumar et al., 2012).

En ambas circulaciones materna y fetal, la concentración de hormonas cambia en respuesta a cambios en el medio ambiente y hay adaptaciones en la eficiencia de la

placenta, como la manipulación de la ingesta de la dieta materna, el flujo de sangre del útero y la hipoxemia. En el feto, las condiciones medioambientales favorables para el crecimiento del feto aumentan las concentraciones de hormonas anabólicas, como la insulina, factores de crecimiento (IGF) y las hormonas tiroideas y concentraciones más bajas de hormonas catabólicas, como el cortisol y las catecolaminas (Fowden and Forhead, 2004). Por el contrario, las condiciones adversas que limitan el crecimiento fetal tienden a elevar el catabolismo en la madre, manipulaciones en la dieta y otros factores que alteran la eficiencia de la placenta normalmente afectan las concentraciones de los glucocorticoides, el IGF-I, la leptina y la insulina (Fernandez-Twinn et al., 2003; Jansson et al., 2006.; Lesage et al., 2002; Sugden et al., 2001). Estos cambios endócrinos maternos y fetales actúan como señales de la disponibilidad de nutrientes, de la tasa de crecimiento fetal y la tasa de suministro de nutrientes (Fowden and Forhead, 2004; Fowden et al., 2009). De las hormonas que regulan el desarrollo en el útero, los glucocorticoides y los IGFs son los más propensos a estar involucrados en la modificación del fenotipo de la placenta ya que responden a todos los cambios naturales y los inducidos experimentalmente que alteran la eficacia de la placenta (Fowden et al., 2009).

#### **2.6.6.- Factores nutricionales.**

El desarrollo del individuo depende de manera directa, de las condiciones nutricionales durante la gestación y periodo postnatal ya que la baja o deficiente calidad de la dieta en estas etapas críticas del desarrollo infantil puede provocar alteraciones tanto en la organización del sistema nervioso como en la constitución de diversos órganos, que pueden persistir hasta la edad adulta. De no cumplirse con esta regla básica, el organismo desarrolla “ajustes” que le permitan continuar, por algún tiempo, en un estado de equilibrio tanto funcional, metabólico como conductual (Parra-Gómez et al., 2003).

Una forma de evaluar cómo se desarrolló el individuo durante la gestación, es considerar la nutrición materna durante el embarazo y el peso al nacimiento del individuo. Si bien es cierto, que el desarrollo del feto tiene determinantes genéticos, el crecimiento fetal muestra fuerte relación con una amplia variedad de factores epigenéticos dependientes del estado nutricional. Éstos incluyen pobre dieta materna, escasas reservas nutricionales en

la madre, inadecuado flujo sanguíneo uterino incluyendo defectos en la permeabilidad de nutrientes a través de la placenta, y la influencia hormonal materna. Así, la talla y el peso al nacimiento reflejan la trayectoria y condición del crecimiento fetal. Lo anterior encuentra apoyo en diversas investigaciones con modelos animales en donde la dieta materna desbalanceada durante periodos tempranos de la gestación provoca bajo peso de la camada al nacimiento, mientras la desnutrición en periodos tardíos de la gestación provoca efectos en la proporción corporal y poco efecto sobre el peso al nacimiento de las crías (Godfrey and Barker, 2000).

### **2.6.7.-Factores de la madre y la cría.**

Se ha demostrado que la transformación es parte de un proceso cíclico que incluye la eliminación y reparación del epitelio de la madre. Se presenta evidencia de que la reparación se lleva a cabo por la división de la capa basal de células que persisten a lo largo del ciclo.

La gestación resulta en un cambio en el número y la función de las células inmunes en el útero que potencialmente afecta a la supervivencia del feto en el útero y los mecanismos de defensa después del parto. Estos cambios son provocados por señales locales del embrión, así como por cambios hormonales mediados por la placenta o el sistema de la madre. En las ovejas, por ejemplo, los macrófagos se acumulan en el endometrio uterino durante la gestación (Tekin and Hansen, 2004). La acumulación de macrófagos se debe a las señales sistémicas y las señales de producción local. Las células T Gamma-delta también se acumulan en el epitelio uterino durante el embarazo como resultado de identificar las señales sistémicas (Lee et al., 1992; Majewski et al., 2001). Estas células pueden participar en el crecimiento del embrión, la inmunosupresión, o desprendimiento de la placenta en el parto. Uno de los principales reguladores de la función inmune del útero es la progesterona.

Se han hecho observaciones sobre la distribución de la ovulación entre los dos ovarios, la distribución de los fetos entre los dos cuernos uterinos, el número total de cotiledones, y los pesos y los números de los cotiledones fetales por cada feto. De esto se concluyó que mientras que las ovulaciones se distribuyen al azar entre los ovarios derecho e izquierdo. El

número medio de cotiledones fetales por feto depende del tamaño de la camada y la distribución. El peso total de los cotiledones por feto disminuyó en un 12% por cada incremento de uno en el número de fetos. Se sugiere que la presencia de algunos corderos muy pequeños en grandes camadas no debe atribuirse a la desnutrición materna al final del embarazo (Rhind et al., 1980).

### **2.6.8.-El tamaño de la camada afecta el desarrollo de la placenta**

El mayor determinante del desarrollo fetal y del peso que presenta el cordero al nacimiento está dado por el tamaño de la placenta. Si durante la gestación se impone una leve restricción alimenticia el cordero será normal, pero más pequeño, presentará una baja reserva de energía y puede ser prematuro. Si la restricción alimenticia es más severa, habrá un aporte de oxígeno y de nutrientes menores, lo que producirá un cordero pequeño, débil y que nacerá en forma prematura. Si la placenta es muy pequeña, el feto puede morir y ser un cordero muerto al nacimiento. Por lo tanto hay dos factores que pueden modificar el tamaño de la placenta: El tamaño de la camada y la alimentación de la oveja gestante (Fowden et al., 2009). Dwyer *et al.* (1992) realizaron estudios en cobayos y descubrieron que la disminución en un 40% en la alimentación producía una disminución del 32% en el peso del feto y del 38% en el peso de la placenta, esto es, que la disminución de la eficiencia de la placenta se correlaciona con una disminución del peso del feto.

La placenta es una parte del feto en desarrollo y cuando existen dos fetos hay dos placentas. El número de carúnculas es limitado, cerca de 100-120 al final de la gestación, de modo que cuando hay más de un feto, el número de carúnculas por feto se reduce. El tamaño de cada placenta en este caso es menor y la capacidad de transferir nutrientes de la madre a la cría se ve reducida. Esto determina que los mellizos sean de menor tamaño que los únicos y los mellizos de mayor tamaño que los triples (Quesada et al., 2002; Robinson et al., 1977). Al principio de la gestación, los fetos de gestaciones simples y dobles tienen un peso parecido pero a partir del tercer mes de la gestación las diferencias de crecimiento entre ambos tipos de fetos comienzan a ser marcadas (Robinson et al., 1977). Los corderos provenientes de partos simples también presentan una mayor tasa de crecimiento pre y

posdestete con respecto a aquellos provenientes de partos gemelares (Dimsoski et al., 1999; Gonzalez-Mariscal and Poindron, 2002; González et al., 2002).

## **2.7.-FACTORES FISIOLÓGICOS ASOCIADOS A LA PLACENTOFAGIA.**

Placentofagia se refiere a la ingestión de cualquiera de los componentes de la placenta alrededor del parto y ocurre en casi en todos los mamíferos, como por ejemplo los roedores, lagomorfos, ungulados, y algunos simios (Gregg and Wynne-Edwards, 2005; Kristal and Noonan, 1979; Lévy et al., 1983; Melo and Gonzalez-Mariscal, 2003; Turner et al., 2010; Virga and Houpt, 2001). No se ha observado en la mayoría de los humanos, algunos mamíferos marinos como los cetáceos y los camélidos (Kristal, 1980; Young and Benyshek, 2010). Existen pocos estudios relacionados en específico con la placentofagia, generalmente es un dato extra del que se hace mención, pero aun así, existen trabajos que tratan de definir qué beneficios tiene para los mamíferos esta conducta (Kristal, 2009; Kristal, 1991, 1980). Han surgido varias ideas que tratan de resolver esta pregunta, algunas de ellas son las siguientes: la madre lo realiza en un afán por mantener el área de parto limpia, para evitar que el olor de la placenta atraiga a los depredadores, para reponer alguna pérdida nutricional resultado de los gastos metabólicos durante la gestación, para ingerir algunas hormonas presentes en la placenta, por hambre, e incluso que la hembra presenta una etapa temporal de voracidad carnívora (Kristal, 1980). Se considera que esta conducta puede ser evolutivamente benéfica para el animal, dado que ha permanecido por mucho tiempo. En los animales en que la conducta ocurre, por lo general se hace que la placenta le resulta atractiva a la madre ya sea debido a una deficiencia nutricional o a algún cambio fisiológico que debería ser compensado; además aumentaría las probabilidades de sobrevivir al disminuir los olores que podrían atraer a los depredadores.

Se ha reportado que el consumo de la placenta facilita el inicio de la conducta materna en las hembras. En ratas hembras adultas gestantes y no gestantes, se ha observado que la placenta, el líquido amniótico resultan muy atractivos para la madre, de tal forma que las hembras interactúan antes con las crías cubiertas de placenta que con las limpias; los estímulos emitidos por las crías (olores, sonidos, señales térmicas y táctiles) durante esta

limpieza, facilitan el inicio de la conducta materna y de la relación madre cría (Kristal, 2009; Kristal et al., 1981; Steuer et al., 1987).

Este proceso de aprendizaje de señales que emite la cría resulta en la activación de neuronas en la madre. Estos mecanismos en la madre se activan durante la gestación y en el periodo alrededor del parto para que se facilite la sensibilización de la madre y así el inicio de la conducta materna sea en menor tiempo (Kristal, 2009; Poindron, 2005; Poindron et al., 2007a; Poindron et al., 2007b).

Algunos de estos mecanismos son:

- El efecto en el cerebro del aumento de estrógenos, acompañado de la disminución de la progesterona.
- El efecto en el cerebro de la estimulación mecánica al útero y el cérvix durante el parto.
- Liberación de oxitocina directamente en el hipotálamo.
- Liberación de opioides endógenos en partes específicas del cerebro.
- El atractivo del material placentario en la superficie de la cría. (Kristal, 2009).

Hallazgos en algunas investigaciones indican que el parto es acompañado por un aumento en los opioides endógenos y por un aumento en el umbral del dolor de la madre llamada Hipoalgesia. Esta hipoalgesia sólo es una disminución del dolor, pues no lo elimina por completo. Además, esta hipoalgesia aumenta por la ingestión de la placenta (Kristal, 1991; Kristal et al., 1985). Al estudiar el mecanismo que producen aumento en los opioides al consumir la placenta, se encontró, en el año de 1988 una sustancia llamada POEF. Esta no se encuentra en todos los tejidos, actúa a través de receptores vagales, potencializando el efecto analgésico de opioides endógenos que comienza al final de la gestación y que dura hasta el parto. La explicación para esto es que el líquido amniótico y la placenta contienen una sustancia que facilita la actividad opioide, lo que hace más potentes los opioides endógenos, al aumentar la acción de receptores de opioides. Además, esta analgesia natural no afecta la capacidad de cuidado de las crías (Kristal et al., 1988; Tarapacki et al., 1995).

### **III.-OBJETIVO GENERAL**

Determinar la incidencia y caracterizar el comportamiento de ingestión de la placenta en cabras multíparas, su relación con el etograma materno y de la cría durante las primeras 3 horas postparto y, con las concentraciones circulantes de progesterona, estradiol y cortisol durante ese periodo.

### **IV.- OBJETIVOS PARTICULARES**

- 1.- Evaluar si la vitalidad de la cría y su comportamiento durante el periodo sensible para la afiliación madre-cría están relacionados con la ingestión de la placenta por parte de la madre.
- 2.- Evaluar la relación entre la expresión de conductas maternas, durante el periodo sensible, para la afiliación madre-cría y, la ingestión de la placenta por parte de la madre.
- 3.- Evaluar si existe una relación entre las concentraciones circulantes de progesterona, estradiol y cortisol, durante el postparto temprano con la ingestión de la placenta en cabras.

## **V.- JUSTIFICACIÓN**

Se conoce que dentro del etograma de la conducta materna está presente la ingestión de la placenta, sin embargo se sabe muy poco de su relación con las conductas de la madre, su ambiente endócrino, y por lo tanto con la sobrevivencia del cabrito.

El desarrollo de una buena conducta materna es esencial para la sobrevivencia de la cría. Existen diversos factores que pueden afectar el desarrollo de una buena conducta materna, y a través de esto comprometen la sobrevivencia de la cría. Evidencias en especies de laboratorio indican una posible relación entre ingestión de placenta y desarrollo de comportamiento materno, aspecto que es de interés explorar en cabras. El efecto de ingestión de placenta sobre comportamiento materno podría estar mediado por cambios en los perfiles circulantes de hormonas relacionadas con el desarrollo de este comportamiento.

## **VI.- HIPÓTESIS**

El comportamiento de ingestión de la placenta se presenta con alta incidencia en cabras y se relaciona con la expresión del comportamiento materno y de la cría durante el periodo sensible para afiliación, además de influenciar las concentraciones circulantes de estradiol, progesterona y cortisol.

## VII.- MATERIALES Y MÉTODOS

### *Nota ética*

El presente proyecto fue revisado y aprobado por el Subcomité Institucional para el Cuidado de Animales en Experimentación (SICUAE) del programa de Posgrado en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal y de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

El presente trabajo se realizó en dos fases experimentales debido a razones logísticas relacionadas con la disponibilidad de animales, así como con el control de los factores inherentes al mismo trabajo.

### *EXPERIMENTO 1*

#### *Animales y condiciones de alojamiento*

Se utilizaron 10 cabras multíparas de la raza Alpino Francés, bajo condiciones de estabulación. Los animales pertenecían al módulo caprino del Centro de Enseñanza Agropecuaria, de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Dichos animales permanecieron todo el tiempo en estabulación, y fueron alimentados adecuadamente para cubrir sus requerimientos nutricionales de acuerdo al NRC (2007). Su dieta incluyó silo de maíz, heno de avena, alfalfa henificada y concentrado comercial. El agua se proveyó a libre acceso durante todo el estudio.

#### *Manejo reproductivo*

Con el objetivo de concentrar los partos en una sola semana, la actividad sexual de las cabras fue sincronizada mediante la aplicación de tratamiento hormona, según el proceso descrito por Terrazas *et al.*, (2009).

#### *Proceso experimental*

Una vez que una cabra presentaba signos de parto (aislamiento de sus congéneres, rascar el piso, defender el lugar elegido para el parto, vocalizar y exposición de bolsa

amniótica), en el lugar elegido por ella, se le delimitó una zona de 2 x 2 metros cuadrados dentro del mismo corral.

### **Registro conductual**

#### *Observación durante las primeras 3 horas postparto.*

Una vez que la madre había expulsado la mitad del cuerpo del cabrito iniciaba una filmación. El proceso de filmación fue el siguiente: se grabó de manera continua durante 3 horas después del parto, evaluando a partir de esto el comportamiento de la madre y la cría durante el periodo.

Las conductas que se analizaron fueron las siguientes:

#### *En la madre*

- Limpieza de la cría (latencia, frecuencia y duración).
- Amamantamiento (latencia, frecuencia y duración).
- Consumo de membranas amnióticas no adheridas a la cría (latencia, frecuencia y duración).
- Consumo de placenta fetal (latencia, frecuencia y duración).
- Adicionalmente se registró la latencia para expulsión de la placenta.

#### *En la cría*

- Incorporarse (latencia)
- Alcance de la ubre (latencia)
- Búsqueda de la ubre (latencia, frecuencia y duración)

Latencia se refiere al tiempo transcurrido entre el inicio del parto y el inicio del comportamiento; Frecuencia se refiere al número de veces en que se repitió el comportamiento durante la observación; Duración se refiere al tiempo desde que inició y terminó en dicho evento.

Una vez terminado el periodo de filmación se proporcionó agua y alimento a la madre y se le permitió permanecer ahí con su cría hasta las 4 horas postparto.

*Prueba de selectividad de la madre a las 4 horas postparto.*

Esta prueba se realizó en el mismo corral en el que se encontraba la hembra parida, a las 4 horas postparto. Dicha prueba permitió medir el nivel de rechazo o aceptación hacia su cría y hacia una ajena de edad similar. La prueba se hizo en dos periodos de 5 min cada uno, en el primer periodo se probó la madre en presencia de una cría ajena y en el segundo periodo en presencia de la cría propia. El orden de presentación de las crías se realizó de manera aleatoria.

Las conductas registradas en la madre fueron:

- Números de balidos bajos de la madre: Número de veces que la madre emitió vocalizaciones con la boca cerrada.
- Número de balidos altos de la madre: Número de veces que la madre emitió vocalizaciones con la boca abierta.
- Tiempo con cercanía de la cría a la zona inguinal: Tiempo total que la madre permitió el acercamiento del cabrito a la ubre o a la zona inguinal por más de 5 segundos seguidos.
- Número de rechazos de la cría para acercarse a la ubre: Número de veces que la madre evitó que el cabrito se acercará a la zona inguinal o cerca de la ubre.
- Número de aceptaciones de la cría para acercarse a la ubre: Número de veces que la madre permitió a la cría el acercamiento a la ubre por un periodo mayor a 5 segundos continuos.
- Número de agresiones: Número de veces que la madre dirigió golpes, amenazas o mordidas hacia el cabrito durante la prueba.

Una vez finalizada la prueba de selectividad, tanto la madre, como las crías, fueron liberadas y reunidas en un corral con otras hembras paridas.

Toda los videos obtenidos de las filmaciones fue analizada con la ayuda del programa The Observer Video-Pro XT (Noldus- Netherland).

### **Variables fisiológicas**

Aproximadamente a las 3 horas postparto se registró el peso (báscula digital) y la temperatura rectal de los cabritos (termómetro digital) como indicadores de su vitalidad (Vince, 1984). Lo anterior, para determinar si estaban o no asociados con la calidad del comportamiento materno y/o con el consumo de la placenta por parte de la madre (Vince, 1984).

#### ***EXPERIMENTO 2***

##### ***Animales y condiciones de alojamiento***

Se utilizaron 12 cabras multíparas de la raza Alpino Francés, bajo las mismas condiciones que el experimento 1. Los animales pertenecían igualmente al módulo de la FESC, y sus condiciones de alimentación y alojamiento fueron similares a las de primer experimento.

##### ***Manejo reproductivo***

Este procedimiento fue similar al descrito para el Experimento 1.

##### ***Proceso experimental***

Una vez que una cabra presentaba signos de parto, en el lugar elegido por ella, se le delimitó una zona de 2 x 2 metros cuadrados dentro del mismo corral, en un proceso similar al descrito en el primer experimento.

### **Registro conductual**

#### ***Observación durante las primeras 3 horas postparto.***

Una vez que la madre había expulsado la mitad del cuerpo del cabrito iniciaba una filmación con la técnica de registro por intervalos. El proceso de filmación fue el siguiente: se grabó de manera continua durante 30 minutos postparto, pero si en el periodo ocurría el

nacimiento de otra cría, la filmación se extendía otros 30 minutos posteriores a la última cría nacida. Posteriormente se hicieron 5 periodos de filmación de 10 minutos continuos, intercalados con periodos de no filmación de 20 minutos. De esta manera se pudo evaluar el comportamiento de la madre y la cría durante las primeras 3 horas postparto (Dwyer *et al.*, 2003). Las conductas analizadas a partir de las filmaciones para madres y crías fueron las mismas que en el Experimento 1.

#### *Prueba de selectividad a las 4 h postparto*

Se hizo una prueba de selectividad similar a la descrita en el experimento 1 y se registraron las mismas conductas.

#### **Variables fisiológicas**

##### *Concentraciones plasmáticas de progesterona, cortisol y estradiol.*

Alternativamente a los registros conductuales, se tomaron muestras de sangre de 5 ml a las madres, de la vena yugular en tubos al vacío provistos con anticoagulante. La primera muestra de sangre se tomó al momento del parto (cuando era visible la mitad de la cría), y después cada 30 minutos hasta las 3 horas postparto. Posteriormente las muestras de sangre se colectaron cada hora hasta las 6 horas postparto, durante los periodos de descanso de la filmación, y después diariamente hasta el día 6 postparto.

Todas las muestras fueron centrifugadas a 3500 r.p.m. a una temperatura de 4 °C y una vez separado el plasma se conservó a -20 ° C hasta su análisis en el laboratorio.

Las concentraciones plasmáticas de progesterona fueron determinadas en un solo ensayo por RIA de fase sólida (Coat-A-Count progesterone kit, Siemens, Los Angeles, CA, USA). El coeficiente de variación intra-ensayo fue de 1.04% y la sensibilidad del ensayo de 0.02 ng/ml. El estradiol fue medido por una técnica de electroinmunoensayo (ELISA) tipo competitivo, utilizando una placa Nunc maxisorp recubierta con anticuerpo policlonal de estradiol (R4972; 1: 5000, C. Munro, University of California, Davis). La curva estándar con un rango de 0.25-1000 pg/ml. La absorbancia fue medida a 410 nm sobre un

espectrofotómetro (Dynatech Laboratories MRX). Los resultados se calcularon en pg/pozo. La sensibilidad del ensayo fue de 0.36 pg/pozo con un coeficiente de variación intra ensayo e inter ensayo de 4.66% y 6.30% respectivamente. El cortisol fue medido por una técnica de electroinmunoensayo (ELISA) tipo competitivo, utilizando una placa Nunc maxisorp con anticuerpo policlonal de cortisol (R4866; 1:10 000 C.Munro, University of California, Davis). Con curva estándar en un rango de 0.05-10 pg/pozo. La absorbancia fue medida a 410 nm en un espectrofotómetro (Dynatech Laboratories MRX). Los resultados se calcularon en pg/pozo. La sensibilidad del ensayo fue de 0.14 pg/pozo con un coeficiente de variación intraensayo e interensayo fue de 4.82% y 8.68% respectivamente.

#### *Temperatura corporal y peso de las crías*

Aproximadamente a los 30 minutos y a las 3 horas postparto, se le registró a cada cabrito, su temperatura corporal vía transrectal, con un termómetro digital. Además de lo anterior, se pesó a las crías a las 3 horas de nacidos con ayuda de una báscula digital.

#### *Análisis estadístico*

Para comparar las distintas variables de respuesta conductual entre grupos como variables independientes se utilizó una prueba de U de Mann Whitney, y para comparar las distintas variables de respuesta dentro del mismo grupo entre dos situaciones de prueba como variables dependientes se utilizó la prueba de Wilcoxon.

Para evaluar la proporción de hembras que ingirieron o no la placenta en ambos grupos se utilizó una prueba Chi cuadrada de Pearson.

Para conocer el coeficiente de correlación que describe el grado en el cual dos medidas o variables de la misma naturaleza, dentro de las conductas registradas durante las primeras 3 h postparto, estaban asociadas o variaban entre sí, por ejemplo la frecuencia de consumo de placenta con la frecuencia de intentar levantarse se utilizó una prueba de correlación de Pearson.

Para comparar las distintas variables no conductuales, como el peso al nacimiento, temperatura rectal y niveles de hormonas, entre el grupo que si consumió la placenta contra

el que no, se utilizó una prueba de t de Student, así como un ANOVA para un diseño de medidas repetidas.

El nivel de significancia fue de una  $P \leq 0.05$  y se consideró para este trabajo una tendencia a diferir con un nivel de  $P \geq 0.06$  a  $P \leq 0.1$ .

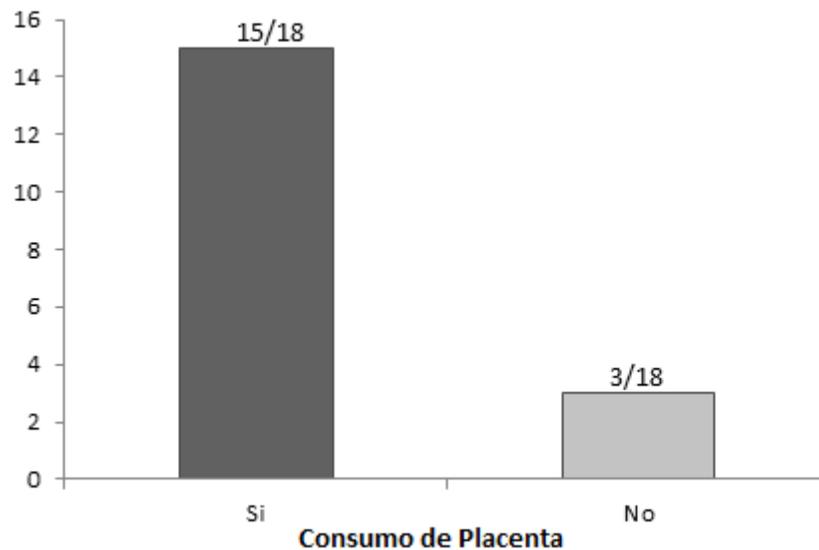
Los datos fueron analizados con ayuda del programa SYSTAT versión 13.0

### III. RESULTADOS

Los datos correspondientes al número de cabras que ingirieron o no la placenta y a la prueba de selectividad se analizaron en conjunto para ambos experimentos debido a que fueron realizados bajo las mismas condiciones experimentales.

#### a).- Caracterización de la conducta de consumo de la placenta

Al unir los datos de los dos experimentos se encontró que 15 de 18 cabras multíparas mantenidas en estabulación, consumieron la placenta.



**Figura 1.-** Proporción total de cabras que consumieron o no la placenta de los dos experimentos.

Se encontró que las cabras comenzaban a comer la placenta a los  $91.45 \pm 11.6$  min. En promedio (latencia para inicio del comportamiento). La frecuencia promedio de esta conducta en un periodo de 30 minutos fue de  $5.45 \pm 2.5$  veces. Mientras que el tiempo total utilizado para ingerir la placenta en el periodo de filmación fue de  $8.34 \pm 4.5$  min.

**b).- Consumo de la placenta y su relación con el establecimiento de la selectividad materna.**

*Efecto de la ingesta de placenta (Tabla 1)*

Aquellas cabras que sí consumieron la placenta emitieron mayor cantidad balidos bajos en presencia de la cría propia, que las hembras que no consumieron la placenta ( $P=0.011$ ). Asimismo, se encontró una tendencia a que las cabras que si consumieron placenta emitieran más balidos bajos en presencia de cría ajena, que las cabras que no consumieron la placenta ( $P=0.1$ ).

Por otro lado, las cabras que no consumieron la placenta emitieron más balidos altos que las que si consumieron placenta y lo hicieron tanto en presencia de la cría propia ( $P=0.05$ ), como tendieron a hacerlo con la cría ajena ( $P=0.09$ ). Además, las hembras que si consumieron la placenta tendieron a rechazar menos a la ubre a la cría ajena ( $P=0.07$ ), que las cabras que no consumieron la placenta.

Finalmente, las cabras que no consumieron placenta tendieron a hacer más aceptaciones a la ubre a la cría ajena, que las que sí consumieron la placenta ( $P=0.06$ ). En las demás conductas no existieron diferencias significativas, ni tendencias entre los dos grupos de cabras.

*Comparación dentro de grupo (Tabla 1)*

Hembras que sí consumieron placenta.

Estas hembras emitieron más balidos bajos en presencia de la cría ajena, que de la propia ( $P=0.02$ ), y tendieron a emitir más balidos altos en presencia de la cría ajena ( $P=0.1$ ). La duración total cerca de la zona inguinal de la madre fue mayor para el cordero propio, que para el ajeno ( $P=0.018$ ). Sin embargo, sólo hubo una tendencia a rechazar más a la ubre al cordero ajeno que al propio ( $P=0.10$ ), mientras que la frecuencia a permitir acercarse a la ubre fue mayor para la cría propia que para la ajena ( $P=0.008$ ). Finalmente la frecuencia de agresiones, fueron mayores para la cría ajena que para la propia ( $P=0.048$ ).

### Hembras que no consumieron la placenta.

Se encontró una tendencia a que estas hembras emitieran más balidos bajos y altos en presencia de la cría ajena que de la propia, ( $P=0.068$ ,  $P=0.18$ ). Así mismo, se encontró una tendencia a que las cabras permitieran más aceptaciones a la ubre al cordero propio que al ajeno ( $P=0.18$ ). No se encontraron diferencias en la frecuencia de rechazos a la ubre entre la cría propia y la ajena, ni en la frecuencia de agresiones.

**Tabla 1.** Conductas (media  $\pm$ e.e.) registradas en las cabras durante la prueba de selectividad a las 4 horas postparto, divididas en aquellas que consumieron o no la placenta.

	Si Consumidoras de placenta (n=15)		No Consumidoras de placenta (n=3)	
	Cría propia	Cría ajena	Cría propia	Cría ajena
<b>Balidos Bajos</b>	32 $\pm$ 18.75 <sup>*a</sup>	49.38 $\pm$ 11.46 <sup>b</sup>	3.5 $\pm$ 1.19 <sup>*</sup>	25 $\pm$ 12.43
<b>Balidos Altos</b>	0.15 $\pm$ 0.15 <sup>*</sup>	1.15 $\pm$ 0.51	13 $\pm$ 12.34 <sup>*</sup>	21.75 $\pm$ 12.73
<b>Duración amamantamiento (segundos)</b>	38.07 $\pm$ 14.73 <sup>a</sup>	2.69 $\pm$ 2.69 <sup>b</sup>	38.5 $\pm$ 20.6	3.25 $\pm$ 3.25
<b>Rechazos ubre</b>	0 $\pm$ 0	0.3 $\pm$ 0.17	0.75 $\pm$ 0.75	2 $\pm$ 1.15
<b>Aceptaciones a la ubre</b>	2.61 $\pm$ 0.86 <sup>a</sup>	0.07 $\pm$ 0.07 <sup>b</sup>	1.5 $\pm$ 0.64	0.5 $\pm$ 0.28
<b>Agresiones</b>	0.07 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>	1.15 $\pm$ 0.47 <sup>b</sup>	0	0

(\*) Indica diferencias significativas entre grupos. (<sup>a</sup>, <sup>b</sup>) Indica diferencias significativas dentro del mismo grupo.

### **c).- Relación del consumo de la placenta con variables conductuales y no conductuales durante las primeras 3 h postparto**

#### **EXPERIMENTO 1**

Relación de las conductas postparto en la madre y la cría con la placentofagia.

En total, se utilizaron los datos de las 6 hembras que consumieron la placenta para este análisis estadístico.

Se observó una tendencia de correlación positiva entre la latencia de consumo de la placenta y la latencia de limpieza de la segunda cría nacida ( $21.66 \pm 3.33$  s,  $r=0.97$ ,  $P=0.14$ ) y la latencia de limpieza de la segunda cría nacida ( $21.66 \pm 3.33$  segundos,  $r=0.97$ ,  $P=0.14$ ) y con la latencia de intentar levantarse de la primera cría nacida ( $433 \pm 187.74$  min,  $r=0.62$ ,  $P=0.18$ ).

Por otro lado, se encontró una tendencia de correlación positiva entre la frecuencia de consumo de placenta (número de veces que tiene lugar el evento) y la frecuencia de limpieza de la primera cría nacida ( $239.33 \pm 30.74$  número de veces en 3 h,  $r=0.62$ ,  $P=0.18$ ), mientras que la duración de consumo de placenta tendió a correlacionarse con la duración de la limpieza de la primera cría nacida ( $47.90 \pm 2.97$  min,  $r=0.71$ ,  $P=0.11$ ).

Se encontró una correlación positiva entre la frecuencia de consumo de placenta y la frecuencia de intentos de levantarse de la segunda cría nacida ( $15.66 \pm 6.69$ ,  $r=0.99$ ,  $P=0.02$ ). Además, se encontró una correlación positiva entre el tiempo de consumo de placenta y el tiempo de consumo de la membrana amniótica ( $37.50 \pm 22.52$  min,  $r=0.82$ ,  $P=0.04$ ).

Se encontró una correlación positiva entre la latencia de consumo de la placenta con la latencia de búsqueda de la ubre de la segunda cría nacida ( $28.16 \pm 5.05$  min,  $r=1$ ,  $P=0.01$ ), además se observó una correlación positiva entre la latencia del consumo de la placenta y la latencia de amamantamiento de la primera cría nacida ( $102.9 \pm 27.66$  min,  $r=0.83$ ,  $P=0.03$ ).

Asimismo se encontró una correlación positiva entre la frecuencia de consumo de placenta y la frecuencia de búsqueda de la ubre de la primera cría nacida ( $44.33 \pm 14.12$ ,  $r=0.87$ ,  $P=0.02$ ).

Mientras que una tendencia de correlación negativa se observó entre la latencia de consumo de la placenta y la latencia de consumo de la membrana amniótica ( $42.25 \pm 30.10$  minutos,  $r= -0.66$ ,  $P=0.15$ ).

En el resto de las conductas analizadas no se observaron correlaciones significativas.

*Relación del consumo de la placenta con parámetros no conductuales en las crías (Tabla 2)*

El total de crías consideradas para el presente análisis fue de 8, provenientes de madres consumidoras de placenta.

Se encontró una tendencia negativa a correlacionar la latencia de consumo de placenta y el peso a las tres horas postparto ( $r=-0.70$ ,  $P=0.07$ ) y tendencia de correlación negativa entre la latencia de consumo de placenta y latencia para inicio de amamantamiento ( $r=-0.59$ ,  $P=0.16$ ).

No se encontraron diferencias al analizar la correlación con las variables restantes.

**Tabla 2.** Relación del consumo de la placenta con parámetros no conductuales en las crías del experimento 1.

PARAMETROS	Media $\pm$ e.e	LATENCIA CONSUMO DE PLACENTA		FRECUENCIA CONSUMO PLACENTA		DURACIÓN CONSUMO PLACENTA	
		Valor r	Valor p	Valor r	Valor p	Valor r	Valor p
<b>Peso (kg) 3 h postparto</b>	3.73 $\pm$ 0.38	0.70	0.07	-0.24	0.6	0.48	0.27
<b>Peso día 1</b>	4.13 $\pm$ 0.5	0.06	0.89	0.08	0.85	0.21	0.64
<b>Peso día 2</b>	3.85 $\pm$ 0.58	-0.40	0.36	0.33	0.47	-0.51	0.23
<b>Peso día 3</b>	4.18 $\pm$ 0.29	-0.13	0.77	0.03	0.93	-0.12	0.79
<b>Peso día 4</b>	4.19 $\pm$ 0.56	-0.22	0.63	0.21	0.64	-0.44	0.32
<b>Peso día 5</b>	4.35 $\pm$ 0.61	-0.24	0.59	0.18	0.69	-0.45	0.31
<b>Peso día 6</b>	4.55 $\pm$ 0.65	-0.16	0.72	0.17	0.71	-0.43	0.33
<b>Peso día 7</b>	4.65 $\pm$ 0.71	-0.05	0.91	0.15	0.73	-0.26	0.57

## EXPERIMENTO 2

### *Relación del consumo de la placenta con conductas postparto de la madre*

El análisis se realizó con los resultados de 9 hembras que consumieron la placenta.

La frecuencia de consumo de placenta tendió a correlacionarse positivamente con la frecuencia de limpieza de la segunda cría nacida ( $85.44 \pm 3.8$  veces en 3 h,  $r=0.51$ ,  $P=0.1$ ).

Además, se encontró una tendencia de correlación positiva entre la latencia del consumo de la placenta con otras conductas emitidas por la madre hacia la segunda cría nacida como la latencia de la limpieza, la latencia de búsqueda de la ubre y la latencia de ponerse de pie ( $77.2 \pm 22.9$  minutos,  $r=0.47$ ,  $P=0.13$ ;  $24.28 \pm 5.67$  minutos,  $r=0.50$ ,  $P=0.13$ ;  $16.70 \pm 3.99$  minutos,  $r=0.51$ ,  $P=0.12$  respectivamente).

Los resultados a su vez indican una correlación positiva significativa entre la latencia del consumo de la placenta por parte de la madre y la latencia de intentar levantarse de la segunda cría nacida ( $134.1 \pm 28.6$  minutos,  $r=0.71$ ,  $P=0.01$ ).

Por otro lado, al correlacionar la latencia de consumo de la placenta con la latencia de intentar levantarse de la tercer cría nacida y la latencia de ponerse de pie de la primera y tercera cría nacida se encontró una tendencia de correlación negativa ( $152 \pm 18$  minutos,  $r=-0.96$ ,  $P=0.16$ ;  $16.58 \pm 1.78$  minutos,  $r=-0.45$ ,  $P=0.1$ ;  $11.1 \pm 1.48$  minutos,  $r=-0.97$ ,  $P=0.13$  respectivamente).

De igual forma se observó una tendencia de correlación positiva entre la frecuencia de consumo de placenta con la frecuencia de intentos de levantarse de la segunda cría nacida ( $15.12 \pm 9.93$  veces en 3h,  $r=0.46$ ,  $P=0.14$ ).

En el resto de las conductas analizadas no se observaron correlaciones significativas.

### *2.- Relación del consumo de la placenta con parámetros no conductuales en las crías (Tabla3).*

Con respecto a los parámetros no conductuales referentes a los cabritos sólo se encontró una tendencia de correlación negativa entre la duración del consumo de la placenta con el peso al día 5 después del nacimiento ( $r=-0.32$ ,  $P=0.12$ ).

No se encontraron diferencias significativas al correlacionar las otras conductas restantes (Tabla 3).

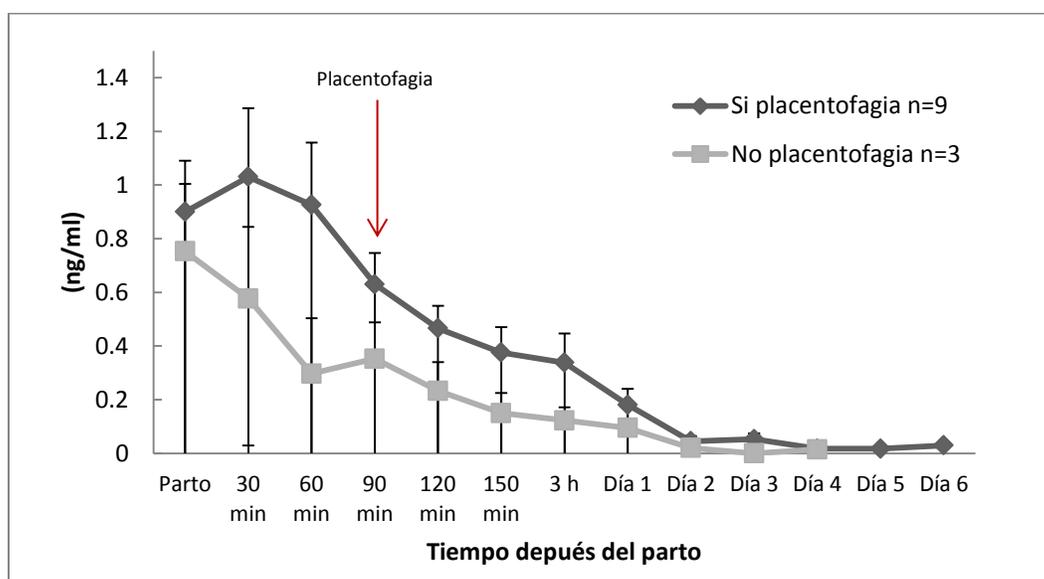
**Tabla 3.** Relación del consumo de la placenta con parámetros no conductuales en las crías del experimento 2.

PARAMETROS	Media $\pm$ e.e	LATENCIA CONSUMO DE PLACENTA		FRECUENCIA CONSUMO PLACENTA		DURACIÓN CONSUMO PLACENTA	
		Valor r	Valor p	Valor r	Valor p	Valor r	Valor p
<b>Temperatura (°C) 30 min.</b>	38.46 $\pm$ 0.82	0.29	0.2	-0.23	0.3	-0.21	0.34
<b>Temperatura (°C) 3 h postparto</b>	36.25 $\pm$ 0.89	0.23	0.27	-0.15	0.47		
<b>Peso (kg) 3 horas postparto</b>	3.29 $\pm$ 0.64	0.003	0.99	0.03	0.86	0.005	0.98
<b>Peso día 1</b>	3.45 $\pm$ 0.65	0.07	0.75	-0.04	0.84	0.002	0.99
<b>Peso día 2</b>	3.5 $\pm$ 0.75	0.26	0.21	0.001	0.99	-0.18	0.38
<b>Peso día 3</b>	3.64 $\pm$ 0.79	0.19	0.37	-0.03	0.89	-0.14	0.49
<b>Peso día 4</b>	3.83 $\pm$ 0.81	0.15	0.47	0.03	0.86	-0.18	0.38
<b>Peso día 5</b>	3.98 $\pm$ 0.76	0.22	0.29	0.02	0.92	-0.32	0.12
<b>Peso día 6</b>	4.14 $\pm$ 0.9	0.06	0.77	0.19	0.41	-0.22	0.36
<b>Peso día 7</b>	4.88 $\pm$ 0.79	-0.26	0.52	0.29	0.48	-0.16	0.69

**d).- Relación del consumo de la placenta sobre los niveles plasmáticos de las hormonas esteroideas durante los primeros 6 días postparto.**

*Niveles plasmáticos de progesterona dentro de las primeras 3 horas postparto y del día 1 al 6 postparto (Figura 2)*

Se encontró una tendencia ( $P=0.10$ ) a que las cabras que consumieron la placenta tuvieran mayores concentraciones plasmáticas de progesterona que las que no lo hicieron. Los valores plasmáticos de dicha hormona se vieron influenciadas por el tiempo después del parto ( $P<0.001$ ) con una disminución gradual a medida que avanzaba el postparto tanto en cabras que consumieron la placenta como en aquellas que no lo hicieron. La interacción tiempo postparto y consumo de placenta no afectó esta variable ( $P=0.89$ ).



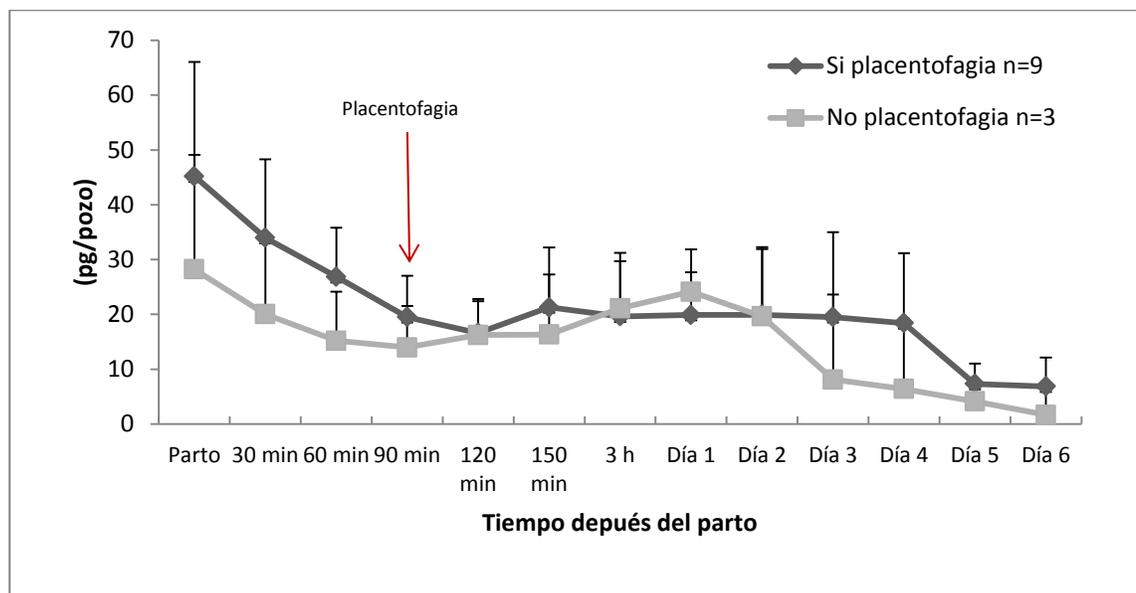
**Figura 2.-** Niveles plasmáticos de progesterona (media  $\pm$  e.e.) en cabras que consumieron o no la placenta. Los valores son desde el momento del parto hasta el día 6 postparto.

*Niveles plasmáticos de estradiol dentro de las primeras 3 horas postparto y del día 1 al 6 postparto (Figura 3)*

Las concentraciones plasmáticas de estradiol durante las primeras tres horas postparto no se afectaron por el consumo de la placenta ( $P=0.54$ ). Sin embargo si fueron afectados

por el tiempo de muestreo ( $P=0.001$ ). No existió un efecto de la interacción tiempo de muestreo por consumo de placenta en las concentraciones plasmáticas de esta hormona ( $P=0.89$ ).

No se encontró efecto del consumo de placenta sobre los niveles plasmáticos de estradiol de los días 1 al 6 postparto ( $P=0.7$ ). Tampoco se observó efecto del tiempo postparto, ni de la interacción tiempo y consumo de placenta ( $P>0.05$ ).

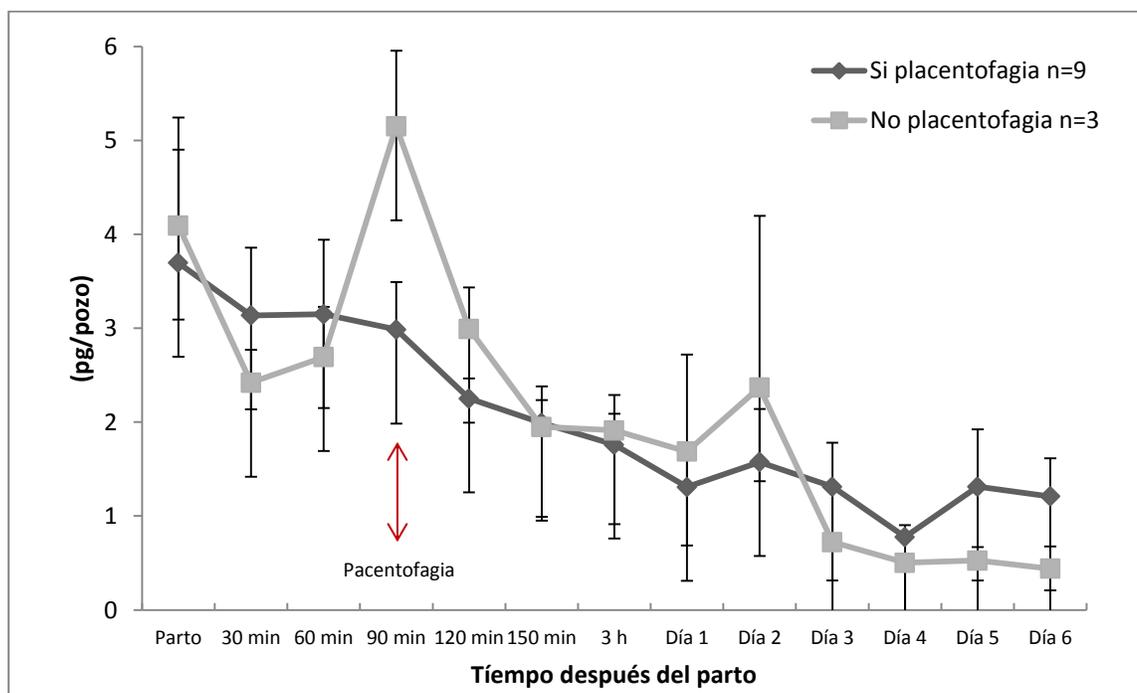


**Figura 3.-** Niveles plasmáticos de estradiol (media  $\pm$  e.e.) en cabras que consumieron o no la placenta. Los valores son desde el momento del parto hasta el día 6 postparto.

*Niveles plasmáticos de cortisol dentro de las primeras 3 horas postparto y del día 1 al 6 postparto (Figura 4)*

Las concentraciones plasmáticas de cortisol durante las primeras 3 horas desde el parto, no se vieron afectados por el consumo de la placenta ( $P=0.9$ ). A medida que avanzó el tiempo postparto hubo un descenso significativo de esta hormona en todas las cabras ( $P=0.009$ , Figura 4). La interacción tiempo postparto con el consumo de placenta no afectó las concentraciones plasmáticas de cortisol en las ( $P=0.54$ ).

A partir del día 1 al día 6 sólo se observó una tendencia a que los niveles de cortisol fueron afectados por el tiempo postparto ( $P=0.1$ ), mientras que no hubo efecto de consumo de la placenta por las cabras, ni de la interacción tiempo y consumo de placenta ( $P>0.05$ ).



**Figura 4.-** Niveles plasmáticos de cortisol (media  $\pm$  e.e.) en cabras que consumieron o no la placenta. Los valores son desde el momento del parto hasta los 6 días posteriores.

## VIII.-DISCUSIÓN

Nuestras hipótesis de que la mayoría de las cabras postparturientas consumen la placenta ha sido parcialmente confirmados (debido al limitado número de animales) con los resultados del presente trabajo, ya que se encontró que la mayoría (15/18, 83.3%) de las cabras probadas bajo un sistema de estabulación, con genotipo lechero y con experiencia materna previa, de manera espontánea consumieron la placenta una vez que la expulsaron. Estos resultados son similares a los obtenidos en un estudio preliminar realizado en cabras por Cortez (2010) en donde el 86% de las hembras consumieron la placenta, así como a lo reportado en conejas donde las hembras consumieron la placenta y las membrana amniótica con una incidencia que fue desde 67 hasta 100 % durante las primeras 8 horas después del parto cuando se les ofreció placenta de otras hembras (Melo and Gonzalez-Mariscal, 2003). Sin embargo, contrastan con los reportados por González-Stagnaro y Madrid-Bury (2004) quienes mencionan a la placentofagia como una actividad poco común en los caprinos (17.1% en hembras multíparas), esta diferencia tan notable con nuestros resultados podrían deberse a que los animales utilizados por este autor se encontraban en pastoreo mientras que los animales utilizados en el presente estudio se encontraban en estabulación. La discrepancia de nuestros resultados con las mencionadas fuentes citadas, hacen evidente la necesidad de incrementar los estudios al respecto con la finalidad de crear una base sólida de información sobre dicho comportamiento en los caprinos, así como su función.

Se ha aceptado que las hembras se sienten muy atraídas hacia la ingesta de membranas fetales y líquido amniótico y que esto están relacionado con una buena atención materna, pero no se ha considerado si el consumo de placenta también podría intervenir (Dwyer, 2008; Numan et al., 2006; Otal et al., 2009; Poindron et al., 2007b). Ello ocurre especialmente en especies con crías precoces en las que se requiere del establecimiento del vínculo materno-filial, en un periodo corto desde el parto, lo que permite mejorar la atención de la cría y garantizar la sobrevivencia de la progenie (Poindron et al., 2010).

En el presente trabajo al evaluar, si el comportamiento de la cría y de la cabra, durante las primeras horas postparto, estaba relacionado o no con la incidencia del consumo de placenta, se encontró que la placentofagia si parece tener relación con la presencia o despliegue previo de algunas conductas. Ya que en el experimento 1 se observó que las

cabras que tenían partos múltiples y que sus segundas crías habían iniciado más rápido la búsqueda a la ubre, también fueron aquellas hembras que habían iniciado más rápido el consumo de su placenta. Mientras que aquellas cabras cuyas primeras crías nacidas realizaron más frecuentemente búsquedas de la ubre y tardaron menos tiempo en iniciar su amamantamiento, también fueron aquellas hembras que habían iniciado más rápido su consumo de placenta y que lo hicieron con mayor frecuencia. El análisis de correlación también sugiere que entre mayores frecuencias de ingerir la placenta haga la hembra, sus crías presentan una mayor frecuencia de intentos de levantarse después del nacimiento, lo que está relacionado con que estas se encuentren más activas. Finalmente, en el experimento 1 del presente trabajo se observó que la duración del consumo de la placenta está asociada positivamente con la duración de consumo en las membranas amnióticas. De esta manera se observó también que las cabras que consumieron por más tiempo la placenta, también invirtieron mayor tiempo consumiendo membranas amnióticas. Situación que podría estar relacionada a la alta atracción que sienten las hembras hacia el líquido amniótico y membranas amnióticas presentes sobre la cría ya antes reportado, pues aquellas hembras que desde un inicio se sienten altamente atraídas, también podrían ser las que más probabilidades tienen de sentirse atraídas y consuman la placenta (Dwyer, 2008; Numan et al., 2006; Otal et al., 2009; Poindron et al., 2007a).

Por su parte los resultados obtenidos en el segundo experimento sugieren nuevamente que la ingesta de la placenta puede estar relacionada con el proceso de vinculación materno-filial, ya que nuevamente aquellas cabras que iniciaron más rápido la ingesta de la placenta, también tuvieron crías más activas en el caso de partos múltiples, ya que la segunda cría nacida inició más prontamente sus intentos por levantarse. Estos resultados en el segundo estudio sugieren que aquellas cabras que inician más rápido la ingesta de la placenta, también sus crías, en el caso de partos dobles, tenían latencias más cortas en toda la actividad que conlleva a levantarse, buscar la ubre y amamantarse. Finalmente en este segundo estudio se observó que las cabras que hicieron más sesiones de consumir la placenta, fueron también aquellas que tuvieron mayores episodios de limpiar a la cría, en partos múltiples.

Se ha demostrado que el líquido amniótico y las membranas con las cuales viene cubierto el cabrito al nacer son vehículos y señales de atracción para la madre. El objetivo

de ello sería que se facilite a la madre el aprendizaje del olor de la cría y se promueva la impronta adecuada durante el periodo sensible (Ramírez et al., 1996; Romeyer and Poindron, 1992; Romeyer et al., 1994b). Los presentes resultados pues, sugieren que las madres que ya muestran buenas atenciones maternas hacia su cría, se caracterizan como las que con mayor probabilidad, ingerirán la placenta.

Al comparar la relación de la placentofagia con el establecimiento de la selectividad materna se encontró que las cabras que sí consumieron la placenta emitieron más balidos maternos en presencia de la cría propia que las cabras que no consumieron su placenta. En contraste estas últimas cabras se encontraban más agitadas tanto en presencia de su propia cría, como con la ajena, pues emitieron más balidos de alta frecuencia. Así mismo las cabras, que no habían consumido la placenta, tendieron a mostrar más rechazos al amamantamiento de su cría, que las cabras que sí habían ingerido la placenta. Por su parte, las hembras que si consumieron la placenta se mostraron maternas hacia la cría propia emitiendo hacia esta más balidos bajos, siendo menos agresivas y permitiéndoles amamantarse por más tiempo. Sin embargo, es importante recalcar que son trabajos preliminares, que hace necesario su repetición en mejores condiciones ya que el tamaño de la muestra en este caso fue muy pequeño.

De manera muy general estos últimos resultados concuerdan con estudios anteriores que indica que la formación del vínculo materno-filial se establece dentro de las primeras 4 horas postparto (Poindron et al., 1998; Poindron et al., 2007a), y que tal parece que la ingesta de la placenta es un evento trascendente en el etograma materno de las cabras, ya que puede ser indicio o signo de un buen despliegue maternal y una buena afiliación con su cría como se sugiere para otras especies (Melo and Gonzalez-Mariscal, 2003). Lo que en consecuencia condicionará la sobrevivencia de ésta última.

Los resultados obtenidos en estos dos estudios en cabras, contrastan con lo observado con una especie filogenéticamente muy cercana, que son las vacas. En efecto, en estudios previos se encontró que en vacas lecheras multíparas la ingestión de la placenta no afectó ni el comportamiento de la cría, ni el de la madre hacía la cría en el periodo del periparto (Pinheiro Machado et al., 1997; Pinheiro, 1996). A pesar de que son especies muy cercanas y que paren crías altriciales, se ha observado que las vacas no establecen tan fuertemente un vínculo selectivo con su cría (von Keyserlingk and Weary, 2007), como es el caso de

cabras, lo que esta diferencia en el establecimiento del vinculo selectivo hace que sean diferentes en el proceso de afiliación y quizás en su etograma maternal. Sin embargo, en ese mismo estudio hecho en vacas se observó que aquellas hembras que habían consumido la placenta incrementaron su ingesta de alimento y producción de calostro (Pinheiro Machado et al., 1997; Pinheiro, 1996). Estos resultados en vacas pueden ser comparables con lo que se reporta en conejas, en donde la ingesta de placenta también mejora la producción de leche (Melo and Gonzalez-Mariscal, 2003).

Dentro de nuestra hipótesis también se considero que la ingestión de la placenta podría afectar los niveles plasmáticos de tres hormonas esteroideas, durante las primeras horas y días subsecuentes al parto. Esta hipotesis sólo se pudo comprobar con los datos del experimento 2 del presente trabajo y una vez más, los resultados encontrados solamente sugieren este efecto y requieren de ser comprobados en estudios con mayor numero de observaciones. De manera general se observó sólo una tendencia a que la progesterona tuviera mayores niveles plasmáticos en las cabras que si consumieron la placenta, que aquellas que no lo hicieron, durante las primeras 3 horas postparto.

Dentro del periodo de las primeras 3 h postparto, se encontró que tanto el estradiol como el cortisol no fueron afectados por la ingestión de la placenta, sólo por el tiempo después del cual había ocurrido el parto. Se puede observar que a partir de los 30 minutos postparto estas dos hormonas disminuyeron significativamente, lo mismo ocurrió con la progesterona.

En el periodo entre el día 1 al 6 del postparto a su vez se encontró que no hubo efectos al valorar si la ingesta o no de la placenta había tenido un efecto sobre las concentraciones plasmáticas de las hormonas evaluadas, las cuales disminuyeron gradualmente a través del tiempo.

Finalmente es necesario recalcar que para el caso de cortisol, este esta asociado, en el periodo postparto, con eventos de dolor en el animal, que podría a su vez asociarse a un estado de estrés. En nuestro caso se observa de manera gráfica que durante las primeras 3 h postparto los niveles de cortisol inician su caída más rápido (30 minutos), y siguen decreciendo de manera continua a partir de ahí, en las cabras que si consumieron la placenta, mientras en aquellas donde no lo hicieron, lo niveles de cortisol se mantienen ligeramente más altos y variables durante ese periodo. Pero no se observaron diferencias

significativas en los niveles de dicha hormona al comparara entre el grupo que si ingirió la placenta contra el que no lo hizo. Para el caso de vacas se demostró que la ingestión de la placenta no afectó las concentraciones plasmáticas de esta hormona dentro de las 6 horas postparto (Pinheiro, 1996).

## **X.-CONCLUSIONES**

- 1.- En el presente estudio, a pesar del limitado tamaño de la muestra es claro que la mayoría de las cabras multíparas (>50%), bajo las condiciones de estabulación y con genotipo lechero, ingieren la placenta.
  
- 2.- La ingestión de la placenta está relacionado con indicadores de un buen proceso de vinculación materno filial y se refleja en una alta actividad de amamantamiento en los cabritos y una adecuada y pronta limpieza de la cría por parte de la madre. De forma similar a lo observado en roedores.
  
- 3.- No se encontró diferencias significativas que indiquen una relación del consumo de la placenta con los niveles plasmáticos de hormonas esteroideas, pero es necesario profundizar estos resultados con futuros estudios.

## XI.-BIBLIOGRAFÍA

- Addae, P. C., E. K. Awotwi, K. Oppong-Anane, and E. O. K. Oddoye. 2000. Behavioural interactions between West African dwarf nanny goats and their single-born kids during the first 48 hours post-partum. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 67: 77-88.
- Alexander, G., and E. E. Shillito. 1977. Importance of visual clues from various body regions in maternal recognition of the young in Merino sheep (*Ovis aries*). *Applied Animal Ethology*. 3: 137-143.
- Allan, C. J., G. N. Hinch, and P. J. Holst. 1991. Behaviour of parturient australian bush goats. II. Spatial relationships and activity patterns. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 32: 65-74.
- Arbiza, A. S. I., and T. J. De Lucas. 2001. *La Leche Caprina y su Producción*. 1 ed. Editores mexicanos unidos, s.a., México.
- Aréchiga, C. F. et al. 2008. SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LA PRODUCCIÓN CAPRINA ANTE EL RETO DE LA GLOBALIZACIÓN. . *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 9: 1-14.
- Awotwi, E. K., K. Oppong-Anane, P. C. Addae, and E. O. K. Oddoye. 2000. Behavioural interactions between West African dwarf nanny goats and their twin-born kids during the first 48 h post-partum. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 68: 281-291.
- Barry, J. S., and R. V. Anthony. 2008. The pregnant sheep as a model for human pregnancy. *Theriogenology* 69: 55-67.
- Bassett, J. M., and D. G. Thorburn. 1969. Foetal plasma corticosteroids and the initiation of parturition in sheep. *Journal Endocrinology* 44: 285-286.
- Benirschke, K. 1983. Placentation. *Journal Experimental Zoology* 228: 385-389.
- Bordi, A. et al. 1994. Postpartum development of the mother-young relationship in goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 42: 145-152.
- Bouissou, M. F. 1968. Effet de l'ablation des bulbes olfactifs sur la reconnaissance du jeune par sa mère chez les Ovins. *Rev. Comp. Anim.* 2: 77-83.
- Briefer, E., and A. G. McElligott. 2011. Mutual mother-offspring vocal recognition in an ungulate hider species (*Capra hircus*). *Animal Cognition* 14: 585-598.
- Collias, N. E. 1956. The analysis of socialization in sheep and goats. *Ecology* 37: 228-239.
- Cortez Maya, R. C. 2010. Evaluación de la conducta materna en las primeras tres horas post parto en cabras desnutridas, (Estudio de la conducta de Placentofagia), Universidad Nacional Autónoma de México.
- Currie, W. B., R. C. Gorewit, and F. J. Michel. 1988. Endocrine changes, with special reference on estradiol 17-beta, prolactin and oxytocin before and during labour and delivery in goats. *Journal of Reproduction and Fertility* 82: 299-308.
- Das, N., and O. S. Tomer. 1997. Time pattern on parturition sequences in Beetal goats and crosses: comparison between primiparous and multiparous does. *Small Rum. Res.* 26: 157-161.
- Delgadillo, J. A., P. Poindron, D. Krehbiel, G. Duarte, and E. Rosales. 1997. Nursing, suckling and postpartum anoestrus of creole goats kidding in January in subtropical Mexico. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 55: 91-101.
- Dent, J. 1973. Ultrastructural changes in the intercotyledonary placenta of the goat during early pregnancy. *Journal Anatomy* 114: 245-259.

- Dimoski, P., J. J. Tosh, J. C. Clay, and K. M. Irvin. 1999. Influence of management system on litter size, lamb growth, and carcass characteristics in sheep. *Journal of Animal Science* 77: 1037-1043.
- DiPirro, J. M., and M. B. Kristal. 2004. Placenta ingestion by rats enhances delta- and kappa-opioid antinociception, but suppresses mu-opioid antinociception. *Brain Research* 16: 22-33.
- Dwyer, C. M. 2008. Individual variation in the expression of maternal behaviour: a review of the neuroendocrine mechanisms in the sheep. *Journal Neuroendocrinology* 20: 526-534.
- Fernandez-Twinn, D. S. et al. 2003. The maternal endocrine environment in the low-protein model of intra-uterine growth restriction. *Br J Nutr* 90: 815-822.
- Ford, M. M., I. R. Young, D. J. Caddy, and G. D. Thorburn. 1998. Fetal and maternal endocrine changes approaching parturition in the goat: lack of evidence for prostaglandins E2 and F2a as signals for luteolysis. *Biology of Reproduction* 58: 1065-1070.
- Fowden, A. L., and A. J. Forhead. 2004. Endocrine mechanisms of intrauterine programming. *Reproduction* 127: 515-526.
- Fowden, A. L., A. N. Sferruzzi-Perri, P. M. Coan, M. Constancia, and G. J. Burton. 2009. Placental efficiency and adaptation: endocrine regulation. *The Journal of Physiology* 587: 3459-3472.
- Godfrey, K. M., and D. J. Barker. 2000. Fetal nutrition and adult disease. *The American Journal of Clinical Nutrition* 71: 1344-1352.
- Gonzalez-Mariscal, G., and P. Poindron. 2002. Parental Care in Mammals: immediate internal and sensory factors of control. In: D. W. Pfaff, A. P. Arnold, A. M. Etgen, S. E. Fahrbach and R. T. Rubin (eds.) *Hormones, Brain and Behavior*. p 215-298. Academic Press, New York.
- Gonzalez-Stagnaro, C., and N. Madrid-Bury. 2004. Parturition in Native Goats. *Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad del Zulia*. 14: 124-132.
- González, C. A. 1977. El ganado caprino en México: distribución, utilización e importancia económica. Imernar, México.
- González, G. R., H. G. Torres, and Á. M. Castillo. 2002. Crecimiento de corderos Blackbelly entre el nacimiento y el peso final en el trópico húmedo de México. *Veterinaria México* 33: 443-453.
- Gregg, J. K., and K. E. Wynne-Edwards. 2005. Placentophagia in naive adults, new fathers, and new mothers in the biparental dwarf hamster, *Phodopus campbelli*. *Developmental Psychobiology*.: 179-188.
- Gubernick, D. J. 1980. Maternal "imprinting" or maternal "labelling" in goats. *Anim Behav* 28: 124-129.
- Guerrero, C. M. M. 2010. La caprinocultura en México: Una estrategia de desarrollo. *Revista Universitaria Digital de Ciencias Sociales* 1: 1-8.
- Hafez, E. S. E., and B. Hafez. 2002. *Reproducción e Inseminación Artificial en Animales*. 7 Edicion ed. McGrawHill.
- Hernandez, H. et al. 2002. Maternal olfaction differentially modulates oxytocin and prolactin release during suckling in goats. *Horm Behav* 42: 232-244.
- Herscher, L., M. A.U., and R. J.B. 1958. Effect of postpartum separation of mother and kid on maternal care in the domestic goat. *Science* 128: 1342-1343.
- Hinde, R. A. 1974. *Biological bases of human social behaviour*. McGraw-Hill

- Jansson, N. et al. 2006. Down-regulation of placental transport of amino acids precedes the development of intrauterine growth restriction in rats fed a low protein diet. *The Journal of Physiology*. 576: 935-946.
- Kendrick, K. M. et al. 1997. Neural control of maternal behaviour and olfactory recognition of offspring. *Brain Res Bull* 44: 383-395.
- Kendrick, K. M., and E. B. Keverne. 1991. Importance of progesterone and estrogen priming for the induction of maternal behavior by vaginocervical stimulation in sheep: effects of maternal experience. *Physiol Behav* 49: 745-750.
- Kitts, D. D. 1985. Periparturient endocrine changes and the initiation of lactation in ewes of diverse breeds. *Growth*. 49: 176-189.
- Krehbiel, D., P. Poindron, F. Lévy, and M. J. Prud'homme. 1987. Effects of peridural anesthesia on maternal behavior in primiparous and multiparous parturient ewes. *Physiol Behav* 40: 463-472.
- Kristal, B. M. 2009. *The Biopsychology of Maternal Behavior in Nonhuman Mammals*. Institute for Laboratory Animal Research 50.
- Kristal, M. B. 1980. Placentophagia: a biobehavioral enigma (or *De gustibus non disputandum est*). *Neurosci Biobehav Rev* 4: 141-150.
- Kristal, M. B. 1991. Enhancement of opioid-mediated analgesia: a solution to the enigma of placentophagia. *Neurosci Biobehav Rev* 15: 425-435.
- Kristal, M. B., P. Abbott, and A. C. Thompson. 1988. Dose-dependent enhancement of morphine-induced analgesia by ingestion of amniotic fluid and placenta. *Pharmacol Biochem Behav* 31: 351-356.
- Kristal, M. B., and M. Noonan. 1979. Perinatal maternal and neonatal behaviour in the captive reticulated giraffe. *South African Journal of Zoology* 14: 103-107.
- Kristal, M. B., J. A. Tarapacki, and D. Barton. 1990a. Amniotic fluid ingestion enhances opioid-mediated but not nonopioid-mediated analgesia. *Physiol Behav* 47: 79-81.
- Kristal, M. B., A. C. Thompson, and P. Abbott. 1986a. Ingestion of amniotic fluid enhances opiate analgesia in rats. *Physiol Behav* 38: 809-815.
- Kristal, M. B. et al. 1990b. Amniotic-fluid ingestion by parturient rats enhances pregnancy-mediated analgesia. *Life Sci* 46: 693-698.
- Kristal, M. B., A. C. Thompson, and H. L. Grishkat. 1985. Placenta ingestion enhances opiate analgesia in rats. *Physiol Behav* 35: 481-486.
- Kristal, M. B., A. C. Thompson, S. B. Heller, and B. R. Komisaruk. 1986b. Placenta ingestion enhances analgesia produced by vaginal/cervical stimulation in rats. *Physiol Behav* 36: 1017-1020.
- Kristal, M. B., J. F. Whitney, and L. C. Peters. 1981. Placenta on pup's skin accelerates onset of maternal behaviour in non-pregnant rats. *Anim Behav* 29: 81-85.
- Kumar, N., J. Leverence, D. Bick, and V. Sampath. 2012. Ontogeny of growth-regulating genes in the placenta. *Placenta* 33: 94-99.
- Lawn, A. M., A. D. Chiquoine, and E. C. Amoroso. 1969. The development of the placenta in the sheep and goat: an electron microscope study. *Journal Anatomy* 105: 557-578.
- Lee, C. S., E. Meeusen, K. Gogolin-Ewens, and M. R. Brandon. 1992. Quantitative and qualitative changes in the intraepithelial lymphocyte population in the uterus of nonpregnant and pregnant sheep. *American Journal of the Reproductive Immunology* 28: 90-96.

- Lesage, J. et al. 2002. Maternal undernutrition during late gestation-induced intrauterine growth restriction in the rat is associated with impaired placental GLUT3 expression, but does not correlate with endogenous corticosterone levels. *Journal Endocrinology* 174: 37-43.
- Lévy, F., and M. Keller. 2008. Neurobiology of maternal behavior in sheep. In: H. J. Brockmann, T. J. Roper and M. Naguib (eds.) *Adv. Study Behav.* No. 38. p 399-436.
- Lévy, F., M. Keller, and P. Poindron. 2004. Olfactory regulation of maternal behavior in mammals. *Hormones and Behavior*. 46: 284-302.
- Lévy, F., P. Poindron, and P. Le Neindre. 1983. Attraction and repulsion by amniotic fluids and their olfactory control in the ewe around parturition. *Physiol Behav* 31: 687-692.
- Lickliter, R. E. 1984. Mother-infant spatial relationships in domestic goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 13: 93-100.
- Lickliter, R. E. 1985. Behavior associated with parturition in the domestic goat. *Appl Anim Ethol* 13: 335-345.
- Lickliter, R. E. 1987. Activity patterns and companion preferences of domestic goat kids. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 19: 137-145.
- Lickliter, R. E., and J. R. Heron. 1984. Recognition of mother by newborn goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 12: 187-192.
- Maier, R. 2001. *Comportamiento Animal: Un Enfoque Evolutivo y Ecológico*. Mc Graw Hill, España.
- Majewski, A. C., S. Tekin, and P. J. Hansen. 2001. Local versus systemic control of numbers of endometrial T cells during pregnancy in sheep. *Immunology* 102: 317-322.
- Melo, A. I., and G. Gonzalez-Mariscal. 2003. Placentophagia in rabbits: Incidence across the reproductive cycle. *Developmental Psychobiology* 43: 37-43.
- Mellado, M. 1997. La cabra criolla en America Latina. *Veterinaria México* 28: 333-343.
- Neumann, A., R. F. Hoey, L. B. Daigler, A. C. Thompson, and M. B. Kristal. 2009. Ingestion of amniotic fluid enhances the facilitative effect of VTA morphine on the onset of maternal behavior in virgin rats. *Brain Research* 19: 29-36.
- Nowak, R., and F. Levy. 2010. *Mammalian Parental Behavior and Neurohormonal Determinants*.
- Nowak, R., H. R. Porter, F. Lévy, P. Orgeur, and B. Schaal. 2000. Role of mother-young interactions in the survival of offspring in domestic mammals. *Rev. Reprod.* 5: 153-163.
- Nowak, R. F., and D. R. Lindsay. 1992. Early discrimination of the mother in sheep: important for lamb survival? *Appl. Anim. Behav. Sci.* 34: 61-74.
- Nowak, R. F., P. Poindron, P. Le Neindre, and I. G. Putu. 1987. Ability of 12-hour-old merino and crossbred lambs to recognise their mothers. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 17: 263-271.
- Numan, M., A. Fleming, and F. Levy. 2006. Maternal behavior. In: J. D. Neill (ed.) *Knobil and Neill's Physiology of Reproduction* No. 2. p 1921-1994. Academic Press, New York.
- O'Brien, P. H. 1983. Feral goat parturition and lying-out sites: spatial, physical and meteorological characteristics. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 10: 325-339.

- O'Brien, P. H. 1984. Leavers and stayers: maternal post-partum strategies in feral goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 12: 233-243.
- Otal, J., M. Martínez, A. Ramírez, M. L. Hevia, and A. Quiles. 2009. Variability in the behavior of kids born of primiparous goats during the first hour after parturition: Effect of the type of parturition, sex, duration of birth, and maternal behavior. *Journal of Animal Science* 87: 1772-1777.
- Parra-Gómez, L., R. J. Téllez-Girón, and B. C. Escobar. 2003. La desnutrición y sus consecuencias sobre el metabolismo intermedio. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM* 46: 32-36.
- Pinheiro Machado, L. C., J. F. Hurnik, and G. J. King. 1997. Timing of the attraction towards the placenta and amniotic fluid by the parturient cow. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 53: 183-192.
- Pinheiro, M. L. C. 1996. A study of placentophagia in cows and its effect on maternal behaviour, The University of Guelph.
- Poindrón, P. 1976. Mother-young relationships in intact or anosmic ewes at the time of suckling. *Biol. Behav.* 2: 161-177.
- Poindrón, P. 2005. Mechanisms of activation of maternal behaviour in mammals. *Reprod Nutr Dev* 45: 341-351.
- Poindrón, P., and M. J. Carrick. 1976. Hearing recognition of the lamb by its mother. *Anim Behav* 24: 600-602.
- Poindrón, P., G. Gilling, H. Hernández, N. Serafín, and A. Terrazas. 2003a. Early recognition of newborn goat kids by their mother: I. Nonolfactory discrimination. *Developmental Psychobiology* 43: 82-89.
- Poindrón, P., G. Gilling, H. Hernández, N. Serafín, and A. Terrazas. 2007c. Preference of 12-h-old kids for their mother goat is impaired by pre-partum-induced anosmia in the mother. *Animal*. 1: 1328-1334.
- Poindrón, P., H. Hernandez, F. Gonzalez, M. L. Navarro, and J. A. Delgado. 1998. Mother-young relationships in goats: mechanisms of control and possible implications for production. In: *Proceedings of the 32nd Congress of the International Society for Applied Ethology, Clermont-Ferrand, France.* p 85.
- Poindrón, P., and P. Le Neindre. 1980. Endocrine and sensory regulation of maternal behavior in the ewe. *Advances in the Study of Behavior* 11: 75-119.
- Poindrón, P., F. Levy, and M. Keller. 2007a. Maternal responsiveness and maternal selectivity in domestic sheep and goats: the two facets of maternal attachment. *Developmental Psychobiology* 49: 54-70.
- Poindrón, P. et al. 2010. Amniotic fluid is important for the maintenance of maternal responsiveness and the establishment of maternal selectivity in sheep. *Animal*. 4: 2057-2064.
- Poindrón, P., A. Terrazas, and H. Hernández. 2003b. Exclusive mother-young bonding in sheep and goats: Physiological determinants and consequences. *Revista Mexicana de Psicología* 20: 265-281.
- Poindrón, P., A. Terrazas, L. Montes de Oca Mde, N. Serafin, and H. Hernandez. 2007b. Sensory and physiological determinants of maternal behavior in the goat (*Capra hircus*). *Horm Behav* 52: 99-105.
- Quesada, M., C. McManus, and C. F. A. D'Araújo. 2002. Efeitos Genéticos e Fenotípicos sobre Características de Produção e Reprodução de Ovinos Deslanados no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 31: 342-349.

- Ramírez-Vera, S. et al. 2012. Inclusion of maize in the grazing diet of goats during the last 12 days of gestation reinforces the expression of maternal behaviour and selectivity during the sensitive period. *Livestock Science* 148: 52-59.
- Ramírez, A., M. L. Hevia, and F. Sotillo. 1998. Behaviour of the Murciano–Granadina goat during the first hour after parturition. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 56: 223-230.
- Ramírez, A., A. Quiles, M. Hevia, and F. Sotillo. 1995. Behavior of the Murciano-Granadina goat in the hour before parturition. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 44: 29-35.
- Ramírez, A., A. Quiles, M. L. Hevia, F. Sotillo, and M. C. Ramírez. 1996. Effects of immediate and early postpartum separation on maintenance of maternal responsiveness in parturient multiparous goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 48: 215-224.
- Rhind, S. M., J. J. Robinson, and I. McDonald. 1980. Relationships among uterine and placental factors in prolific ewes and their relevance to variations in foetal weight. *Animal Production*. 30: 115-124.
- Robinson, J. J., I. McDonald, C. Fraser, and R. M. J. Croftsa. 1977. Studies on reproduction in prolific ewes. I. Growth of the products of conception. *The Journal of Agricultural Science*. 88: 539-552.
- Romeyer, A., and P. Poindron. 1992. Early maternal discrimination of alien kids by postparturient goats. *Behav. Process.* 26: 103-112.
- Romeyer, A., P. Poindron, and P. Orgeur. 1994a. Olfaction mediates the establishment of selective bonding in goats. *Physiol Behav* 56: 693-700.
- Romeyer, A., P. Poindron, R. H. Porter, F. Lévy, and P. Orgeur. 1994b. Establishment of maternal bonding and its mediation by vaginocervical stimulation in goats. *Physiol Behav* 55: 395-400.
- Ruiz-Miranda, C. R. 1992. The use of pelage pigmentation in the recognition of mothers by domestic goat kids (*Capra hircus*). *Behaviour*. 123: 121-142.
- Ruiz-Miranda, C. R. 1993. Use of pelage pigmentation in the recognition of mothers in a group by 2- to 4-month-old domestic goat kids. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 36: 317-326.
- Sambraus, H. H., and M. Wittmann. 1989. [Observations of the birth and suckling behavior of goats]. *Tierarztl Prax* 17: 359-365.
- Sampson, J. J., A. E. Ducoing, and L. Álvarez. 2012. HORARIOS DE OCURRENCIA DE PARTOS EN CABRAS DEL VALLE DE MÉXICO (*CAPRA HIRCUS*). *Archivos de Zootecnia*. 61: 297-300.
- Serafin, N., A. Terrazas, H. Hernandez, A. Paredes, and P. Poindron. 2003. Maternal behavior of intact and anosmic parturient goats. Poster presented at the International Ethological Conference, Florianapolis, Brasil.
- Shillito-Walser, E. E. 1980. Maternal recognition and breed identity in lambs living in a mixed flock of Jacob, Clun Forest and Dalesbred sheep. *Appl Anim Ethol* 6: 221-231.
- Shillito, E. E., and G. Alexander. 1975. Mutual recognition amongst ewes and lambs of four breeds of sheep. *Appl Anim Ethol* 1: 151-165.
- Shingo, T. et al. 2003. Pregnancy-stimulated neurogenesis in the adult female forebrain mediated by prolactin. *Science* 299: 117-120.
- Steuer, M. A., A. C. Thompson, J. C. Doerr, M. Youakim, and M. B. Kristal. 1987. Induction of maternal behavior in rats: effects of pseudopregnancy termination and placenta-smear pups. *Behav Neurosci* 101: 219-227.

- Sugden, M. C., M. L. Langdown, M. J. Munns, and M. J. Holness. 2001. Maternal glucocorticoid treatment modulates placental leptin and leptin receptor expression and materno-fetal leptin physiology during late pregnancy, and elicits hypertension associated with hyperleptinaemia in the early growth retarded adult offspring. *European Journal of Endocrinology* 145: 529-539.
- Tarapacki, J. A., M. Piech, and M. B. Kristal. 1995. Ingestion of amniotic fluid by postpartum rats enhances morphine antinociception without liability to maternal behavior. *Physiol Behav* 57: 209-212.
- Tekin, S., and P. J. Hansen. 2004. Regulation of numbers of macrophages in the endometrium of the sheep by systemic effects of pregnancy, local presence of the conceptus, and progesterone. *American Journal of the Reproductive Immunology* 51: 56-62.
- Terrazas, A. et al. 2002. Twenty-four-hour-old lambs rely more on maternal behavior than on the learning of individual characteristics to discriminate between their own and an alien mother. *Developmental Psychobiology* 40: 408-418.
- Terrazas, A. et al. 2009. Differential effects of undernutrition during pregnancy on the behaviour of does and their kids at parturition and on the establishment of mutual recognition. *Animal* 3: 294-306.
- Terrazas, A., N. Serafín, H. Hernández, R. Nowak, and P. Poindron. 2003. Early recognition of newborn goat kids by their mother: II. Auditory recognition and evidence of an individual acoustic signature in the neonate. *Developmental Psychobiology* 43: 311-320.
- Turner, S. E. et al. 2010. Birth in Free-ranging *Macaca fuscata*. *Int J Primatol* 31: 15-37.
- Umo, I., R. J. Fitzpatrick, and W. R. Ward. 1976. Parturition in the goat: plasma concentrations of prostaglandin F and steroid hormones and uterine activity during late pregnancy and parturition. *J Endocrinol* 68: 383-389.
- Vince, M. A. 1984. Teat-seeking or pre-sucking behaviour in newly-born lambs: possible effects of maternal skin temperature. *Anim Behav* 32: 249-254.
- Virga, V., and K. A. Houpt. 2001. Prevalence of placentophagia in horses. *Equine Veterinary Journal* 33: 208-210.
- von Keyserlingk, M. A., and D. M. Weary. 2007. Maternal behavior in cattle. *Horm Behav* 52: 106-113.
- Wooding, F. B., G. Morgan, S. Monaghan, M. Hamon, and R. B. Heap. 1996. Functional specialization in the ruminant placenta: evidence for two populations of fetal binucleate cells of different selective synthetic capacity. *Placenta* 17: 75-86.
- Young, S. M., and D. C. Benyshek. 2010. In search of human placentophagy: a cross-cultural survey of human placenta consumption, disposal practices, and cultural beliefs. 49: 467-484.

**Anexo 1.- Formato de hoja para registro de conductas prueba de selectividad**

**PRUEBA DE SELECTIVIDAD (3 MINUTOS) A 4 HORAS POSTPARTO**

**No. DE CABRA:** \_\_\_\_\_

**GRUPO:** \_\_\_\_\_

**FECHA DE PRUEBA:** \_\_\_\_\_ **HORA DE PRUEBA:** \_\_\_\_\_

**OBSERVADOR:** \_\_\_\_\_

	Número del cabrito propio _____	Número del cabrito extraño _____
<b>NÚMERO DE BALIDOS BAJOS MADRE</b>		
<b>NÚMERO DE BALIDOS ALTOS MADRE</b>		
<b>TIEMPO DE AMAMANTAMIENTO</b>		
<b>NÚMERO DE RECHAZO A LA UBRE POR LA MADRE</b>		
<b>NÚMERO DE ACEPTACIONES A LA UBRE POR LA MADRE</b>		
<b>NÚMERO DE GOLPES, MORDIDAS Y AMENAZAS</b>		