

6



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

CENTRO DE NEUROBIOLOGIA

**DESARROLLO DE LA
DISCRIMINACION ENTRE LA
CABRA Y SU CRIA DURANTE EL
PRIMER DIA POSTPARTO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS
(NEUROBIOLOGIA)
P R E S E N T A
PSICOLOGA: NORA GABRIELA GILLING NAVARRO

TUTOR: DR. PASCAL POINDRON MASSOT

CNB

JURIQUILLA, QUERETARO

2002

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme albergado una vez más en sus instalaciones y por haberme brindado la oportunidad de seguir creciendo como persona y como profesionalista.

Al CONACYT (144835), a la Dirección General de Estudios de Postgrado de la UNAM y a PAPIIT (ES-212796) por haberme apoyado económicamente.

A la Universidad Nacional Autónoma de Querétaro por haberme facilitado sus instalaciones durante los experimentos

Al Dr. Pascal Poindron por haberme permitido realizar mis estudios en su laboratorio, por su confianza, apoyo y amistad.

Al Dr. José Luis Díaz por sus sabios comentarios y por el gran aprendizaje que me aportó.

A la Dra. Gina Quirarte por su amistad y por su guía en lo académico y en lo personal.

Al Dr. Francisco Galindo por haberme abierto las puertas al reino animal, por su confianza y por su amistad.

A la Dra. Tere Morales por su ayuda en la elaboración de la tesis.

Al Dr. Gonzalo Martínez de la Escalera por sus excelentes clases, por su ayuda en la elaboración de la tesis y por su buen sentido del humor.

A todos mis compañeros de laboratorio Carmen, Horacio, Alfredo, Norma, Angélica, Andrea y Alonso por su apoyo en rancho y en lo académico.

A Raúl y Paco Paulín por su gran apoyo con los animales.

A Alma, Felipe y Gil por su ayuda en los experimentos.

A Monique por su amistad.

Al Dr. Raúl Paredes por su gran amistad y por haberme adoptado en su laboratorio.

A todos los del laboratorio de Conducta Sexual

A Arturo ya que sin su ayuda seguramente no habría terminado, tanto tiempo... tanta paciencia.

Al personal de la Biblioteca

A Leonor, Carmen e Isabel por su inmensa ayuda en los tramites a lo largo de la maestría.

A mis papas por haberme dado la vida y por su apoyo a lo largo de ella.

A mis hermanos Alejandra, Jorge, Ana Laura y Lorena porque incondicionalmente han estado a mi lado.

A Fernanda, Rodrigo, Emiliano y Mariana por su gran amor y porque me divierten mucho.

Dedico esta tesis a Baltazar por su enorme amor, amistad y apoyo y a nuestro bebé por la gran ilusión que nos ha traído.

INDICE

	Pagina
RESUMEN	1
ABSTRACT	3
INTRODUCCION	5
ANTECEDENTES	9
1. Consideraciones generales sobre los procesos de discriminación	9
1.1 Términos y Conceptos	9
Reconocimiento	9
Discriminación	10
Preferencia y selectividad	10
Funciones	11
1.2 Discriminación entre hermanos y otros parientes	11
1.3 Discriminación mutua entre la madre y su cría	13
1.4 Mecanismos sensoriales y neurobiológicos	15
2. Principales tipos de relación madre - cría en mamíferos	16
3. La activación de la conducta materna en algunos mamíferos	18
3.1 Características generales de la conducta materna	18
3.2 Características de la conducta de la madre	
y de la cría en ovinos y caprinos	19
<i>Conducta de la madre antes del parto</i>	20
<i>Conducta de la madre durante el parto</i>	21
<i>Comportamiento del recién nacido</i>	21
3.3 Factores fisiológicos involucrados en la conducta materna	22
<i>Factores hormonales</i>	22
<i>Estimulación vagino-cervical</i>	23
<i>Factores neurobiológicos</i>	23
<i>Periodo sensible</i>	24
4. La selectividad materna y el reconocimiento entre la madre y su cría en ovinos y caprinos	25
4.1 Selectividad	25
4.2 Reconocimiento a distancia	26
4.3 Factores fisiológicos involucrados en el reconocimiento de las crías en ovinos y caprinos	27
4.4 Mecanismos de discriminación de la madre por las crías	28
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	32
OBJETIVOS	33
HIPÓTESIS	33
ANIMALES, MATERIALES Y METODOS GENERALES	35
Localización	35
Animales experimentales	35
Sincronización de la reproducción	36
Condiciones de manejo del rebaño	36
<i>Procedimiento para realizar la anosmia</i>	37

<i>Prueba de confirmación de anósmia</i>	38
<i>Método de las pruebas de selectividad</i>	38
I.- ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE LAS CABRAS PARA RECONOCER A SUS CRIAS, SIN LA AYUDA DE SEÑALES OLFATIVAS, DURANTE LAS PRIMERAS 24 HORAS DE VIDA DEL CABRITO	39
Experimento I Capacidad de cabras intactas para percibir el olor de las crías a 1 m. de distancia	40
Introducción	40
Objetivo	40
Materiales y métodos	40
Resultados	44
Conclusiones	45
Experimento II Capacidad de las madres intactas para discriminar a su cría en el primer día postparto sin la ayuda de señales olfativas	46
Introducción	46
Objetivo	46
Materiales y métodos	46
Resultados	50
Conclusiones	51
Experimento III Capacidad de madres anósmicas para discriminar entre su cabrito y uno ajeno a las 12 horas postparto.	53
Introducción	53
Objetivo	53
Materiales y métodos	53
Resultados	54
Conclusiones	56
II.- ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE LOS CABRITOS PARA RECONOCER A SUS MADRES, DURANTE LAS PRIMERAS 24 HORAS DE VIDA	57
Experimento IV Capacidad de cabritos hijos de madres intactas para discriminar a su madre dentro del primer día de vida.	58
Introducción	58
Objetivo	58
Materiales y métodos	58
Resultados	63
Conclusiones	65
Experimento V Importancia de la selectividad materna en el proceso de discriminación por parte de las crías.	66
Introducción	66
Objetivo	66
Materiales y métodos	67
Resultados	68
Conclusiones	70

Experimento VI Influencia del tamaño del corral sobre la capacidad de cabritos de 8 horas de edad para elegir correctamente a su madre.	71
Introducción	71
Objetivo	71
Materiales y métodos	71
Resultados	73
Conclusiones	75
DISCUSIÓN GENERAL	76
CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS	83
BIBLIOGRAFÍA	85

RESUMEN

Los ovinos y los caprinos desarrollan un vínculo selectivo, con su(s) cría(s) de las 2 a las 4 primeras horas postparto por medio de un reconocimiento olfatorio. Se ha propuesto que debido a que los corderos son de tipo seguidor y los cabritos de tipo escondedizo, las madres tienen diferentes mecanismos de discriminación temprana hacia sus crías. Las ovejas son capaces de discriminar a su cría sin la ayuda de señales olfatorias desde las 8 horas postparto. Una de las finalidades de este trabajo fue comprobar si las cabras también lo hacen.

Por otra parte, a las 12 hrs. de vida, los corderos son capaces de permanecer más tiempo con su madre que con una ajena en una prueba de elección doble. Otra finalidad del trabajo, fue verificar si los cabritos también eran capaces de discriminar a su madre de una ajena bajo esas condiciones.

El primer experimento fue para comprobar si las cabras, al igual que las ovejas, eran incapaces de discriminar a sus crías a una distancia de 1 m solamente con el apoyo de señales olfatorias. Para eso, se comparó la capacidad que tenían las madres de elegir correctamente entre su cabrito y uno ajeno, ambos anestesiados, cuando estaban a 1 m de distancia o en contacto. En ambas condiciones había un ventilador atrás de cada cría que soplabla hacia la madre. Cuando las crías estaban en contacto, las madres (n=6) permanecieron más tiempo con su cría que con la extraña, pero a 1 m de distancia (n=6), no hubo diferencias significativas, por lo que se sugiere que las cabras no pueden discriminar a sus crías únicamente por medio de señales olfativas cuando la percepción de las señales visuales y acústicas son reducidas por la anestesia. En otro experimento, se realizó una prueba de doble elección con los cabritos despiertos en un corral de prueba de 10 m X 10 m X 10 m. Los cabritos fueron metidos en dos corrales individuales, en dos esquinas del corral en los que la madre estaba separada de la cría por 1 m de distancia. La madre era liberada de un corral situado en el tercer vértice. Se utilizaron 3 grupos, probados a las 4, 12 y 24 horas postparto. Los resultados mostraron que las madres son capaces de discriminar a su cría de una ajena desde las 4 horas postparto. Además, cabras anósmicas fueron capaces de discriminar a su cría en las mismas condiciones a las 8 hrs. postparto.

Con estos experimentos pudimos concluir por primera vez que las cabras son capaces de discriminar a su cría de una ajena a través del oído y/o la vista desde las 4 horas postparto. Esto implica que las cabras, al igual que las ovejas, aprenden las características acústicas y visuales de la cría, en paralelo al aprendizaje de las características olfatorias. Al igual que en las ovejas, el reconocimiento olfatorio y/o la selectividad materna en las cabras no son elementos primordiales para el establecimiento del reconocimiento temprano de las crías por otras vías sensoriales. Esto nos lleva a sugerir que los mecanismos de reconocimiento temprano de estas dos especies son similares.

El primer experimento hecho a las crías, tuvo la finalidad de ver si los cabritos eran capaces de discriminar a su madre de una extraña desde el primer día de vida. Se

realizó una prueba de elección doble en un corral triangular de 6 m X 6 m X 6 m. Las madres estaban colocadas en dos corrales adyacentes y separadas de la cría por paneles permitiendo el contacto, pero no el amamantamiento. Se probaron 3 grupos de cabritos, a las 8, 12 y 24 horas de vida. Los resultados mostraron que a las 8 horas de vida, los cabritos aún no eran capaces de discriminar a su madre de una ajena. Los grupos probados a las 12 y 24 horas de vida, pasaron significativamente más tiempo con su madre que con la ajena. Las crías de madres anósmicas no pudieron discriminar a su madre de la ajena a las 12 hrs de vida. Intentamos corroborar si los cabritos de 8 horas de vida eran capaces de discriminar a su madre de una ajena, en un corral de 3 m X 4 m. Estas crías tuvieron una tendencia a permanecer más tiempo con su madre que los cabritos probados en el corral largo.

Podemos concluir que en esta situación los cabritos no son capaces de elegir correctamente entre su madre y una ajena a las 8 horas de edad. Dado que a las 12 hrs. de vida, las crías de madres intactas permanecen más tiempo con su madre. Sugerimos que esto sucede por la conducta de aceptación de ésta y no porque las crías sean capaces de discriminar características particulares de su madre. Al contrario, los cabritos probados a las 12 horas de vida, hijos de madres anósmicas, no tienen la capacidad de elegir a su madre, debido a que ambas despliegan conducta materna. Este fenómeno también se presenta en el caso de los corderos probados a 24 horas. En resumen, parece que en ambas especies, los recién nacidos primero aprenden a discriminar una conducta de aceptación de las madres y posteriormente discriminan sus características físicas individuales.

ABSTRACT

Within the first 2-4 hours after parturition, ewes and goats develop a selective bond with their offspring on the basis of olfactory cues. Despite the similarities of maternal behaviour between the two species, it has been proposed that ewes and goats have different discriminative mechanisms towards their young during early lactation due to the fact that kids are hidiers and lambs are followers. Ewes are able to discriminate their lambs without the help of olfactory cues at 8 hrs postpartum and it is not known if goats also do so. One of the objectives of this thesis was therefore to investigate if post parturient goats can discriminate their young without the help of olfaction.

In addition, 12 hrs after birth lambs spend more time with their mother than with an alien ewe in a two-choice test. Another objective of this work was to verify if kids are able to discriminate their mother from an alien one, under the same conditions as lambs.

The first experiment was designed to verify if goats were unable to select their offspring at a 1 m distance on the basis of olfaction, as is known to be the case in ewes. We tested the mother's capability to choose correctly between her own kid and an alien one. Both offspring were anesthetized and mothers were tested at close quarters and at a distance of 1 m. Under both conditions, there was a fan behind each kid, blowing the air towards the mother. When the kids were set at close quarters, mothers (n=6) spent significantly more time with their own kid than with the alien, but when the kids were put at a 1 m distance, there were no significant differences (n=6). Once we made sure that goats were not able to discriminate their kids at 1 m when the perception of visual and acoustic cues was strongly reduced, in a further experiment, mothers were given a two-choice test with awake kids in a triangular 10 m X 10 m X 10 m pen. Kids were put into individual small pens, where mothers could not get closer than 1 m. The 2 enclosures were in two corners of the triangle. The mother was set free from the third corner, and the time spent with each kid was recorded. Three groups were tested, at 4, 12, and 24 hrs postpartum. The results showed that goats are able to discriminate their kids from an alien one as early as 4 hrs postpartum. We tested a group of anosmic goats 8 hrs postpartum under the same conditions, and the results showed that anosmic goats are also able to discriminate their kid from an alien one.

With these experiments, we were able to show for the first time that goats are able to discriminate between an alien kid and their own, through the sense of sight and/or hearing, as early as 4 hrs postpartum. Goats, as well as ewes, might learn acoustic and visual characteristics of the offspring as soon as that of olfactory cues develop. In ewes, olfactory discrimination and/or selective bond are not critical for the establishment of *early recognition of the young through other senses*. Therefore we suggest that despite the fact that lambs are followers and kids are hidiers, the early maternal recognition mechanisms are similar in the two species.

The aim for the first experiment in kids was to study if they were able to discriminate their mothers from an other doe. This was done with a two-choice test in a triangular

enclosure measuring 6 m X 6 m X 6 m. The goats were placed in two adjacent pens forming the base of the triangle and were separated from the kids by a panel, which allowed them to have physical contact but prevented them from suckling. Three groups were formed at 8, 12, and 24 hr. after birth. Our results showed that 8 hrs. after birth, kids are not able to discriminate their mother from the other female. The kids tested at 12 and 24 hr. spent significantly more time with their mother than with the other dam. We also tested kids given the choice between their own and an alien anosmic mother, 12 hr. after birth. Such kids were not able to discriminate their mothers. We tried to see if a group formed with 8-hr-old kids could discriminate their mother from an alien one in a smaller pen, in order to facilitate the task. This was not the case in a 3 m long X 4 m wide pen, although they showed a tendency to remain longer with their mother than kids tested in the larger pen.

We conclude that kids are not able to discriminate their mother from an alien one 8 hr. after birth in our experimental situation. We suggest that, in kids as well as in lambs, offspring of intact mothers are able to make a correct choice because of the mothers' behaviour and not because they are able to discriminate specific physical characteristics of their own dam. Offspring of anosmic mothers are not able to discriminate their mother from the alien one, because both dams are maternal towards them. It seems that in both species, neonates first learn to discriminate an acceptance behaviour of the mother and later learn their mother's specific physical characteristics.

INTRODUCCION

En los mamíferos hay varios factores importantes para la supervivencia de las crías, así como para el desarrollo de su conducta¹ durante los primeros meses de vida. Dos de estos factores son la leche y el calor que la madre brinda a su cría. Estos son los únicos aportes de calor y nutrición con los que cuenta la cría y su falta implica la muerte (Poindron, Nowak, Lévy, Porter y Shaal, 1993). El reconocimiento de la madre hacia la cría es otro aspecto de vital importancia, se traduce en que la madre cuide adecuadamente a su(s) cría(s), lo cual repercutirá en su supervivencia (Gubernick, 1981a) y en el éxito reproductivo de la madre.

Una cría puede considerarse como un sistema abierto a las estimulaciones maternas, tanto fisiológicas como conductuales. La interacción del neonato con la madre representa su primera experiencia social y esta será relevante para su desarrollo conductual (Poindron y Schaal, 1993).

En los mamíferos existen diversos grados de madurez de la cría al nacer y de ella dependen las características de comportamiento de las madres. Por ejemplo, en especies de crías *altriciales* tales como algunos roedores (rata, ratón y hamsters), la madre hace un nido en donde cuidará a cualquier cría que se encuentre en él aunque no sea suya, es decir, no existe una relación selectiva durante las primeras etapas de la relación madre-cría (Rosenblatt y Siegel, 1981). En los primates la relación madre-infante es conocida como *matricolia*. El desarrollo motor del infante es relativamente pobre, pero los sistemas sensoriales están más desarrollados que en las especies altriciales. La madre y el recién nacido tienen un mayor contacto físico que otras especies altriciales. En especies *precoces* como los ungulados (animales de doble pezuña), el comportamiento materno se caracteriza por el desarrollo rápido de una relación selectiva madre-cría por el reconocimiento interindividual que resulta en cuidar

¹ La conducta es un acto motor integrado, definido en el tiempo y en el espacio

exclusivamente a sus crías. A esta relación se le denomina **vínculo selectivo** (Poindron *et al.*, 1993). Los ovinos y los caprinos desarrollan este vínculo selectivo con su(s) cría(s) entre las 2 y 4 horas postparto (Poindron y Le Neindre, 1980; Romeyer y Poindron, 1992). Una vez establecido el vínculo, la madre se mostrará agresiva hacia cualquier cría extraña y amamantará solamente a su cría, con lo cual le garantiza la cantidad suficiente de leche. Estos animales regularmente tienen una y esporádicamente dos o tres crías.

Así mismo, las crías de las ovejas², también son capaces de mostrar una preferencia por su madre, aún cuando intenten alimentarse de otras hembras (Nowak, Poindron, Le Neindre y Putu, 1987; Poindron, 1976b). Probablemente sea de gran importancia que en las especies de crías precoces, se establezca este vínculo selectivo temprano debido a que los animales se integran rápidamente a un grupo social (Lent, 1974). De esta manera, disminuyen los riesgos de que la madre cuide a crías ajenas y que la cría gaste energía siguiendo hembras que no estén lactantes.

Los mecanismos de reconocimiento mutuo entre la oveja y su cría están bastante bien establecidos: se sabe que la madre aprende a distinguir el olor de su cordero, lo cual le permite diferenciarlo de los otros y restringir el acceso a la ubre solamente a su cría (Poindron y Le Neindre, 1980; Lévy, Kendrick, Keverne, Porter y Romeyer, 1996). Sin embargo el sentido del olfato materno está involucrado en el proceso de discriminación de la cría sólo a distancias cortas (Morgan, Boundy, Arnold y Lindsay, 1975; Lindsay y Fletcher, 1968; Poindron *et al.*, 1993). La madre es capaz de oler a la cría a una distancia máxima de 0.25 cm (Alexander y Shillito, 1977a; Alexander y Shillito, 1978).

También se sabe que la borrega ya es capaz de discriminar entre su cordero y uno extraño en ausencia de señales olfativas a las 8 hrs. postparto (Terrazas *et al.*, 1999). La oveja utiliza otro tipo de información sensorial, como la auditiva y/o la visual para la discriminación a distancias relativamente cortas. Aparentemente, los sistemas de

² En este trabajo cuando se hable de ovejas o borregas nos estaremos refiriendo al mismo animal.

reconocimiento cercano y a distancia se desarrollan de manera independiente y tal vez se establecen tan pronto como el reconocimiento olfativo (Terrazas *et al.*, 1999; Ferreira *et al.*, 2000).

Los corderos Rambouillet son capaces de distinguir a su madre de una extraña a una distancia corta, desde las 12 horas de vida. Esta habilidad mejora con la edad: a las 48 horas postparto, los corderos son más rápidos en reconocer a su madre que a las 12 y 24 horas postparto (Terrazas, 1999) y su capacidad de elegir a su madre desde el inicio de la prueba aumenta durante la primera semana de vida (Nowak, 1990a; Shillito, 1975).

Las cabras parecen tener vínculos maternos similares a las ovejas excepto por las relaciones espaciales tempranas madre-cría. Mientras el cordero sigue a su madre desde sus primeros desplazamientos, (tipo seguidor o "*follower*"; Lent, 1974) el cabrito no la sigue y permanece semioculto en un lugar esperando a que la madre regrese para alimentarlo. Se trata de una cría escondediza (o "*hider*"; O'Brien, 1983; Lickliter, 1985). El periodo durante el cual los cabritos se esconden, es entre 5 y 7 días después de nacidas (Rudge, 1970; Lickliter, 1984), lo cual implica que permanezcan apartados de la madre por periodos largos durante sus primeros días de vida. Sin embargo, después de 7 días, el cabrito busca permanecer cerca de su madre (Lickliter, 1984) y para esto es necesario que la reconozca dentro del grupo. El final de la etapa de escondite generalmente coincide con el encuentro de las demás crías y a un primer encuentro general con los congéneres. El no reconocer a la madre en este periodo puede tener un costo alto para el cabrito ya que correrá el riesgo de ser cazado por depredadores o de ser agredido por alguna cabra extraña si trata de amamantarse de ella (Ruiz-Miranda, 1992). Además, es posible que este reconocimiento tenga que darse incluso antes de la integración al grupo social, para que la cría responda específicamente al acercamiento de su madre.

Se ha propuesto que las diferencias conductuales entre crías seguidoras y crías escondedizas influyen en las pautas de comunicación entre la madre y su cría y en los mecanismos de reconocimiento (Gubernick, 1981b; Lickliter y Heron, 1984; Addae, Awotwi, Oppong-Anane, y Oddoye, 2000).

La rapidez con la que se establece el reconocimiento temprano madre-cría en la cabra y la importancia de cada uno de los sentidos en el despliegue y mantenimiento de la conducta materna han sido poco investigadas hasta la fecha. El presente trabajo tiene como finalidad investigar el desarrollo del reconocimiento temprano entre la cabra y su cría en el primer día postparto y particularmente la posible participación de otros sentidos además del olfato en el reconocimiento por parte de la madre.

ANTECEDENTES

1. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LOS PROCESOS DE DISCRIMINACION

1.1 Términos y conceptos

La capacidad de reconocer a otros individuos de la misma especie y en varios casos de reconocer a parientes, ocurre desde organismos primitivos hasta animales que viven en sociedades complejas.

- Reconocimiento

El reconocimiento es un fenómeno biológico y cognitivo fundamental que implica distinguir a un individuo entre los demás, por sus rasgos propios como, voz, fisonomía o movimientos, etc. (Real Academia Española, 1997). Este fenómeno se puede constatar en las interacciones discriminativas entre células, individuos, o clases de individuos (como compañeros de edad, sexo, grupo social, etc). En el contexto de la cognición el re-conocimiento implica un proceso de memoria y de representación mental del objeto.

Sin embargo, el reconocimiento es frecuentemente definido como una respuesta particular a un estímulo dado, incluyendo interacciones discriminativas entre elementos individuales que van desde partículas sub-celulares hasta organismos completos y grupos sociales (Colgan 1983; Fletcher & Michener 1987; Grosberg, 1988; Klein 1982; Roitt, 1988 citados por Blaustein y Porter, 1990).

En el presente trabajo se dirá que hay reconocimiento cuando, dentro de un grupo experimental, las madres o los cabritos pasen significativamente más tiempo con su cría o con su madre que con la ajena. Por lo tanto se trata de una definición de

naturaleza puramente conductual, que no tiene implicaciones particulares en cuanto a la naturaleza de los procesos mentales involucrados en el proceso de elección.

- Discriminación

Discriminar es diferenciar una cosa de otra (Real Academia Española), apreciar dos cosas como distintas (Moliner, 1997).

Varios mecanismos fisiológicos del desarrollo pueden dar como resultado una habilidad de distinguir y discriminar con precisión entre dos estímulos, sin la necesidad de haber estado expuesto a ellos anteriormente. Estos mecanismos se refieren a factores genéticos que contribuyen a la discriminación.

Los mecanismos por los cuales los animales discriminan los rasgos de los conespecíficos se pueden clasificar en dos categorías: Los basados en la experiencia y los independientes de ella. En el reconocimiento basado en la experiencia los animales se familiarizan con los conespecíficos y se vuelven capaces de discriminar sus rasgos individuales y de esta manera de reconocerlos en encuentros posteriores. El reconocimiento independiente de la experiencia está determinado genéticamente (Porter y Blaustein, 1989).

- Preferencia y Selectividad

Una preferencia implica que el sujeto pasa más tiempo con un objeto o sujeto, o consume más de un alimento que de otro. Implica una selección entre por lo menos dos opciones. Mientras un sujeto puede discriminar entre dos elementos sin mostrar necesariamente una preferencia, la manifestación de una preferencia implica algún proceso de discriminación. Así en general los padres dan tratamiento preferencial a su cría que a las crías ajenas. Para que esto ocurra, es necesario que los padres discriminen a sus crías de las ajenas. Si los padres dan preferencia a sus crías y a

parientes relacionados genéticamente a ellos, asegurarán una mayor difusión de sus genes.

- Funciones

El mantenimiento de sistemas sociales complejos, característico de muchos vertebrados e invertebrados, depende de la discriminación entre individuos con base en la edad, el sexo o la dominancia, entre otros factores. La cópula depende del reconocimiento de un individuo de la misma especie pero del sexo opuesto (Blaustein y Porter, 1990). Tanto para presas como para depredadores, es importante reconocer a la especie que van a cazar o que los puede cazar. Asimismo, el desarrollo de un reconocimiento de los padres favorece la supervivencia de las crías, por lo menos en especies altamente sociales (Gubernick, 1981b; Nowak y Lindsay, 1992). En algunas de estas especies el reconocimiento de las crías es vital, debido a que la complejidad y la estabilidad de su organización social esta altamente relacionada con la intensidad y duración tanto del vínculo entre la madre y su cría, como del contacto de las crías con otros miembros del grupo. Aparentemente, el hecho de que las crías convivan con otros miembros del grupo disminuye el trauma de separación materna y facilita la integración del animal al grupo con los otros adultos, como ocurre con los galagos (Klopfer, 1970).

En el comportamiento social de los animales, es evidente la discriminación entre individuos. De esta manera, las interacciones entre miembros de la misma especie, generalmente son distintas del comportamiento en encuentros con animales heteroespecíficos (Blaustein y Porter, 1990).

1.2 Discriminación entre hermanos y otros parientes

Posiblemente como resultado de la influencia genética los padres, hermanos, crías y otros parientes cercanos, a menudo presentan un cierto grado de parecido facial, de la

voz y el olor que emanan (Porter, 1988). También se ha planteado que las crías pueden estar impregnadas por el olor del nido, el cual hasta cierto punto ha sido marcado por la madre (Beach y Jaynes, 1956). Esta congruencia fenotípica es uno de los factores que pueden facilitar la discriminación del parentesco.

Por otra parte, las interacciones sociales entre animales de la misma especie varían según el grado de parentesco (Porter y Blaustein, 1989) y las jerarquías de dominancia, dando como resultado que los animales se comporten de manera diferente con cada miembro del grupo y de otros grupos (Blaustein y Porter, 1990). Un ejemplo de esto son los pájaros territoriales, quienes a menudo discriminan el canto de los vecinos y evitan invadir su territorio (Falls, 1978 citado por Blaustein y Porter, 1990).

En algunos estudios se ha podido registrar una discriminación entre parientes en animales que jamás han tenido contacto (Porter y Blaustein 1989). Se piensa que esto es posible debido a que el genotipo entre parientes está relacionado con el fenotipo: es más probable que los animales que tienen parentesco tengan rasgos más similares que aquellos animales que no son de su familia. Una vez que el animal discrimina los rasgos de su familia, los va a usar como punto de referencia para compararlos con los rasgos de otros animales que no formen parte de ella. A este tipo de discriminación se le conoce como "comparación por parecido fenotípico" o "*phenotype matching*" (Holmes y Sherman, 1982). En este caso, la discriminación se da por el aprendizaje de los rasgos característicos de la familia (Porter, 1988).

Los corderos machos son capaces de discriminar a un(a) hermano(a) gemelo(a) a los 7 días después de haber nacido y las hembras presentan una tendencia a elegir correctamente a su hermano(a) de otro cordero, desde los 3 días de haber nacido (Nowak, 1990a).

A pesar de que la discriminación entre individuos parece ser de vital importancia, existen algunas especies que no parecen discriminar a sus parientes. En algunos de

estos casos no hay dispersión del lugar de nacimiento y en consecuencia es alta la probabilidad de nepotismo (Porter y Blaustein, 1989). Estos comportamientos ayudan a la adecuación inclusiva de la familia, sin la necesidad de una discriminación (Blaustein y Porter, 1990).

1.3 Discriminación mutua entre la madre y su cría

En algunas especies, como la rata, la hembra es capaz de discriminar a su camada por olores distintivos derivados de características genéticas. Se cree que las crías también son discriminadas por el olor del nido, al cual de alguna manera han contribuido las mismas hembras, de esta forma, una cría extraña huele diferente porque está impregnada del olor de su nido y de su madre (Beach y Jaynes, 1956). Las ratas también son capaces de discriminar a sus crías de otras, valiéndose de otros estímulos como los visuales, táctiles y térmicos.

A pesar de que las ratas discriminan y muestran cierta preferencia hacia sus crías, aceptan a crías ajenas en su nido y las acogen como propias. El hecho de adoptar crías extrañas es usual en animales que tienen crías altriciales (Rosenblatt y Siegel, 1981), ya que no muestran una conducta selectiva en la etapa postparto, en la cual las crías siguen en la bolsa (marsupiales), el nido (roedores) o la madriguera (coneja, ardilla de Belding).

Respecto a las crías de ovinos y caprinos, se sabe que la habilidad de discriminación de los corderos se va modificando durante las primeras horas de vida. Durante las primeras 24 a 48 horas la cría tiene la capacidad de discriminar a su madre de otra, aunque solamente a una distancia corta (Nowak *et al.*, 1987). Posteriormente la cría aprenderá a distinguir características específicas de los rasgos de su madre que le permitirán discriminarla a varios metros. A los tres días de haber nacido, los corderos son capaces de escoger correctamente entre su madre y una ajena a varios metros de distancia (Nowak, 1990a).

Se ha visto que a pesar de que las borregas de la raza Merino no permanecen mucho tiempo en el lugar de parto, se van alejando de éste de manera lenta y gradual, cuidando siempre que su cría permanezca cerca de ella (Alexander *et al.*, 1983; Stevens, Alexander y Lynch, 1982). Sin embargo, la oveja y su cordero comienzan a separarse algunos metros a partir del segundo día de vida de la cría y el tiempo que permanecen separados se va incrementando con la edad del cordero. La cría explora el territorio y la madre forrajea (Morgan y Arnold, 1974). Por su parte, Nowak (1990a) sugiere que a partir del tercer día de vida el cordero ya cuenta con las habilidades de percepción y movimiento para discriminar y lograr reunirse con su madre a 9 m de distancia después de una separación. Para que la reunión se dé sin complicaciones es necesario que el binomio madre-cría se puedan comunicar a distancia.

Es importante mencionar que cuando los corderos de raza Merino son hijos únicos, son capaces de discriminar a su madre a una distancia menor de 50 cm a las 24 horas después de haber nacido. Sin embargo, cuando los corderos tienen un hermano(a) gemelo(a) les toma más tiempo reconocer a su madre (Nowak y Lindsay, 1990). Posiblemente eso se deba a que la presencia de un hermano puede debilitar el proceso de apego a la madre (Nowak, 1990a).

Los cabritos son capaces de elegir a su madre de una extraña a las 48 horas de haber nacido (Lickliter y Heron, 1984). Es necesario que los cabritos aprendan a discriminar a su madre, a una distancia de varios metros para que sólo abandonen su escondite cuando reconozcan correctamente a la madre.

Esta diferencia entre crías seguidoras (corderos) y escondedizas (cabritos) ha llevado a algunos autores como: Gubernick (1981a), Lickliter y Heron (1984) y Addae *et al* (2000) a proponer que los mecanismos o la rapidez de reconocimiento entre la madre y su cría difieren entre ovinos y caprinos.

1.4 Mecanismos sensoriales y neurobiológicos

La discriminación de los individuos va a depender de características físicas y sus sistemas de comunicación. Por ejemplo, los insectos se comunican y reconocen principalmente a través de señales químicas y acústicas, los pájaros por señales auditivas y visuales, algunos peces por descargas eléctricas, etc. (Porter y Blaustein, 1989). El reconocimiento de rasgos fenotípicos puede incluir características estables de la figura, textura y color o pautas dinámicas de comportamiento (Porter y Blaustein, 1990).

El reconocimiento que se da por una simple exposición a un estímulo, es quizá el medio más obvio por el cual los animales desarrollan la habilidad de discriminar a individuos o miembros de una categoría social particular, tal como pariente cercano (Bekoff, 1981 citado por Porter y Blaustein, 1990). No es necesario que haya un contacto corporal para que los animales sean capaces de reconocerse: se pueden percibir marcas fenotípicas características de un individuo a través de la vista, el olfato y el oído (Porter y Doane, 1978).

Para algunos animales el reconocimiento está restringido a una sola modalidad sensorial; sin embargo, en otros casos la identificación se logra a través de varios sentidos. Un ejemplo de esto somos los humanos, que tenemos la capacidad de reconocer a alguien por la vista o la voz y, en el caso de los bebés lactantes, por el olor de su madre (Porter y Blaustein, 1989). Así mismo los galagos y otros primates son capaces de reconocer a los otros miembros del grupo por el oído, la vista o el olfato (Klopfer, 1970).

El reconocimiento de características fenotípicas puede tener una base genética; sin embargo, esto no es un prerrequisito para la discriminación. El medio ambiente también puede marcar al individuo con algunas características por las cuales puede ser reconocido por los demás. Por ejemplo, si dos ratas tienen crías, aunque la dieta de

las dos esté constituida por los mismos alimentos, difícilmente van a comer las mismas proporciones de cada vegetal y esta diferencia va a hacer que ambas madres y sus crías lactantes huelan diferente. (Porter y Blaustein, 1989). Otra hipótesis sobre como el medio ambiente influye en el olor de la cría, fue propuesta por Gubernick, Corbeau Jones y Klopfer, (1979); Gubernick, (1980) y Gubernick, (1981a) estos autores propusieron que las cabras "marcaban" a sus crías al lamerlas, cubriendo el cuerpo con microfauna del rúmen y también a través de la leche de la madre, la cual impregnaba el hocico, el ano y las heces de la cría. Sin embargo, posteriormente Romeyer *et al.*, (1993) encontraron que en condiciones normales, el proceso de reconocimiento olfativo del cabrito por su madre depende principalmente de un olor individual diferente y propio a cada cría.

2. PRINCIPALES TIPOS DE RELACION MADRE - CRIA EN MAMIFEROS

En los mamíferos el neonato depende estrictamente del calostro y de la leche materna para asegurar su supervivencia y crecimiento. El cuidado materno siempre está presente en la fase inicial de desarrollo del recién nacido. En algunas especies de mamíferos, el padre provee a la cría de una gran cantidad de cuidados; a esta se le denomina conducta paterna (Alberts y Gubernick, 1990). En otros casos los hermanos u otros individuos también cuidan a las crías y a esta se le llama conducta alopaparental.

En la presente revisión nos limitaremos a la conducta materna y particularmente al desarrollo de la discriminación entre la madre y su cría en la fase inmediatamente después del parto.

Dependiendo del nivel de desarrollo de las crías la relación madre-cría se clasificará en:

- Relación madre-cría en especies de crías altriciales
- Relación madre-cría en primates (matricolia)
- Relación madre-cría en especies de crías precoces

Las crías de especies altriciales como: canguros, roedores, conejos, gatos y perros, nacen completamente indefensas, ciegas y sordas. Además tienen una gran deficiencia motora y de termorregulación. La madre hace un nido antes del parto en un lugar aislado. El nido brinda protección y calor a las crías en ausencia de la madre, por ejemplo, cuando busca alimento. Cuando la madre se echa sobre las crías expone su región mamaria provocando que éstas desplieguen una conducta de amamantamiento y al mismo tiempo les brinda calor (Rosenblatt y Siegel, 1981).

La mayoría de las madres que tienen crías altriciales las lamen para estimular la defecación y la micción. Generalmente son muy agresivas con cualquier intruso. Se ha observado que las ratas madres cuidarán a cualquier cría que se encuentre en el nido aunque no sea suya, es decir, no existe una relación selectiva durante las primeras etapas de la relación madre-cría (Rosenblatt y Siegel 1981).

Otra característica importante de estas especies, es que si el nido es alterado, si las crías se empiezan a desplazar o si hay algún peligro cercano, la madre acarreará a las crías en su boca, hacia un nido nuevo o hacia su nido según sea el caso. Esta conducta está presente en ratas, felinos y perros, pero no en conejos.

Los primates son especies que tienen crías semi-altriciales y semi-móviles (De Vore, 1965). Al principio la madre está en constante contacto con su cría, la cual se aferra a ella para ser transportada. Al igual que en otras especies anteriormente mencionadas, la madre amamanta, acicala y protege a sus crías de cualquier peligro. Siempre que la

madre está en movimiento carga consigo a su cría, en la espalda o en el vientre dependiendo de la especie y del nivel de desarrollo de la cría. Conforme la cría va madurando, se va separando de la madre, pero ésta lo va a volver a cargar si advierte algún peligro.

Las crías precoces nacen con un sistema sensorio-motor relativamente maduro. Al poco tiempo después del parto la madre estimula a la cría y como consecuencia, esta se levanta y camina. Ejemplos de estos animales son algunos ungulados como cabras, borregos, cerdos y bovinos, otra especies de crías precoces son los equinos. El que las crías se desplacen rápidamente es importante porque estos animales viven en sociedades que generalmente se mantienen en constante movimiento. Las crías de estas especies pueden regular su temperatura poco tiempo después del parto. Si bien no son animales que permanecen en un nido que les brinde calor, es crucial que la madre lama a la cría rápidamente después del parto hasta secar el líquido amniótico para evitar que el pequeño muera de hipotermia (Alexander, 1988).

3. LA ACTIVACION DE LA CONDUCTA MATERNA EN ALGUNOS MAMIFEROS

3.1 Características generales de la conducta materna

La conducta materna se desencadena por una serie de cambios fisiológicos, como los cambios endocrinos asociados al parto y a la lactancia, la temperatura corporal de la madre, (Leon, Adels y Coopersmith, 1985) y la emisión de feromonas (Hudson y Distel, 1984; González-Mariscal, Chirino y Hudson, 1994).

Existe todo un repertorio de conductas necesarias para la supervivencia de las crías. Algunas son muy obvias como el proveer a la cría de alimento, limpieza, etc. Hay otras conductas que no se relacionan con la supervivencia de las crías tan fácilmente; tal es el caso de las conductas que se presentan durante la gestación, como el incremento de aseo en el área mamaria de la rata, importante para el desarrollo de la glándula. Por

otra parte, se ha observado que las ratas lactantes se vuelven hiperfágicas mostrando una especial atracción hacia la sal, elemento importante durante la lactancia (Denton y Nelson, 1980; Thiels, Alberts y Cramer, 1990). En algunas especies, la hiperfagia durante la lactancia promueve la síntesis de feromonas maternas que atraen a los recién nacidos (Leon, 1978). Así mismo, la agresión intraespecífica de congéneres adultos, como ocurre en las cabras, aunque no está afectando directamente a las crías, probablemente aumenta su probabilidad de supervivencia.

3.2 Características de la conducta de la madre y de la cría en ovinos y caprinos

La conducta materna en ovinos y caprinos se facilita por procesos que ocurren poco antes, durante, e inmediatamente después del parto. En estas especies la conducta materna es un estado temporal con dos características: Una activación repentina de la receptividad materna hacia cualquier neonato, que se facilita por la acción de factores fisiológicos desencadenados al parto y el establecimiento de un vínculo selectivo de la madre con su cría (Alexander, 1978; Lent, 1974). Este vínculo se desarrolla entre las 2 y las 4 horas postparto siempre y cuando la pareja madre-cría no sea molestada. Una vez que se ha establecido el vínculo la madre sólo amamantará a su cría y podrá hasta agredir a crías extrañas (Romeyer, Poindron, Porter, Lévy y Orgeur, 1994b; Bouissou, 1968; Poindron *et al.*, 1993)

El vínculo selectivo es crucial ya que estas especies son estacionales y su época de crianza generalmente se presenta al final del invierno y al inicio de la primavera. Las crías nacen con algunas semanas de diferencia en un mismo rebaño y la falta de selectividad podría tener como consecuencia el robo de leche por algunas crías y su falta para otras. Una competencia entre un neonato y una cría de varios días con mayor fuerza y capacidad de ingesta mucho mayor podría resultar en la muerte del primero. Esto no sucede precisamente por la selectividad materna (Poindron y Le Neindre 1980; Nowak *et al.*, 1987).

Conducta de la madre antes del parto

Los ovinos y los caprinos muestran una disminución de la conducta social antes del parto. Este aislamiento, junto con otras conductas, favorece los procesos necesarios para desarrollar el vínculo selectivo entre la madre y su cría (Poindron, Soto y Romeyer, 1997). En un estudio se separó a borregas no gestantes del resto del grupo, lo cual resultó en que mostraran signos de agitación. La misma situación en un grupo de ovejas gestantes cercanas al parto no produjo signos de agitación (Poindron, Caba, Gomora Arrati, Krebhiel y Beyer; 1994). La disminución en la conducta gregaria antes del parto también se observa en cabras domésticas (Lickliter, 1984) y en cabras salvajes, (O'Brien, 1984) se ha observado que se aíslan dos días antes del parto y forman un espacio parecido a un nido.

Otra conducta que se observa en la cabra antes del parto, es la búsqueda de un área protegida en donde parir (O'Brien, 1983). En contraste, la borrega solamente buscará refugio al parir si tiene frío, más no con el propósito de proteger a su cría (Alexander, Signoret y Hafez, 1980; Lynch y Alexander, 1977; Stevens, Alexander y Lynch, 1981)

Antes de parir, las cabras lecheras de tipo criollo y las granadinas (Ramírez, Quiles, Hevia y Sotillo, 1995) se muestran inquietas, rascan el piso, se echan y se levantan varias veces, en algunas ocasiones balan bajo y voltean constantemente hacia la cola, se la huelen e intentan lamérsela. Si alguna cabra a punto de parir se encuentra cerca de otra que parió recientemente, se podrá mostrar atraída hacia la placenta y a veces hacia la cría. Sin embargo, las hembras tienen una fuerte tendencia a defender su lugar de parto y a su cría (Lickliter, 1985; Das y Tomer, 1997; Ramírez *et al.*, 1995), lo cual previene el "robo" o intercambio de neonatos. Las borregas pueden mostrar interés por un cordero ajeno dentro de las 3 horas antes del parto (Arnold y Morgan, 1975) y en algunos casos hasta 15 días antes (Alexander, 1960; Poindron y Le Neindre, 1980).

Conducta de la madre durante el parto

La conducta materna dirigida hacia el recién nacido está constituida por diferentes partes. Al momento de la ruptura de la bolsa amniótica y la salida del líquido, la hembra los consume activamente. La atracción por el líquido amniótico promueve la limpieza de la cría en los primeros minutos después del nacimiento (Smith, Van-Toller y Boyes, 1966; Poindron *et al.*, 1993). La madre también lame las membranas fetales, aunque no siempre son consumidas. La limpieza de la cría empieza por la cabeza y continúa progresivamente con el resto del cuerpo (Arnold y Morgan, 1975). Durante todo este proceso, la madre emite muchos balidos bajos que son característicos de la conducta materna. El recién nacido permanece entre 10 y 20 minutos acostado, emitiendo también vocalizaciones (Lickliter, 1985; Dwyer *et al.*, 1998; Terrazas y Poindron comunicación personal). Este comportamiento está asociado frecuentemente por un toqueteo suave de la madre a la cría para estimularla a levantarse (Poindron *et al.*, 1993; Vince, 1993; Lévy, Kendrick, Keverne, Porter y Romeyer, 1996).

La constante percepción del olor de la cría por la madre hace que ésta se familiarice con las características olorosas de su cría, lo cual sirve como base para la aceptación y el rechazo de crías ajenas. Una vez establecido el vínculo selectivo, es muy difícil revertirlo (Poindron, 1976b; Poindron y Le Neindre 1980; Romeyer y Poindron, 1992; Romeyer *et al.*, 1994b).

Comportamiento del recién nacido

Tanto los cabritos como los corderos recién nacidos se caracterizan por tener un sistema sensorio-motor bien desarrollado. A los pocos minutos de haber nacido, intentan levantarse y cuando lo logran, comienzan a golpear con el morro a la madre buscando la ubre (Lickliter, 1985). En la mayoría de los casos la cría comienza a mamar entre los 30 y 60 minutos después del parto (Slee y Springbett, 1986). La

presencia de la madre durante este periodo es muy importante debido a que es ella quien estimula a la cría a levantarse (Alexander y Williams, 1966; Vince, 1993).

Cuando el cordero o el cabrito comienza a buscar la ubre, la madre favorece el encuentro permaneciendo inmóvil, arqueándose y tratando de exponer más los pezones de la ubre. La posición del crío generalmente es de forma paralela inversa, es decir, la cabeza de la madre hacia la cola de la cría y viceversa. Progresivamente, las conductas de la cría y de su madre se organizan en secuencias al momento del amamantamiento: antes de dirigirse a la ubre, las crías hacen un pasaje por delante de la madre y ésta lo olfatea antes de permitirle el acceso a la ubre (Poindron, 1976b; Poindron y Signoret, 1977).

En ovejas, la emisión de balidos por parte de la madre juega un papel importante en la actividad motora de los corderos: los balidos altos estimulan dicha actividad, mientras que los balidos bajos la disminuyen (Vince, 1993).

3.3 Factores fisiológicos involucrados en la manifestación de la conducta materna

▪ Factores hormonales

Los eventos hormonales que anteceden y desencadenan el parto influyen sobre la presentación de la conducta materna en varios mamíferos. En un gran número de experimentos hechos en ovejas, ratas, ratones y conejas se ha visto que antes del parto disminuyen los niveles de progesterona y se elevan los niveles de estradiol (Thorburn, Nicol, Bassett, Shut y Cox, 1972). Otras modificaciones comunes en muchos mamíferos son la liberación de oxitocina, corticotropina (CRF), algunos neurotransmisores como GABA y opiodes (Kendrick, Keverne, Shapman y Baldwin, 1988; Kendrick y Keverne, 1989; Caba *et al.*, 1995). La liberación de prolactina estimula a la coneja a construir su nido, facilita la respuesta materna en la rata

(Bridges, Numan, Ronsheim, Mann y Lupini; 1990) y promueve la agresión con el fin de mantener alejados del nido a conespecíficos en el hámster (Wise y Pryor, 1977).

- **Estimulación vagino-cervical**

Otro evento fisiológico importante para el desarrollo de la conducta materna en la oveja, es la estimulación vagino-cervical (EVC), causada por el paso del feto por el canal del parto. Es posible inducir una rápida manifestación de conducta materna en ovejas vacías por un tratamiento de estradiol seguido por una EVC artificial (Keverne, Lévy, Poindron y Lindsay, 1983; Poindron, Lévy y Krehbiel, 1988; Kendrick, Lévy y Keverne, 1991). Por otra parte, la anestesia epidural al momento del parto inhibe la manifestación de la conducta materna, especialmente en madres sin experiencia (Krehbiel, Poindron, Lévy y Prud'homme, 1987). En la cabra también se ha demostrado la participación de la EVC en el despliegue de la conducta materna y se puede revertir la inhibición de la conducta materna debida a la anestesia peridural gracias a una EVC artificial (Poindron, Hernandez, Gonzalez, Navarro y Delgadillo, 1998). También se ha observado que la EVC facilita la adopción de un cabrito extraño (Romeyer *et al.*, 1994b).

- **Factores neurobiológicos**

En las cabras y en las ovejas, el parto desencadena una cascada de mecanismos fisiológicos que despiertan la conducta materna. Dichos eventos inducen cambios neurobiológicos persistentes en las estructuras olfativas y pueden facilitar el resurgimiento de la conducta materna en partos subsiguientes (Kendrick, Lévy y Keverne, 1992; Keverne, Lévy, Guevara-Guzman y Kendrick., 1993; Lévy, Guevara-Guzman, Hinton, Kendrick y Keverne, 1993).

El núcleo paraventricular del hipotálamo es una de las áreas más importantes de acción de la oxitocina intracerebral para la activación de la conducta materna en ovejas (Da Costa, Guevara-Guzman, Ohkura, Goode y Kendrick, 1996). Otros sitios cerebrales en donde se ha observado la presencia de oxitocina son la substancia nigra, el septum, el área preóptica media, el bulbo olfatorio, y la base del núcleo de la estría terminal (Lévy *et al.*, 1996). Aunque los eventos fisiológicos son muy similares en ambas especies, en la cabra se desconocen los mecanismos endocrinos y neurobiológicos que regulan su conducta materna (Rosenblatt y Siegel, 1981; Poindron *et al.*, 1998). Los pocos intentos de inducir una conducta materna en cabras no gestantes con esteroides sexuales no han sido exitosos (Rosenblatt y Siegel, 1981).

▪ **Periodo sensible**

Existe un periodo sensible durante el cual las madres son altamente receptivas para cuidar al recién nacido (Herscher, Richmond y Moore, 1963) y capaces de establecer un vínculo selectivo. La receptividad en la oveja suele aparecer pocas horas antes del parto, aunque se han reportados casos en los que se ha presentado hasta dos semanas antes del parto (Alexander, 1960; Arnold y Morgan, 1975; Poindron, Martin y Hooley, 1979; Poindron y Le Neindre, 1980).

En cabras primíparas, una separación de dos horas al inicio del parto es suficiente para disminuir la receptividad hacia el cabrito. En las múltiparas la experiencia parece jugar un papel importante en el periodo sensible, ya que estas cabras aceptarán a su cría a pesar de haber sido separadas de ella por dos horas inmediatamente después del parto (Lickliter, 1982). Contrariamente a lo encontrado por Lickliter, Ramírez, Quiles, Hevia, Sotillo y Ramírez (1996) encontraron que si a una cabra múltipara se le quita su cría inmediatamente después del parto y se le devuelve media hora después, desarrollará una conducta materna normal, pero si se deja pasar una hora, la cabra ya no va a aceptar a su cría. Es importante mencionar que en estos experimentos las cabras, además de no haber tenido contacto con los cabritos, tampoco tuvieron

contacto con los fluidos fetales ni con la placenta, lo cual pudo haber disminuido el tiempo de tolerancia a la separación.

Si se permite a la cabra y a su cría estar juntas aunque sea durante un pequeño lapso de tiempo, la madre será capaz de mantener su receptividad materna (Ramírez *et al.*, 1996). Si la cabra permanece con su cría 5 minutos después del parto, después se le retira para regresársela a la hora, a las 8 o a las 24 horas, tendrán una mejor conducta materna las cabras de los dos primeros grupos que las del grupo a 24 horas.

La activación de la conducta materna es temporal y si la cabra o la oveja no tiene contacto con su cría durante el periodo sensible, dejarán de ser maternas dentro de las 4 -12 horas posparto (Poindron y Le Neindre, 1980).

4. LA SELECTIVIDAD MATERNA Y EL RECONOCIMIENTO ENTRE LA MADRE Y SU CRIA EN OVINOS Y CAPRINOS

4.1 Selectividad

Tanto la oveja como la cabra se valen de distintos sentidos para reconocer a sus crías. El olfato juega un papel determinante al principio, ya que la percepción olfatoria y la memorización de esta información, permite el establecimiento temprano de un *primer* reconocimiento de la cría por parte de la madre y de su amamantamiento selectivo.

En ovejas parturientas, el olfato está involucrado tanto en la atracción de cualquier neonato (Lévy y Poindron, 1984; Lévy y Poindron, 1987) como en el reconocimiento individual de su cordero (Bouissou, 1968; Morgan, Boundy, Arnold y Lindsay, 1975; Poindron y Le Neindre, 1980). El olfato es tan importante que si a una oveja se le bloquean los sentidos de la vista, el oído y el tacto, dejándole libre el sentido del olfato, será capaz de desplegar una conducta materna y reconocer a su cría (Morgan, Arnold y Lindsay, 1972; Alexander, 1978; Poindron y Le Neindre, 1980; Poindron *et al.*, 1988).

La participación del reconocimiento olfatorio de la cría para el establecimiento de la selectividad materna tiene la misma importancia en la cabra y en la oveja (Klopfer y Gamble, 1966; Gubernick *et al.*, 1979; Gubernick, 1980; Gubernick, 1981a; Romeyer *et al.*, 1994a). En un experimento en donde se les vendaban los ojos a las cabras, las madres fueron capaces de discriminar a sus crías aunque éstas no balaran (Klopfer, Adams y Klopfer, 1964).

En ambas especies el olfato también está involucrado en la aceptación de la cría a la ubre por parte de la madre. La cría debe de pasar por delante de la cabra o la oveja para que ellas lo huelan y le permitan mamar (Poindron, 1976b; Poindron y Signoret 1977).

4.2 Reconocimiento a distancia

Un estudio realizado por Poindron y Carrick, (1976) demostró que las borregas son capaces de reconocer las vocalizaciones de sus crías a una distancia de 10 m a las 3 semanas de vida de las crías. Lenhardt (1977), registró los balidos de los cabritos fonográficamente. El análisis de sus sonogramas no mostró diferencias entre los balidos de los cabritos hasta los cuatro días de nacidos y sugirió que las madres no eran capaces de reconocer el balido de sus crías hasta este momento. Sin embargo, en la actualidad se han hecho sonogramas con equipos más modernos de mayor calidad en la definición de los sonidos. Como resultado se ha visto que las vocalizaciones de los cabritos presentan características físicas individuales desde el primer día de vida, por lo que se propone que las señales auditivas emitidas por la cabra y su cría pueden facilitar el reconocimiento mutuo (Ruiz-Miranda, Szymanski e Ingals, 1993; Terrazas, Serafín, Hernández y Poindron, en preparación).

La vista es otro sentido importante para el reconocimiento entre la madre y su cría. Si en un laberinto en T se pone a la cría propia de un lado y a la extraña del lado opuesto, estando ambas crías detrás de una tela semitransparente, las borregas son incapaces

de reconocer a su cordero (Lindsay y Fletcher, 1968). Alexander y Shillito (1977b) encontraron que las ovejas tampoco podían reconocer a su cordero si se pintaban con carbón. Las zonas importantes de identificación visual para la madre son la cara y las patas delanteras.

La participación del sentido visual en el reconocimiento madre-cría en cabras todavía no está establecida. Al parecer su importancia es secundaria en la aceptación a la ubre de la cría propia y el rechazo de una extraña. En cabras anósmicas se observó que el color del pelaje (igual o diferente al del cabrito propio) no influía en la aceptación de cabritos extraños. Esto sugiere que la participación de la vista es secundaria para entablar un lazo filiativo entre la madre y su cría, inmediatamente después del parto (Romeyer *et al.*, 1994a), de manera similar a lo que se ha reportado generalmente en ovinos, aunque Poindron (1976a) encontró que si a ovejas anósmicas se les da a elegir entre su cría y otra de pelaje completamente distinto, por ejemplo blanco contra negro, algunas madres eligen correctamente a su cordero.

4.3 Factores fisiológicos involucrados en el reconocimiento de las crías en ovinos y caprinos

La discriminación olfativa del cordero por su madre involucra mecanismos fisiológicos cuya primera etapa de procesamiento tiene lugar en el bulbo olfatorio. Este primer relevo de información olfativa es capaz de mostrar plasticidad durante el aprendizaje y está implicado en la memoria olfativa (Lévy *et al.*, 1996).

En borregas, la estimulación vaginocervical producida por la cría al momento de pasar por el canal de parto, provoca un incremento en las concentraciones de noradrenalina en el bulbo olfatorio que promueve la generación de una memoria olfatoria indispensable para la formación del vínculo selectivo (Keverne *et al.*, 1983; Pissonnier, Thiéry, Fabre-Nys, Poindron y Keverne, 1985).

Aunque las señales olfativas son indispensables para el establecimiento de la conducta materna en ovejas, solamente el sistema *principal* es necesario. La deaferentación del sistema *vomeronasal*, no tiene impacto en el reconocimiento de la cría, en la selectividad, ni en el desarrollo adecuado de la conducta materna (Levy, Locatelli, Piketty, Tillet y Poindron; 1995). En cambio, si a las ovejas se les practica una anosmia con sulfato de zinc antes del parto, no desarrollan selectividad para amamantar (Poindron, 1976a), pero sí son capaces de reconocer a sus crías a distancia (Poindron y Le Neindre, 1980; Terrazas, 1999; Ferreira *et al.*, 2000).

A pesar de los varios estudios realizados por Poindron (1976a) y Levy *et al.* (1995) sobre la importancia del sistema principal en el establecimiento del vínculo selectivo, Booth y Katz (2000) sugieren que el sistema vomeronasal es el responsable. Sin embargo, no hicieron un análisis histológico para verificar si sus lesiones realmente hubieran afectado las áreas deseadas, por otra parte, la verificación de la anosmia hecha con amonio, podría estar tomando parte el trigémino y no el sistema olfatorio principal.

Como las borregas, las cabras tampoco desarrollan una conducta materna selectiva si se les induce una anosmia permanente con sulfato de zinc (Romeyer *et al.*, 1994a). Una anosmia temporal con una solución de xilocaina tiene como resultado trastornos en la aceptación del cabrito (Klopfer y Gamble 1966).

4.4 Mecanismos de discriminación de la madre por las crías

Tanto los corderos como los cabritos recién nacidos tienden a mamar de cualquier madre que se les presente. Poco a poco irán aprendiendo las señales particulares que emite la madre debido al rechazo de las madres ajenas y la aceptación de la madre propia (Lickliter y Heron, 1984; Nowak y Lindsay, 1990; Nowak, Poindron y Putu, 1990).

Los corderos utilizan principalmente la vista y el tacto para permanecer cerca de su madre durante las primeras horas de vida (Vince, 1993). Otra estrategia utilizada por los corderos para discriminar a su progenitora son las vocalizaciones emitidas por ella. Las borregas emiten muchas vocalizaciones durante las primeras horas postparto, lo cual puede constituir una comunicación con la cría (Collias, 1956; Nowak, 1990b). Hay dos tipos de balidos: los altos, que se caracterizan por la emisión de un sonido con la boca abierta y los bajos, emitidos con la boca cerrada. Los balidos bajos son característicos de las madres para comunicarse con sus crías después del parto (Shillito y Hoyland, 1971). Los corderos a los 50 días de nacidos ya tienen la capacidad de reconocer las vocalizaciones de su madre aunque ésta no esté visible. Esta capacidad varía según la raza (Shillito-Walser, 1980).

El sentido de la vista parece estar involucrado en el reconocimiento de la madre solamente cuando la oveja está cerca. Si la madre se encuentra a una distancia de 4 metros o mayor, se requiere tanto del estímulo visual como del auditivo (Shillito, 1975; Nowak, 1991). Un cordero ya es capaz de discriminar a su madre de otra borrega a una distancia corta a las 12 hrs. de haber nacido, (Nowak *et al.*, 1987; Terrazas, 1999; Terrazas *et al.*, 2002 aceptado). La habilidad del cordero para reconocer a la madre a través de la vista va mejorando a lo largo de la segunda y tercera semanas de vida. Los corderos menores de una semana no logran percibir los cambios ocasionados por la trasquila de las madres (Alexander, 1977; Alexander y Shillito, 1977b)

Los borregos recién nacidos son capaces de discriminar entre los olores de su madre y de una madre ajena (Vince y Ward, 1984). Sin embargo, el olfato no parece ser tan importante para la búsqueda de la madre durante las primeras horas de vida del cordero. Si se rocía xilocaina al 10% en aerosol en la mucosa nasal a corderos de corta edad con el fin de volverlos anósmicos, su desempeño para acercarse a la ubre no difiere de la de las crías intactas (Vince, Lynch, Green y Elwin, 1987; Nowak, 1991).

Con respecto a las cabras, después de la expulsión del feto se da un constante intercambio de balidos entre la madre y su cabrito. Las vocalizaciones emitidas por las cabras después del parto son balidos de frecuencia baja (medidos en Hz) y los emitidos por las crías son de frecuencia alta (Lickliter, 1984; Lickliter, 1985).

Para que el cabrito sea capaz de reconocer los balidos de su madre, es necesario que las vocalizaciones sean diferenciadas individualmente, es decir, que el llamado de cada animal tenga cualidades particulares (Ruiz-Miranda *et al.*, 1993). Para que un cabrito encuentre a su madre, este debe de reconocer tanto el balido, como su procedencia (Kiley, 1972). Esta localización es sumamente importante en especies escondedizas, ya que la madre generalmente no busca a la cría en su escondite, sino que la llama a cierta distancia y espera a que la cría se acerque (Walther, 1984 citado por Ruiz-Miranda, 1992). La duración, el número de segmentos, armónicas y picos en las frecuencias de los balidos de las cabras son estadísticamente diferentes entre un animal y otro lo cual pueden servir de base para la discriminación (Ruiz-Miranda *et al.*, 1993).

Los cabritos son capaces de localizar a su madre 48 hrs. después de su nacimiento, si son sometidos a una prueba de elección entre su madre y otra cabra, permanecen la mayor parte del tiempo con su progenitora (Lickliter y Heron, 1984). A los 5 días de edad el cabrito es capaz de reconocer a su madre a una distancia de 10 m entre un grupo de cabras (Ruiz-Miranda, 1992). Esto sugiere que los cabritos son capaces de reconocer las diferentes intensidades en la pigmentaciones del pelaje para poder identificar a su madre (Buchenauer y Fritsch, 1980 citado por Ruiz-Miranda, 1992). Por su parte Ruiz-Miranda (1993) encontró que los errores para elegir a la madre, cometidos por cabritos entre los 2 y los 4 meses de edad, siempre eran hacia madres con pelaje de la misma tonalidad que las propias. Los cabritos de 3 días de edad son capaces de elegir a su madre cuando tienen que distinguir entre 2 cabras, si la intensidad del color y la longitud del pelaje no son similares (Ruiz-Miranda, 1992; Ruiz-Miranda, 1993). Los cabritos tropicales de Africa no son capaces de discriminar a su

madre de otra, antes de las 48 horas de haber nacido (Addae *et al.*, 2000), pero este mismo autor reconoce que las madres de esta raza, son más lentas en discriminar a sus crías que muchas otras razas, por lo que quizá se presente el mismo caso con las crías.

Hasta la fecha existen pocos estudios sobre la capacidad de los cabritos para discriminar entre su madre y una ajena a una edad más temprana. Debido a que todavía no se conocen bien los mecanismos de reconocimiento entre la cabra y su cabrito durante los primeros días postparto, en el presente trabajo se investiga la capacidad de reconocimiento mutuo temprano entre la madre y su cría y la participación de otros sentidos además del olfato durante los primeros días postparto.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se sabe que tanto las cabras como las ovejas son capaces de reconocer a su cría dentro de las primeras 2 a 4 horas postparto y que esto se logra a través del olfato (Poindron y Le Neindre, 1980; Romeyer y Poindron, 1992). También se sabe que las borregas tienen la capacidad de reconocer a sus crías a las 8 horas postparto en ausencia de señales olfativas, es decir, a través de la vista y/o el oído (Terrazas *et al.*, 1999). Sin embargo, se desconoce si las cabras son capaces de reconocer a sus crías a través de la vista y/o el oído, tan pronto como lo hacen las ovejas. Debido a que las crías de las ovejas son seguidoras y las de las cabras son escondedizas, puede ser que los mecanismos de reconocimiento temprano entre estas dos especies difirieran. En cuanto a las crías, se sabe que los corderos muestran una preferencia hacia su madre a las 12 horas postparto (Nowak *et al.*, 1987; Terrazas *et al.*, 1999), pero no se han hecho estudios a una edad tan temprana con cabritos.

OBJETIVOS

Objetivo General

El presente trabajo busca caracterizar el desarrollo de la discriminación entre la cabra y su cría en el primer día de vida del cabrito.

Objetivos Específicos

- 1.- Investigar si la cabra es capaz de discriminar a su cría por otros sentidos que no sean el olfato, dentro del primer día postparto.
- 2.- Investigar la capacidad del cabrito para discriminar a su madre dentro del primer día de vida.
- 3.- Si el cabrito es capaz de discriminar a su madre el primer día de vida, dilucidar los mecanismos por los cuales lo hace.

HIPOTESIS

Como hemos visto en la revisión bibliográfica, varios autores han propuesto que los mecanismos de reconocimiento mutuo entre la madre y la cría difieren entre ovinos y caprinos, debido a la conducta diferente del recién nacido en las dos especies. Sin embargo, cuando uno hace una revisión cuidadosa de los resultados existentes, las diferencias parecen deberse más a la falta de datos en una de las dos especies, o a condiciones de estudios diferentes. Cuando uno compara resultados obtenidos en condiciones similares, aparece una gran similitud en los mecanismos de control de la vinculación mutua entre la madre y el recién nacido en las dos especies. Tanto en la cabra, como en la oveja, existe un papel importante de los factores fisiológicos del parto en la activación de la conducta materna y la vinculación de la madre hacia su cría. En ambas especies, el reconocimiento olfatorio se establece rápidamente

OBJETIVOS

Objetivo General

El presente trabajo busca caracterizar el desarrollo de la discriminación entre la cabra y su cría en el primer día de vida del cabrito.

Objetivos Específicos

- 1.- Investigar si la cabra es capaz de discriminar a su cría por otros sentidos que no sean el olfato, dentro del primer día postparto.
- 2.- Investigar la capacidad del cabrito para discriminar a su madre dentro del primer día de vida.
- 3.- Si el cabrito es capaz de discriminar a su madre el primer día de vida, dilucidar los mecanismos por los cuales lo hace.

HIPOTESIS

Como hemos visto en la revisión bibliográfica, varios autores han propuesto que los mecanismos de reconocimiento mutuo entre la madre y la cría difieren entre ovinos y caprinos, debido a la conducta diferente del recién nacido en las dos especies. Sin embargo, cuando uno hace una revisión cuidadosa de los resultados existentes, las diferencias parecen deberse más a la falta de datos en una de las dos especies, o a condiciones de estudios diferentes. Cuando uno compara resultados obtenidos en condiciones similares, aparece una gran similitud en los mecanismos de control de la vinculación mutua entre la madre y el recién nacido en las dos especies. Tanto en la cabra, como en la oveja, existe un papel importante de los factores fisiológicos del parto en la activación de la conducta materna y la vinculación de la madre hacia su cría. En ambas especies, el reconocimiento olfatorio se establece rápidamente

después del parto y depende de la estimulación vaginocervical así como de la memorización de un olor individual del neonato.

1.- Debido a las similitudes mencionadas arriba, proponemos que la cabra al igual que la oveja, es capaz de discriminar a su cría de una extraña desde el primer día postparto, sin la ayuda de señales olfativas.

2.- Con base en el argumento del punto anterior, sugerimos que al igual que el cordero, el cabrito es capaz de discriminar entre su madre y una ajena en el primer día de vida. Es decir, que las características motoras de las crías seguidoras en contra de escondedizas no influyen en el desarrollo del reconocimiento de estas 2 especies.

3.- Como en el caso del cordero, la conducta de aceptación de la madre es un elemento determinante para orientar la elección del cabrito en su primer día de vida. En consecuencia si al cabrito se le da a escoger entre 2 madres que muestran conducta de aceptación, el cabrito no es capaz de hacer una elección correcta.

ANIMALES, MATERIALES Y METODOS GENERALES

Con el fin de probar las hipótesis anteriormente planteadas, se realizaron los siguientes 6 experimentos.

- 1) Capacidad de cabras con el sentido del olfato intacto para percibir el olor de las crías a 1 m. de distancia
- 2) Capacidad de las madres intactas para discriminar a su cría en el primer día postparto
- 3) Capacidad de madres anósmicas para discriminar entre su cabrito y un cabrito ajeno a las 8 hrs. postparto
- 4) Capacidad de cabritos hijos de madres intactas para discriminar a su madre dentro del primer día de vida
- 5) Importancia de la selectividad materna en el proceso de discriminación por parte de las crías
- 6) Influencia del tamaño del corral sobre la capacidad de cabritos de 8 horas de edad para elegir correctamente a su madre

Localización

Los experimentos se llevaron a cabo en los meses de junio y julio de 2000 y abril de 2001 en la *Unidad Experimental del CNB, ubicada en el rancho de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Nacional Autónoma de Querétaro, en Amazcala, municipio del Marqués, Querétaro, México.*

Animales experimentales

Se utilizaron 47 cabras criollas de tipo lechero, multíparas de 3 a 5 años de edad y sus crías. De estas cabras 36 fueron intactas y 11 anósmicas.

Sincronización de la reproducción

*El estro de las cabras se sincronizó, para que el nacimiento de los cabritos se diera en grupos lo más cercano posible en el tiempo y así realizar las pruebas de las madres con crías de edades similares y de las crías con madres que hubieran parido a horas semejantes. El estro de las cabras fue sincronizado de acuerdo al método reportado por Baril *et al.* (1993) con la aplicación de esponjas vaginales impregnadas con acetato de flurogestona (45 mg: Chrono-gest®) por 19 días. Cuarenta y ocho horas antes de retirar las esponjas (día 17) se les aplicó una inyección intramuscular de gonadotropina sérica de yegua gestante (PMSG, Folligón*, Laboratorios Intervet, 300 u.i. por animal) para inducir la ovulación. Las hembras fueron fecundadas por monta natural. A los 45 días de la monta, se realizó un diagnóstico de gestación por medio de un aparato de ultrasonido de pantalla. La duración promedio de la gestación fue de 149 ± 3 días.*

Condiciones de manejo del rebaño

Durante la gestación y la lactancia las cabras fueron alimentadas con heno de alfalfa, alimento concentrado, minerales y libre acceso al agua. Las cantidades fueron ajustadas para satisfacer sus requerimientos nutrimentales según su estado fisiológico de acuerdo al National Council Research (NCR, 1981).

Las hembras gestantes fueron albergadas en un corral techado de 10 x 30 m con una densidad de 11.5 m² por cabra, durante el último tercio de la gestación. A los 145 días de gestación se empezaron a observar de cerca a los animales con el fin de detectar los primeros signos del parto tales como la ruptura de la bolsa amniótica, contracciones, etc. Cuando esto sucedía se metía a la hembra en un corral de 2 x 2 m en donde paría y permanecía sin ser molestada durante las primeras 4 hrs. postparto. Pasado este tiempo se juntaba en un corral con las otras hembras paridas. Las cabras anósmicas eran colocadas en un corral separado de las intactas.

Si a los 147 días de gestación, las cabras no habían parido, se les aplicaba una inyección de dexametasona (16 mg i.m. Azium®, Schering-Plough) con la finalidad de sincronizar los partos.

Antes de las pruebas conductuales, se realizaron pruebas de anosmia y selectividad a 51 animales con el fin de verificar que las cabras a las que se les había irrigado sulfato de zinc realmente estuvieran anósmicas y no fueran selectivas, y confirmar que las cabras intactas presentaban discriminación olfativa y selectividad. Si las cabras de cada grupo no cumplían con los requisitos respectivos, no se utilizaban en el experimento.

- Procedimiento para realizar la anosmia

Un año y 9 meses antes de este experimento, a un grupo de animales elegidos al azar, se le indujo una anosmia permanente para otro experimento (Hernández, 2001). La anosmia se hizo con una irrigación de solución de sulfato de zinc (1.5%) y procaína (3%), de acuerdo al procedimiento utilizado por Romeyer *et al* (1994a). Se realizaron dos irrigaciones con un intervalo de una semana.

Veinticuatro horas antes de cada aplicación, se dejó a los animales en ayunas y sin agua para evitar vómito y broncoaspiración. Las cabras fueron anestesiadas con 20 mg/kg de Tiopental sódico e intubadas con una sonda endotraqueal con vejiga inflable. La sonda se colocó con la ayuda de una barra guía, y después se infló la vejiga. A continuación el animal fue colocado en decúbito dorsal para realizarle la irrigación, se le introdujo un catéter en el orificio nasal y se conectó a una jeringa de 60 ml con la solución de sulfato de zinc. Se irrigó la mucosa hasta que el líquido saliera por el otro orificio 100 - 150 ml. de solución, colocando la cabeza del animal en una posición tal que el paladar quedara de manera horizontal. Luego, se sacudió la cabeza, cerrando los orificios con la mano para evitar el derrame del líquido y se llenó nuevamente la cavidad nasal. Cada animal permaneció con la solución durante 3 minutos y

posteriormente se escurrió sacudiendo nuevamente la cabeza del animal para evitar dejar líquido en las cavidades. Finalmente las cabras fueron llevadas a un corral para que se recuperaran de la anestesia y poder retirarles las sondas de la tráquea.

- Prueba de confirmación de anosmia

En dos cubetas iguales se ponían 100 gramos de alimento concentrado que a las cabras les gusta mucho. La cubeta control y estaba limpia y la segunda tenía las paredes embarradas con excremento de perro que es muy repulsivo para las cabras y las ovejas (Poindron, 1974; Romeyer *et al.*, 1994a; Hernández, 2001). Si una cabra invertía más de 30 segundos comiendo de la cubeta con excremento se consideraba anósmica. La prueba tenía una duración de 2 minutos y se realizó antes de sincronizar las montas, a los 130 días de la gestación y por última vez, a las 4 hrs. de que la cabra hubiera parido.

- Métodos para pruebas de selectividad

A las cuatro horas de haber parido y permanecido con su(s) cría(s) sin haber sido molestadas, se separaba a la madre de su(s) cría(s) y se le dejaba sola por un lapso de 5 minutos. Una vez transcurrido ese tiempo, se le ponía un cabrito ajeno, lo más cercano en tiempo de vida a su cría. La prueba tenía una duración de 5 minutos. Se medía los siguientes parámetros: 1.- Emisión de balidos altos y bajos por parte de la madre, 2.- aceptación a la ubre, 3.- tiempo total de amamantamiento, 4.- rechazo a la ubre y 5.- golpes o amenazas de la cabra hacia el cabrito.

Es importante mencionar que si la madre tenía más de un cabrito, solamente se probaba con un cabrito ajeno y una de sus crías.

I.- Primera fase experimental

**Estudio de la Capacidad de las
cabras para reconocer a sus
crías, sin la ayuda de señales
olfativas, durante las primeras 24
horas de vida del cabrito**

Experimento I

Capacidad de cabras intactas para percibir el olor de las crías a 1 m de distancia

Introducción

Alexander y Shillito (1977a) y Alexander (1978) demostraron que el olor individual del cordero no difunde a más de 0.25 m., inclusive con una corriente de aire a una velocidad de 1 m/seg. En cabras no se sabe a que distancia ya no perciben el olor de su cría.

Objetivo

Comprobar si las cabras, al igual que las ovejas son incapaces de discriminar a sus crías a 1 m de distancia por percepción de su olor.

Materiales y métodos

Grupos experimentales

- 6 Cabras intactas que podían tener contacto táctil nasal (<1cm) con las crías.
- 6 Cabras intactas cuyas crías se encontraban a 1 m de distancia.

En ambos casos los cabritos estaban anestesiados.

Corral de prueba (Figuras 1 y 2)

Se construyó un corral de 140 cm de ancho por 2 m de largo y 1 m de alto para las madres con un anexo de 1 m de largo por 140 de ancho y 1 m de altura para las crías (Figuras 1 y 2). Los dos metros disponibles a la madre, estaban limitados al corral de las crías por un panel de rejilla tubular cuadrada de un metro de altura. El panel evitaba que la madre pasara al otro lado, pero le daba visibilidad y la posibilidad de tener contacto nasal con el cabrito, en caso de que éste fuera colocado inmediatamente del otro lado del panel. En el área de la madre había una raya pintada en el piso que delimitaba la mitad del ancho del corral, una mitad correspondía a la cría propia y la otra correspondía a la cría ajena. Había pintada otra raya a 50 cm del panel que separaba a las crías, este espacio era la zona de elección (a), el resto del corral era considerado como zona neutra (b).

En la parte posterior del corral correspondiente a las crías, se encontraban los dos ventiladores en unas cajas de madera. Entre las dos cajas había una hoja de acrílico de 4 pulgadas de espesor por 1.30 m de longitud y 1 m de altura, para que el olor de los cabritos no se mezclara. Las situaciones de prueba de los cabritos a contacto y a distancia están ilustradas en las Figuras 1 y 2.

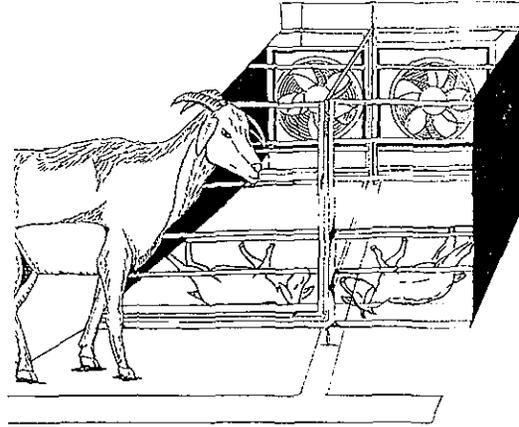
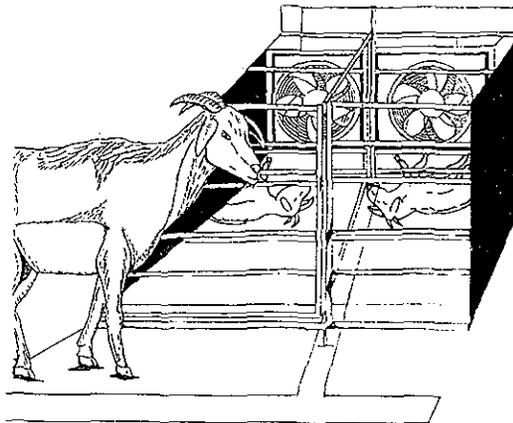


Figura 1. CORRAL PARA LA PRUEBA DE LOS CABRITOS A CONTACTO



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 2. CORRAL PARA LA PRUEBA DE LOS CABRITOS A 1 m DE DISTANCIA

Procedimiento

Se anestesiaron al cabrito propio y a uno extraño lo más cercano en edad al propio. (0.27 ml/Kg o 54 mg/ml de Tiopental Sódico, Pisa®). En el primer grupo las cabras estaban separadas de las crías por el panel de rejilla, sin embargo, la cabra podía ver e incluso pegar la nariz a los cabritos. En el segundo grupo las crías se encontraban a 1 m de distancia de la madre. En ambos grupos se prendió un ventilador (marca cyclon con 60 cm de diámetro) para cada uno de los cabritos. La velocidad del viento a la altura del panel (es decir, a un metro de distancia del ventilador) era de 2.8 m/s y de 4.5 m/s a la salida de los ventiladores. La velocidad del viento fue medida con un anemómetro marca Alba-windmatch Silva, Suiza. Cada vez que se realizaba una prueba se alternaban de lado el cabrito propio y el cabrito ajeno con el fin de eliminar la posibilidad de que las cabras eligieran siempre uno de los lados. Esta prueba tuvo una duración de 2 minutos.

Conductas registradas

Las conductas fueron registradas por uno o dos observadores entrenados que tomaban el tiempo con cronómetros (citizen) para cada cabrito y anotaban los datos en una hoja de registro previamente formateada.

Tiempo de permanencia con cada cría

El tiempo que la madre pasaba en cada una de las zonas se registró por medio de dos cronómetros, tomando como referencia la introducción de la punta de su hocico a la zona de contacto de cada cabrito. Se registraba el tiempo que permanecía ahí y se consideraba como tiempo con esa cría.

Tiempo total que las cabras permanecieron con las crías independientemente de su identidad

Se sumó el tiempo que las madres permanecieron con ambas crías.

Análisis de los datos

Se hizo una prueba de Lilliefors para verificar la normalidad de los datos. Debido a que los datos fueron normales se utilizó estadística paramétrica. Se analizaron los tiempos que permanecieron las madres con sus cabritos en contra del tiempo que permanecieron con los cabritos ajenos bajo las dos condiciones experimentales con una prueba de *t* apareada. También se analizó el tiempo que pasaron las madres con ambas crías. Para comparar los dos grupos, los datos fueron analizados utilizando pruebas de *t* para grupos independientes. Los resultados fueron expresados en medias y desviación estándar.

Resultados

En la prueba a 1 m de distancia el tiempo que pasaron las madres del lado de su cría, no difirió del tiempo que pasaron del lado de la cría ajena, ($n=6$, $t = 1.33$, $p=0.24$). Al contrario, los datos obtenidos en la prueba a contacto muestran que las madres pasaron significativamente más tiempo con su cría que con la cría extraña ($n=6$, $t=3.58$, $p=0.02$) (Figura. 3).

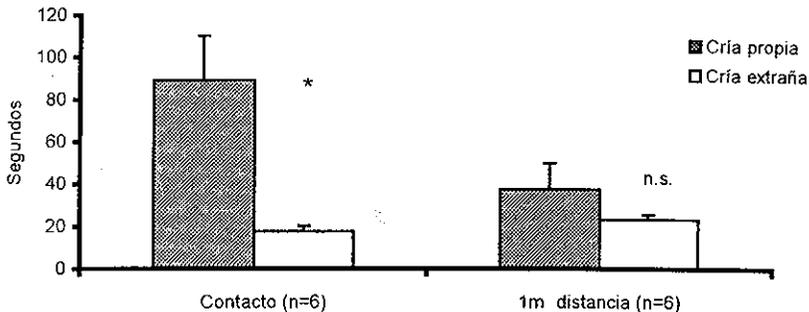


Figura 3 Tiempo (promedio \pm sem) que pasan las madres con su cría o con una cría extraña ($*=p<0.05$, n.s. = diferencia no significativa), durante la prueba de elección a 1 m de distancia o en contacto. En esta prueba ambos cabritos permanecieron anestesiados.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Haciendo una comparación del tiempo total que pasaron con las crías independientemente de su identidad, no se encontraron diferencias significativas entre las madres probadas a contacto y las madres probadas a distancia (Prueba de t; 1.72, $p=0.12$ promedio 106 ± 55 y 61 ± 35 a contacto y a distancia respectivamente)

Conclusiones

Estos resultados muestran por primera vez que las cabras intactas no tienen la capacidad de discriminar entre su cría y una extraña a una distancia de 1 m cuando están anestesiadas, mientras que pueden hacerlo cuando las crías están a una distancia muy corta. Esto sugiere que a esta distancia no pueden percibir de manera suficiente el olor individual de la cría. Nuestros resultados fueron similares a los encontrados en ovejas por Alexander y Shillito (1977a) Alexander (1978).

Otra posible interpretación de que las cabras probadas a 1 m de distancia no hayan pasado más tiempo con su cría que con la ajena, sería el hecho de que tal vez a distancia requieran de más de un sentido para poder identificar a su cabrito. Pensamos que se estaban valiendo de la vista, pero quizá les hizo falta un estímulo acústico paralelo. Sin embargo, en los resultados de la prueba a distancia, no se encontraron diferencias significativas entre el tiempo que pasaron con cada cría, esto indica que nunca dejaron de mostrar interés en las crías.

Experimento II

Capacidad de las madres intactas para discriminar a su cría en el primer día postparto sin la ayuda de señales olfativas

Introducción

Tomando en consideración los resultados del experimento 1, en el cual las madres no son capaces de elegir a su cabrito a un metro de distancia con base a su olor, se utilizaron 2 estrategias para verificar si las madres eran capaces de discriminar a su cría de una ajena sin la ayuda de señales olfatorias y en el caso de poder hacerlo, determinar a las cuantas horas después de haber parido lo lograban.

Objetivo

Determinar a las cuantas horas postparto las cabras intactas son capaces de discriminar a su cría de una ajena, sin la ayuda de señales olfatorias. Estas señales fueron eliminadas mediante la separación de la cría y su madre por 1 m de distancia. Las pruebas se realizaron a las 4, 12 y 24 horas postparto.

Materiales y métodos

Grupos experimentales

- 12 madres intactas probadas a 4 hrs. postparto
- 11 madres intactas probadas a 12 hrs. postparto.
- 13 madres intactas probadas a 24 hrs. postparto.

Corral de prueba

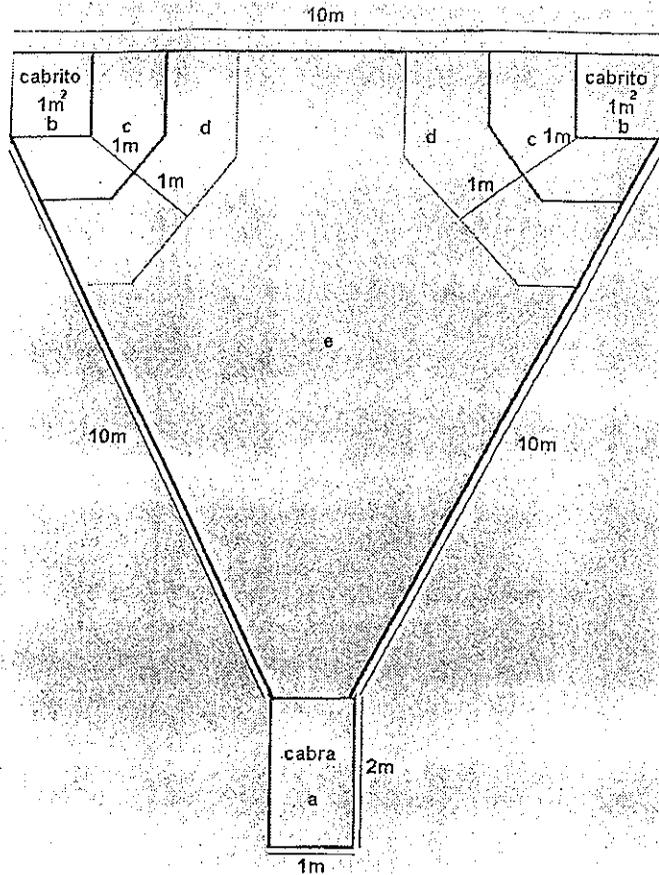
Se construyó un corral de prueba similar al utilizado en borregas por Terrazas (1999). El corral se construyó con paneles metálicos, completamente cerrados para limitar las corrientes de aire y la distracción de las cabras. El corral fue colocado dentro de un local techado que podía ser iluminado artificialmente por la noche. El local estaba cerrado por una pared de 1 m de altura, separándolo de los corrales en donde se encontraba el resto del rebaño. El corral tenía una forma triangular de 10 m de lado y un metro de altura (Figura.4). En dos de las esquinas se construyó un corral de contención de 1 m² con paneles de rejillas, uno para la cría ajena y otro para la cría propia. A 1 m de distancia de cada uno de estos corralitos, era colocada una barrera de paneles de rejilla para que la madre no pudiera tener un acceso más cercano a las crías ni pudiera olerlas, pero que sí pudiera verlas y escucharlas. En la tercera esquina del triángulo había un corral de 2 m X 1 m que servía como punto de salida para la madre al inicio de la prueba. El corral fue dividido en 5 zonas: a) corral de espera, b) corral de contención para los cabritos, c) zona inaccesible para los animales, d) zona de elección, e) zona neutra.

Procedimiento

Treinta minutos antes de la prueba, las dos madres que iban a ser probadas se metían con sus crías, a la zona neutra del corral de prueba con el fin de que se acostumbraran al lugar.

A los 30 minutos en el corral de prueba, se sacaba a la madre que no iba a ser probada. La madre que se iba a probar se metía en el corral de espera y los cabritos eran colocados en sus respectivos corrales. Se mantenía la cabeza de la hembra hacia el lado contrario de los corrales de las crías para que no viera el lado en el cual estaba colocado su cabrito. Una vez metidos los 2 cabritos, el propio y el extraño en sus corrales, la madre permanecía en el corral de espera por 30 segundos más. En

este momento se abría la puerta del corral de espera y se daba inicio a la prueba de elección. Para la selección del cabrito ajeno para la prueba, se buscaba que hubiera nacido lo más cercanamente posible en horas que el cabrito propio.



- a) Corral de espera
- b) Corrales de contención para los cabritos
- c) Zonas inaccesibles para los animales
- d) Zonas de elección
- e) Zona neutra

Figura 4 CORRAL PARA LAS PRUEBAS DE ELECCIÓN DEL CABRITO POR SU MADRE

Conductas registradas

La duración de la prueba fue de 5 minutos. Se registraron las siguientes conductas:

Tiempo de permanencia con cada cría: tiempo total en segundos que la madre permaneció con el hocico y ambas patas delanteras en la zona de contacto cerca de su cría (TTCP) y tiempo total en segundos que permaneció con el hocico y las patas delanteras en la zona de contacto cerca de la cría extraña (TTCE).

Latencia de salida: tiempo en segundos que tardó la madre en salir del corral de espera.

Latencia de alcance de la primera cría: tiempo en segundos que tomó a la madre para llegar a una de las crías por primera vez.

Proporción de madres que alcanzaron a su cría primero: número de madres que eligieron correctamente a su cría en contra del número de madres que no lo hicieron.

La latencia de salida y la latencia de alcance de la primera cría se midieron con el fin de ver si las madres estaban motivadas para reunirse con sus cabritos y si existía alguna relación con el número de horas de vida de la cría. El tiempo que permanecía la madre con su cría o con la cría extraña se tomó para verificar si la madre era capaz de discriminar a su cría de la extraña. Se esperaba que la madre pasara más tiempo con su cabrito que con el ajeno.

Análisis de los datos

Como ninguna de las variables registradas mostró una distribución normal, todas se analizaron con estadística no paramétrica (Siegel y Castellan, 1995).

Con respecto al tiempo que pasaban las madres con su cría o con la cría extraña, el análisis se realizó con la prueba de Wilcoxon. La comparación entre grupos con respecto al tiempo que pasaban las madres con su cría o con la cría extraña se hizo

con la prueba de Kruskal-Wallis. Las latencias de salida y los tiempos de alcance de la primera cría se analizaron con una prueba de Kruskal Wallis. Para comparar en cada grupo la proporción de cabras que eligieron correctamente con una elección al azar, se utilizó la prueba Binomial y para comparar las proporciones observadas entre los distintos grupos se utilizó una prueba Chi cuadrada.

Resultados

Como se muestra en la figura 5, la comparación del tiempo invertido por la madre con su cría o con una cría ajena, mostró que en los 3 grupos las madres pasaban significativamente más tiempo con su cría que con la cría extraña (prueba de Wilcoxon; $z=-2.432$, $p=0.01$, $z=-2.312$, $p=0.02$ y $z=-2.621$, $p<0.001$; para los grupos probados a las 4, 12 y 24 horas respectivamente).

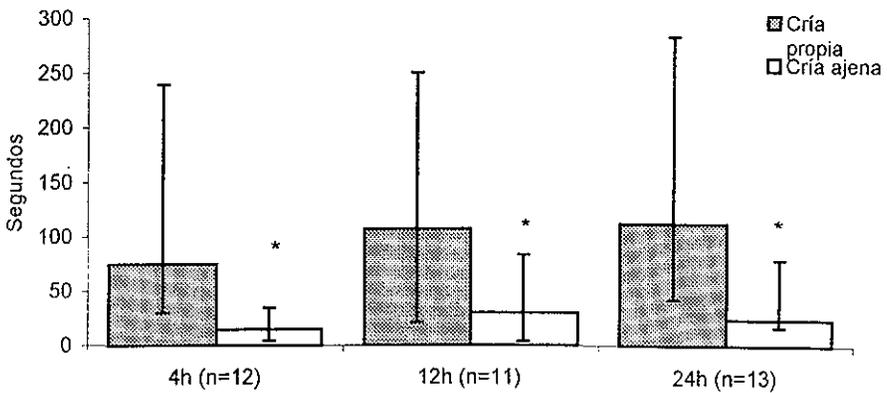


Figura 5 Tiempo (medianas y rangos intercuartiles) que pasan las madres con su cría o con una cría ajena durante la prueba de elección a 4, 12 y 24 horas. En esta prueba ambos cabritos permanecieron a una distancia de un metro de la madre.

De manera contraria, al hacer la comparación entre grupos con respecto al tiempo que pasaban las madres con su cría o con la cría extraña, se vio que no había diferencias significativas entre grupos (prueba de Kruskal Wallis, 0.88, $p=0.64$ con 2 grados de libertad y 3.80, $p=0.14$ con 2 grados de libertad, para el tiempo que pasaron con el cabrito propio y con el extraño, respectivamente)

Al comparar los tres grupos con respecto a la latencia de salida (Kruskal Wallis, 0.50, $p=0.77$ con 2 grados de libertad) y el tiempo de alcance de la primera cría (Kruskal Wallis, 0.20, $p=0.90$ con 2 grados de libertad), no se encontraron diferencias significativas entre los grupos.

La proporción de cabras que eligieron a su cabrito primero, no difirió de una elección al azar. A las 4hrs. esta proporción fue de 5/12 en contra de 6/12 al azar, a las 12hrs, 5/11 en contra de 5/11 al azar y a las 24hrs, 7/13 en contra de 6/13 al azar (prueba Binomial; $p \geq 0.39$ en cualquiera de los casos). La comparación de esas proporciones entre grupos tampoco mostró diferencias significativas (prueba de Chi cuadrada, 0.39; $p \geq 0.82$ con 2 grados de libertad).

Conclusiones

Ya que mostramos que a 1 m de distancia no se puede dar una discriminación con base en señales olfativas solamente, nuestros resultados muestran por primera vez la participación del oído y/o de la vista en la discriminación de las cabras a las 4 horas postparto. No podemos descartar la posibilidad de que las cabras hayan percibido un ligero olor de sus crías, lo cual les hubiera ayudado a su elección, aunque es muy poco probable por los resultados obtenidos en el experimento anterior y con lo que se sabe al respecto en ovejas. Las borregas utilizan tanto el sistema visual como el auditivo para el reconocimiento de su cordero cuando no se encuentran a una distancia corta (Lindsay y Fletcher, 1968; Alexander y Shillito, 1977 a, b), por lo que sugerimos que las madres utilizaron más de un sentido en su elección.

Los datos muestran que a una distancia de 10 m las cabras no son capaces de discriminar a su cría de la ajena, dado que la elección del primer cabrito no difirió de una elección al azar. Como se mencionó anteriormente, es posible que las cabras necesiten de una combinación visual y acústica para poder discriminar a su cría a distancia y que la agudeza visual no sea suficiente a una distancia de 10 metros para permitir la percepción de características individuales. Además este problema podría haber sido reforzado porque la percepción de la cría al salir la madre del corral de espera no era buena. En nuestro experimento, utilizamos paneles con rejilla, sin embargo a distancia tal vez la perspectiva de las rejillas se haya convertido en un obstáculo visual y en principio las cabras solo hayan contado con el estímulo auditivo y un estímulo visual no específico.

También podemos señalar que las madres tuvieron una latencia de salida muy corta que fue independiente del momento postparto al cual se hacía la prueba. Eso sugiere una alta motivación por parte de los animales en nuestra situación experimental, independientemente de la edad de los cabritos.

En ovejas se ha reportado que desde las 8 horas postparto, las madres intactas son capaces de discriminar a su cordero de uno ajeno (Terrazas et al., 1999). Sin embargo, en ovinos no se ha investigado si este tipo de discriminación se puede dar tan tempranamente como en nuestro estudio.

A reserva de que en ovinos no encontráramos resultados similares a las 4 horas, estos datos demostrarían que la naturaleza de las relaciones espaciales madre-cría durante la primera semana postparto, no interfiere en la rapidez del desarrollo del reconocimiento de las madres hacia las crías en la cabra y la oveja.

Por otro lado los resultados obtenidos nos llevan a pensar que el reconocimiento entre las cabras y sus crías, a través de los sentidos visual y/o acústico puede irse desarrollando tan rápidamente como el reconocimiento olfatorio.

Experimento III

Capacidad de madres anósmicas para discriminar entre su cabrito y uno ajeno a las 12 horas postparto

Introducción

En el experimento anterior mencionamos que la probabilidad de que las cabras hubieran obtenido una ligera información olfativa para su elección era muy baja, pero que no podíamos estar completamente seguros. Con el fin de descartar esta posibilidad, se formó un grupo de madres anósmicas que fue probado bajo las mismas condiciones. Por otra parte, nos llamó la atención el hecho de que las madres intactas reconocieron a las crías solamente cuando se encontraban cerca, a pesar de no contar con la estimulación olfativa. Con base en las observaciones hechas entre la madre y su cría con respecto a las vocalizaciones, pensamos también que existe algún proceso de comunicación acústica cuando los animales se encuentran cerca, reforzado por la vista.

Objetivo

Verificar si las cabras anósmicas tienen la capacidad de discriminar a su cría de una ajena mediante una prueba de elección, a las 8 horas postparto.

Materiales y métodos

Grupo experimental

- 11 madres anósmicas probadas a 8 horas postparto

Corral de prueba

Se utilizó el mismo corral de prueba que para las cabras intactas (Figura 4).

Procedimiento y variables estudiadas

Las condiciones de prueba y las variables estudiadas fueron las mismas que en el experimento anterior.

Este grupo experimental se comparó con los 3 grupos experimentales de la prueba anterior.

Resultados

En el grupo de madres anósmicas probadas a las 8 hrs postparto las cabras pasaron más tiempo cerca de su cría que de la cría extraña (Wilcoxon; $z=-2.936$, $p<0.001$).

Haciendo una comparación entre el grupo de madres anósmicas y los grupos de madres intactas probadas a las 4, 12 y 24 horas postparto, con respecto al tiempo que pasaron con su cría o con la cría extraña, no se encontraron diferencias significativas (Kruskal-Wallis, 1.39, $p=0.71$ con 3 grados de libertad y Kruskal-Wallis, 4.31, $p=0.23$ con 3 grados de libertad respectivamente) (Figura 5).

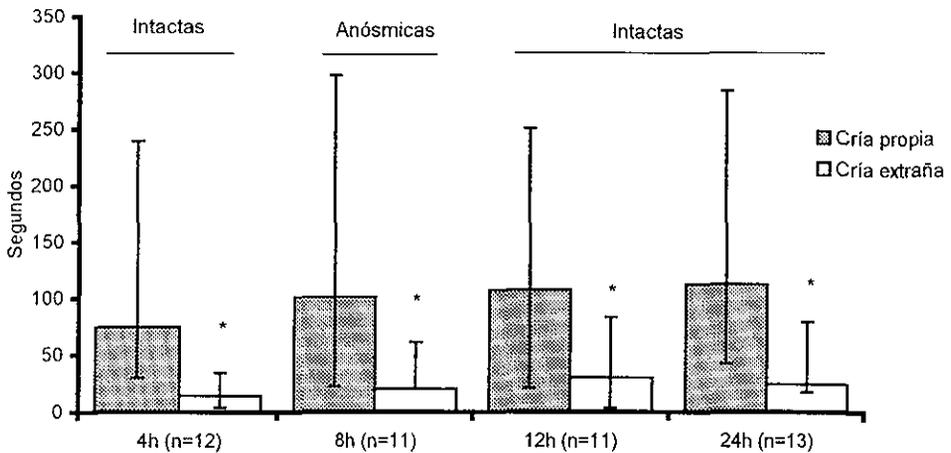


Figura 5 Comparación del tiempo (mediana y rangos intercuartiles) que pasaron las madres intactas y las madres anósmicas con su cría o con una cría extraña (Wilcoxon; $*=p<0.05$) durante una prueba de doble elección. En ninguno de los grupos, las madres se podían acercar a menos de un metro de los cabritos.

En cuanto a la comparación entre el grupo de cabras anósmicas y los grupos de cabras intactas para los tiempos de latencia de salida y latencia de alcance de la primera cría, tampoco hubo diferencias significativas (Latencia de salida, Kruskal-Wallis, 0.79, $p=0.85$ y Tiempo de alcance de la primera cría, Kruskal-Wallis, 4.34, $p=0.22$).

El número de cabras anósmicas que alcanzaron primero al cabrito propio, fue mayor que una proporción al azar; 9/11 en contra de 6/11 (prueba Binomial; $p=0.03$). La comparación de esta proporción hecha entre los grupos de madres intactas 17/36 y el grupo de madres anósmicas 9/11 no mostró una diferencia significativa (Fisher; $p=0.08$), aunque existe una tendencia a favor de las madres anósmicas.

Conclusiones

El hecho de que las cabras sean anósmicas no impide que reconozcan a su cría de una extraña a las 8 horas de haber parido. De hecho, las cabras anósmicas, tuvieron una tendencia a elegir primero a su propia cría con más frecuencia que las cabras intactas. Esto podría sugerir que, como las cabras no han tenido el sentido del olfato por un periodo prolongado, hayan compensado esta falta utilizando de manera más eficiente otros sentidos, lo cual les pudiera haber dado cierta ventaja en una prueba a distancia.

Por otra parte, el hecho de que las cabras estén anósmicas no tiene ningún efecto en la motivación de las madres para alcanzar a las crías, ya que la latencia de salida y el tiempo de alcance de la primera cría no difirió entre el grupo de madres anósmicas y el conjunto de los grupos de intactas.

Es importante mencionar, que la anosmia no afecta de manera muy marcada el desarrollo de la discriminación no olfatoria, aún si queda por comprobar si tienen dicha capacidad a las 4 hrs. postparto.

Finalmente, este experimento confirma que las cabras pueden discriminar a su cabrito de uno ajeno sin el olfato.

II.- Segunda fase experimental

**Estudio de la Capacidad de los
cabritos para reconocer a sus
madres, durante las primeras 24
horas de vida.**

Experimento IV

Capacidad de los cabritos para discriminar a su madre dentro del primer día de vida

Introducción

Se sabe que algunas crías seguidoras como los corderos son capaces de elegir a su madre de una ajena a las 12 horas postparto (Nowak *et al.*, 1987), posiblemente debido al estrecho contacto entre la madre y el cordero. Sin embargo no se conoce si las crías que muestran una relación espacial de tipo escondediza como los cabritos, en los cuales el contacto con la madre no es tan frecuente, poseen mecanismos de reconocimiento similares a las crías seguidoras. En el presente trabajo se estudió la dinámica de reconocimiento del cabrito a la madre durante el primer día de vida

Objetivo

Analizar si los cabritos hijos de madres intactas son capaces de discriminar a su madre de una ajena a las 8, 12 y 24 horas de vida.

Materiales y métodos

Grupos experimentales

- 22 cabritos, hijos de madres intactas que fueron probados en un corral largo a las 8 hrs. de haber nacido.
- 11 cabritos, hijos de madres intactas que fueron probados en un corral largo a las 12 hrs. de haber nacido.

- 18 cabritos, hijos de madres intactas que fueron probados en un corral largo a las 24 hrs. de haber nacido.

Es importante mencionar que para todos los experimentos realizados con cabritos, se excluyó a las crías que habían sido anestesiadas en el experimento I, debido a que no se conocen los posibles efectos de una anestesia sobre el desarrollo de su conducta. También se excluyeron varios cabritos porque no se movieron del lugar de inicio de la prueba.

Corral de prueba

Como en el caso de las madres, el corral de las crías también se construyó con paneles metálicos dentro de un local techado, que podía ser iluminado artificialmente por la noche. El local estaba cerrado por una barda de 1 m de altura, separando al corral de prueba de los corrales en donde se encontraba el resto del rebaño para evitar distracciones por parte de los animales a la hora de la prueba. El corral se hizo en forma de triángulo, de 6 m de lado, con una altura de 1 m. Este corral era similar al utilizado en ovinos por Nowak *et al.*, (1987) y Terrazas *et al.*, (2002). La base del triángulo se dividió a la mitad para armar los dos corrales de contención de las madres. Estos corrales fueron construidos con paneles de rejilla. En la punta opuesta a los corrales de contención de las madres, se armó el corral de espera de la cría, con una dimensión de 1 m x 1 m. Dicho corral se construyó con paneles completamente cerrados con lámina para evitar que la cría se distrajera. Se delimitó una zona de contacto a los 0.50 cm del panel de rejilla tubular cuadrada que separaba a las madres de la cría. El corral fue dividido en 4 zonas: a) corral de espera, b) zona neutra, c) zona de elección y d) corral de contención para las madres (Figura 6).

Procedimiento

Treinta minutos antes de la prueba, se metía a las crías que iban a ser probadas con sus madres y hermanos para que se familiarizaran con el corral. La prueba de elección tuvo una duración de 5 minutos. Se buscaba que la madre ajena que iba a ser probada hubiera parido lo más cercanamente posible en tiempo a la madre propia (Nowak *et al.*, 1987). Se colocaba a la cría en el corral de espera y permanecía ahí por 30 segundos para que durante ese tiempo escuchara los balidos de las madres y tuviera la oportunidad de localizarlas visualmente. Al término de los 30 segundos se abría la puerta del corral de espera y se daba inicio a la prueba. Como muchos cabritos no se movían de su lugar, esperábamos 10 segundos y si permanecían echados, los empujábamos suavemente con una escoba para alentarlos a buscar a su madre, sin embargo, hubo cabritos que a pesar de haber sido empujados se volvían a echar y no se movieron. Los datos eran registrados por uno o dos investigadores entrenados, los tiempos eran tomados con cronómetros y los datos vaciados a hojas de registro previamente formateadas.

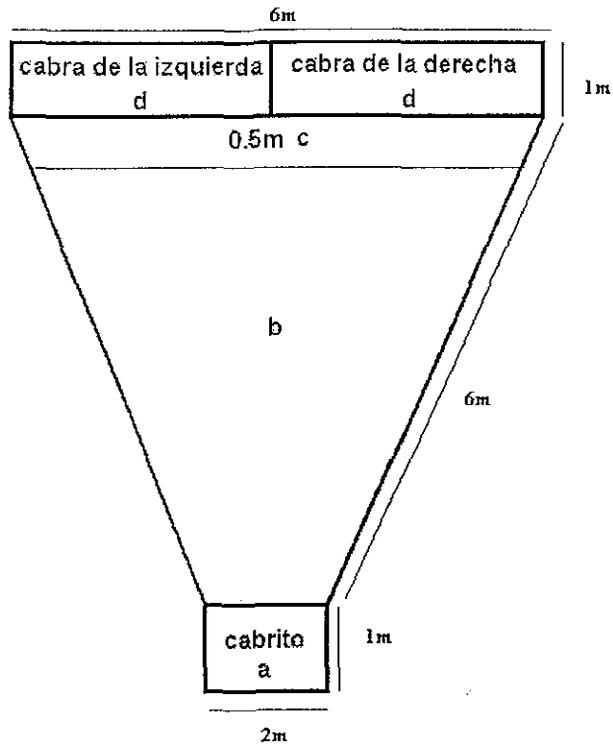


Figura 6

- a) Corral de espera
- b) Zona neutra
- c) Zona de elección
- d) Corrales de contención de las madres

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**CORRAL PARA LAS PRUEBAS DE DISCRIMINACIÓN DE LA MADRE POR SU
CABRITO**

Conductas registradas

Tiempo de permanencia con cada madre: Tiempo total en segundos que la cría permanecía con las dos patas delanteras y el hocico dentro de la zona de contacto cerca de su madre (TTMP) y tiempo total en segundos que permanecía con las dos patas delanteras y el hocico en la zona de contacto cerca de la madre extraña (TTME).

Latencia de alcance de las madres: Tiempo en segundos que tomaba el cabrito para alcanzar a una madre por primera vez, desde el inicio de la prueba.

Proporción de cabritos que alcanzaron primero a su madre:

Número de cabritos que alcanzaron primero a su madre que a la ajena.

Proporción de cabritos que no alcanzaron a una madre:

Número de cabritos que no alcanzaron ninguna de las dos zonas de contacto durante la prueba a pesar de haber sido empujados con una escoba.

Tiempo total que pasaron las crías con las madres independientemente de su identidad

Suma del tiempo que pasaron los cabritos con su madre y con la madre extraña

Análisis de datos

Como los datos obtenidos en esta prueba fueron normales para algunos grupos y no normales para otros, los datos fueron analizados con estadística paramétrica o no paramétrica según el caso. La proporción de cabritos que no alcanzaron a ninguna madre, fueron comparadas a través de una prueba de Chi-cuadrada. La comparación entre grupos del tiempo que pasaron las crías con las madres (propia y extraña) fue analizada con una ANOVA. Estos resultados fueron expresados en promedio \pm error estándar del promedio (sem). Los demás métodos estadísticos fueron los mismos que en los dos experimentos anteriores.

Resultados

En todos los grupos de cabritos, solamente se tomaron en cuenta los cabritos que alcanzaron a una madre para el estudio del tiempo pasado con cada madre y en el de las latencias de alcance de las madres.

En el grupo de los cabritos probados a 8 hrs, no hubo diferencias significativas entre el tiempo total que éstos permanecieron con su madre y el tiempo total que permanecieron con la madre extraña (Wilcoxon; $z=0.0$, $p=1$). En cambio, los grupos probados a las 12 y 24 horas de vida, pasaron significativamente más tiempo con su madre que con la madre ajena (Wilcoxon; $z=-2.19$, $p=0.03$ y $z=-1.97$, $p=0.05$ respectivamente, Figura 7).

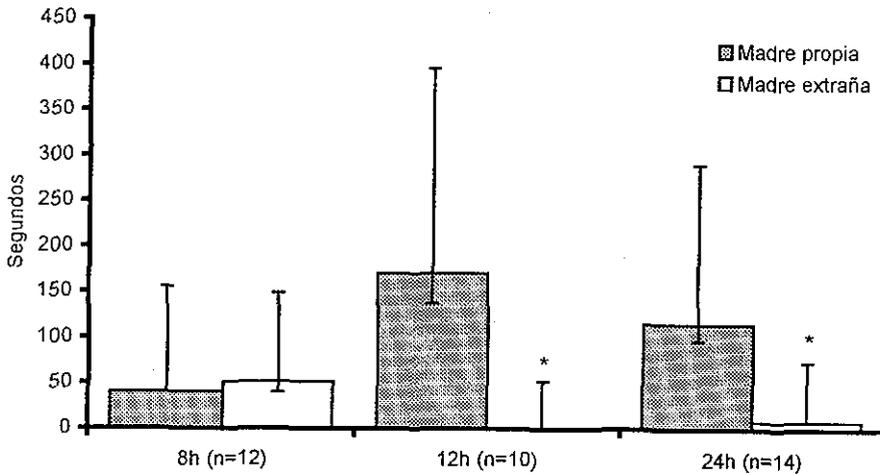


Figura 7 Comparación del tiempo (mediana y rangos intercuartiles) que pasaron los cabritos, hijos de cabras intactas, con su madre o con una extraña (*= $p \leq 0.05$) durante una prueba de elección de 5 minutos.

Sin embargo, al hacer la comparación entre estos tres grupos, no se encontraron diferencias significativas entre el tiempo que pasaron los cabritos con la madre propia (Kruskal-Wallis, 4.04, $p=0.13$ con 2 grados de libertad), ni tampoco en el tiempo que pasaron con la madre extraña (Kruskal-Wallis, 4.4, $p=0.11$ con 2 grados de libertad).

No hay diferencias significativas entre los tres grupos con respecto al tiempo que tardaron en alcanzar a una madre (Kruskal-Wallis, 0.50, $p=0.78$, con 2 grados de libertad).

En los grupos probados a 8 y a 12 horas de vida la proporción de cabritos que alcanzó primero a su madre no difirió de una elección al azar: A 8 hrs esta proporción fue 4/12 en contra de 6/12 al azar (prueba Binomial; $p = 0.92$) y a las 12hrs., 7/10 en contra de 5/10 al azar (prueba Binomial; $p = 0.17$). Sin embargo la proporción de cabritos del grupo probado a las 24hrs. de vida que eligió primero a su madre, fue significativamente mayor a una elección al azar; 11/14 en contra de 7/14 al azar, (prueba Binomial; $p = 0.02$). Se encontraron diferencias significativas de esa proporción entre los grupos probados a las 8, 12 y 24 hrs, (Chi cuadrada, 6.02, $p = 0.05$ con 2 grados de libertad).

Cuando se comparó la proporción de cabritos que no alcanzó a ninguna madre a las diferentes horas de vida, se encontró una tendencia ($p = 0.07$; Chi-cuadrada, 5.36 con 2 grados de libertad) a que fuera menor esta proporción, a medida que se incrementa la edad de la cría (10/22 a 8 hrs. 1/11 a 12 hrs. y. 4/18 a 24 hrs.).

Debido a que hubo una tendencia, se hicieron las comparaciones entre grupos y se encontró una diferencia entre los grupos probados a 8 y a 12 hrs. ($p = 0.05$; prueba exacta de Fisher). Sin embargo, entre los grupos a 12 y 24 hrs. no hubo diferencia ($p = 0.62$; prueba exacta de Fisher).

Tomando en cuenta el tiempo total que pasaron los cabritos con ambas madres, no se encontraron diferencias significativas ($p = 0.58$; ANOVA 0.55 con 33 grados de libertad) entre el grupo a 8 hrs. (132 ± 23 seg), a 12 hrs. (167 ± 22 seg) y a 24 hrs. (147 ± 22)

Conclusiones

Estos resultados muestran que a las 8 horas de vida, los cabritos todavía no son capaces de elegir a su madre de una extraña en nuestra situación experimental. Esto sugiere que los cabritos toman alrededor de 12 horas par distinguir entre su madre y una madre extraña. Sin embargo, el hecho de que los cabritos no elijan a la madre a las 8 hrs. de vida, podría deberse al hecho de que por su conducta escondediza, no buscan a su madre a tan temprana edad. Un ejemplo de esto es la alta proporción de cabritos que permaneció echado en el corral de espera a las 8 horas de vida.

A pesar de que los cabritos a las 12 ya son capaces de elegir a su madre correctamente, es necesario que se encuentren a una distancia corta para lograrlo, ya que la elección de la primera madre alcanzada, no difirió de una elección al azar. Por el contrario, los cabritos a las 24 horas de vida, llegan más frecuentemente a su madre primero, que a la madre ajena; esto puede implicar que estas crías, son capaces de distinguir las características de la madre a cierta distancia. Esto mismo sucede con los corderos, a las 12 hora de vida ya son capaces de elegir a su madre, pero tardan más tiempo que los corderos a las 24 horas de vida. Con base a esto, sugerimos que a pesar de las diferentes características motrices entre estas dos especies, los mecanismos de discriminación hacia la madre se van desarrollando de manera similar.

Experimento V

Importancia de la selectividad materna en el proceso de discriminación por parte de las crías

Introducción

Los corderos van adquiriendo la capacidad de discriminar a su madre a lo largo de su desarrollo (Nowak *et al.*, 1987), esto implica que la discriminación no está dada de manera congénita. Aparentemente es la madre quien orienta a la cría para lograr esta discriminación (Terrazas *et al.*, 2002).

En las pruebas de doble elección que hicimos con los cabritos, es muy probable que las cabras al igual que las ovejas hayan mostrado signos de aceptación hacia su cría o signos de rechazo hacia las crías ajenas debido a la selectividad materna y esto haya ayudado a los cabritos a elegir correctamente. En caso de que los cabritos hayan elegido a su madre por sus características físicas y no por la conducta materna, no deberíamos encontrar diferencias en los resultados de cabritos que tienen que escoger entre dos madres anónimas y los resultados del experimento anterior.

Objetivo

Comprobar si los cabritos tienen la capacidad de discriminar entre su madre y una extraña, ambas anónimas, a las 12 horas de vida, en ausencia de diferencia de conducta materna debido a la selectividad materna.

Materiales y métodos

Grupo experimental

- 19 cabritos hijos de madres anósmicas, probados a las 12 hrs. de haber nacido.

Corral de prueba

Se utilizó el mismo corral de prueba que para los cabritos de madres intactas (Figura 6)

Procedimiento

Fue el mismo que el utilizado para las crías de madres intactas.

Conductas registradas

Este grupo fue comparado con el grupo de madres intactas probado a las 12 de vida. Las conductas registradas fueron las mismas que en el experimento anterior, también se utilizaron los mismos métodos estadísticos para el análisis de los resultados, excepto en cuanto al tiempo total que pasaron las crías con las madres (ajena y propia), el cual fue analizado a través de U de Mann-Whitney y los resultados fueron expresados en medianas y rangos intercuartiles.

Resultados

En este experimento, al igual que en los anteriores, solamente se tomaron en cuenta los cabritos que alcanzaron a una madre para el estudio del tiempo pasado con cada madre y en el de las latencias de alcance de las madres.

La prueba de Wilcoxon mostró que no hay diferencias significativas entre el tiempo que pasaron los cabritos hijos de madres anósmicas, con su madre en contra del tiempo que pasaron con la madre ajena ($z=-0.71$, $p=0.48$). Como se mencionó en el experimento anterior, los cabritos probados a las 12 horas de vida, hijos de madres intactas, si pasaron significativamente más tiempo con su madre que con la madre ajena.

Haciendo una comparación entre el grupo de cabritos de madres intactas probados a 12 horas y el grupo de cabritos de madres anósmicas probados a 12 horas, no hubo diferencias significativas en el tiempo que pasaron con su madre (U de Mann Whitney, $z=64.50$, $p=0.50$) ni en el tiempo que pasaron con la madre extraña (U de Mann Whitney, 38.50 , $p=0.20$. Figura 8).

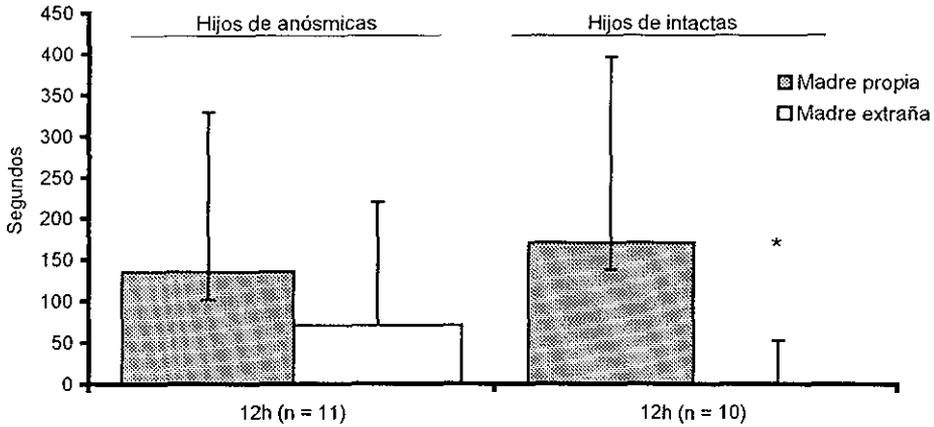


Figura 8. Comparación del tiempo (medias y rangos intercuartiles) que pasaron los cabritos, hijos de cabras anósmicas e intactas (respectivamente) a las 12 horas de vida, con su madre o con una extraña (* $p < 0.05$, Wilcoxon) durante una prueba de elección de 5 minutos..

En los grupos de cabritos de 12 horas de edad de madres anósmicas e intactas, no se encontraron diferencias significativas en el tiempo que tardaron en alcanzar a una madre (U de Mann-Whitney, 71.50, $p=0.24$).

La proporción de cabritos hijos de madres anósmicas que alcanzaron primero a su madre que a la madre extraña no difirió de una elección al azar: (7/11 en contra de 5/11 al azar; (prueba Binomial; $p=0.27$). Con respecto a la comparación de las proporciones de cabritos que alcanzaron primero a su madre en los grupos de hijos de madres intactas y de hijos de madres anósmicas, tampoco se encontraron diferencias significativas (Fisher; $p = 0.1$).

A pesar de que hubo una tendencia a que un mayor número de cabritos saliera a buscar a una madre en el grupo de hijos de madres intactas que en el grupo de hijos de madre anósmicas (10/11 en contra de 11/19), la diferencia no fue significativa (Fisher; $p = 0.11$).

Con respecto al tiempo total que pasaron los cabritos con su madre o con la madre ajena, no se encontraron diferencias significativas (t , -1.55, $p = 0.14$) entre el grupo a 12 hrs. hijos de madres intactas (166.80 ± 22.15 seg), y el grupo a 12 hrs. hijos de madres anósmicas (211.73 ± 18.96 seg).

Conclusión

Los cabritos hijos de madres anósmicas probados a 12 horas de haber nacido no fueron capaces de elegir a su madre de una extraña. Esto marca una diferencia con los cabritos de 12 horas de edad probados con madres intactas, que sí fueron capaces de elegir a su madre a esta edad. Al igual que en las ovejas (Terrazas, 1999; Terrazas *et al.*, 2002), los cabritos también se guían por una diferencia en la conducta materna relacionada con la selectividad de la madre, más que por sus características individuales, para escogerla. Como las cabras intactas solamente van a mostrar interés hacia su cría, si un cabrito ajeno se acerca hacia ellas lo van a ignorar o incluso mostrarán signos de rechazo. Sin embargo, si las dos cabras son anósmicas, las dos se van a mostrar maternales hacia la cría y ella no va a tener una base para preferir a una más que a la otra y va a permanecer tranquila con cualquiera de las dos. Sugerimos que la cría de 12 horas de edad, distingue la conducta de una cabra que se muestre materna, pero no va a reconocer características específicas de su madre.

Experimento VI

Influencia del tamaño del corral sobre la capacidad de cabritos de 8 horas de edad para elegir correctamente a su madre

Introducción

En el experimento IV encontramos que los cabritos a las 8 horas de edad no eran capaces de discriminar a su madre de una ajena. Es posible que su carácter escondedizo impidiera una buena respuesta a esta edad o que su desarrollo motor fuera insuficiente para poder expresar su capacidad de elección bajo esta situación. Por consiguiente, decidimos repetir el experimento en una situación más favorable, en la cual el parámetro de distancia no fuera tan importante.

Objetivo

Verificar si el hecho de poner a los cabritos en un corral de prueba más pequeño, para facilitarles la tarea, hacía que las crías fueran capaces de elegir correctamente a su madre.

Materiales y métodos

Grupo experimental

- 17 Cabritos hijos de madres intactas, probados en un corral más pequeño a las 8 hrs. de haber nacido

Corral de prueba

Se construyó un corral de prueba de 4 m X 3 m, en donde las madres estaban metidas en dos corrales de 2 m de frente por 1 m de fondo; los dos corrales estaban juntos y las madres estaban separadas por un panel de rejilla tubular cuadrada. El frente de los corrales de las madres también estaba hecho con paneles de rejilla tubular cuadrada. El área del cabrito era un rectángulo de 4 m frente a las madres, por 2 metros de largo. Al igual que en el corral triangular del experimento V, había una raya pintada en el piso a una distancia de 0.50 m de los paneles que separaban a las madres de la cría, esta área era considerada la zona de contacto y el resto del corral era zona neutra (Figura 9).

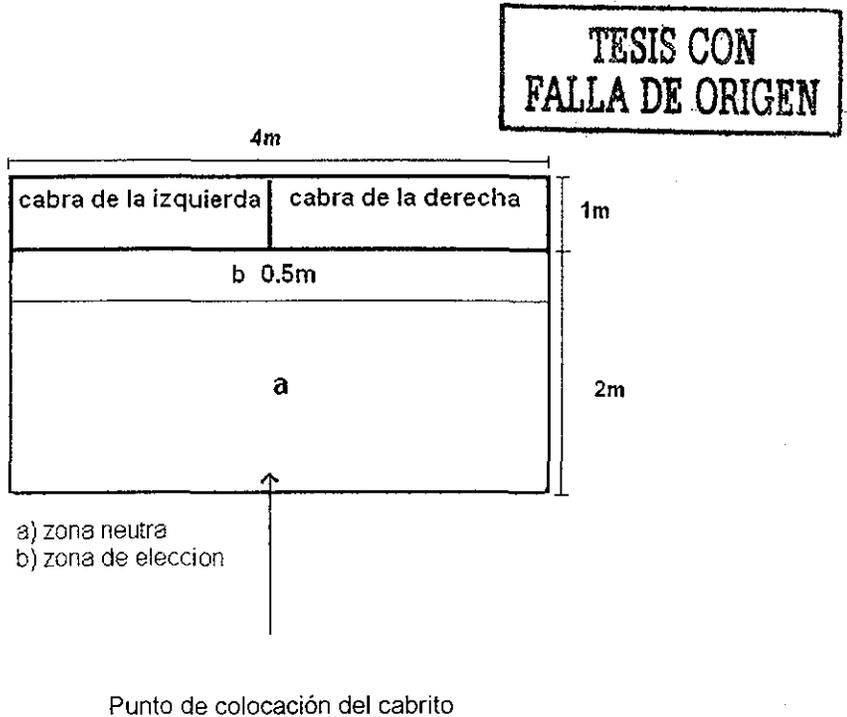


Figura 9. CORRAL CORTO PARA LA PRUEBA DE RECONOCIMIENTO DE LA MADRE POR EL CABRITO A LAS 8 HORAS DE EDAD

Procedimiento

Este grupo fue comparado con los cabritos probados a 8 horas, hijos de madres intactas, en el corral largo. Se utilizó el mismo procedimiento que el utilizado para las crías de madres intactas, salvo que el cabrito era colocado por el experimentador en la zona neutra, de pie y a unos 50 cm del panel posterior (es decir a aproximadamente 1.5 m de las madres). La prueba duraba 5 minutos.

Conductas registradas

Las conductas y los métodos de análisis fueron los mismos que en los 2 experimentos anteriores.

Resultados

En este experimento utilizando un corral corto, no se encontró una diferencia significativa entre el tiempo que pasaron las crías con su madre o con la ajena (Wilcoxon; $z=-1.48$, $p=0.14$; Figura 10). Haciendo la comparación del tiempo que pasaron las crías con su madre o con la ajena entre el grupo del corral corto y el largo, hubo una tendencia a que los cabritos probados en el corral corto permanecieran más tiempo con su madre que los cabritos probados en el corral largo (Mann-Whitney; $z=48.50$, $p=0.07$), mientras que el tiempo total con la madre extraña no fue diferente a pesar del tamaño del corral (Mann-Whitney; $z=102$, $p=0.35$).

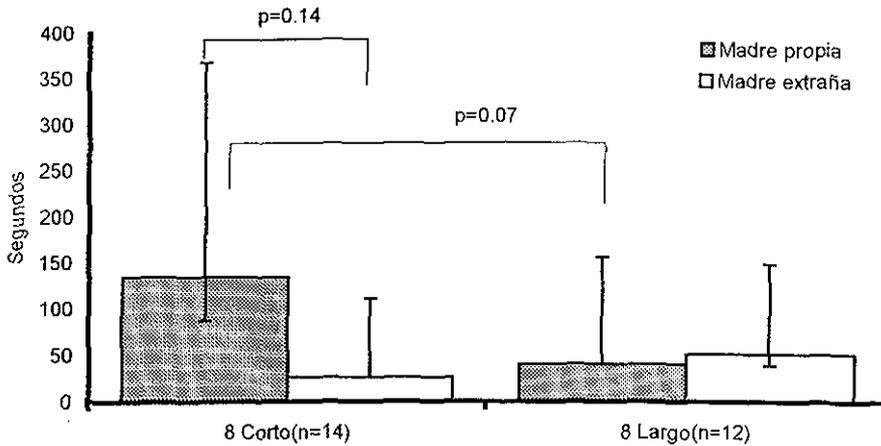


Figura 10. Comparación del tiempo total (medianas y rangos intercuartiles) que pasaron dos grupos de cabritos, hijos de cabras intactas a las 8 horas de vida, con su madre o con una extraña durante una prueba de elección en un corral corto o en un corral largo.

No se encontraron diferencias significativas en el tiempo que tardaron los cabritos probados en el corral corto en contra de los cabritos probados en el corral largo, para alcanzar a una madre (U de Mann-Whitney, 101, $p = 0.4$).

La proporción de cabritos probados en el corral corto, que alcanzó primero a su madre no difirió de una elección al azar, (7/14 cabritos alcanzaron primero a su madre que a la extraña en contra de 7/14 al azar; prueba Binomial; $p = 0.60$). Comparando esta proporción entre el grupo probado en el corral corto en contra del grupo probado en el corral largo, tampoco se encontraron diferencias significativas (Fisher; $p=0.45$).

Se encontró una tendencia a que la proporción de crías que no se movieran del lugar de inicio de la prueba fuera mayor en el corral largo (10/24) que en el corral corto (3/17 Fisher; $p=0.09$).

El tiempo total (tiempo con su madre + tiempo con la madre extraña) registrado en las crías probadas en el corral corto, tendió a ser mayor (194 ± 85) que el registrado en las crías probadas en el corral largo (132 ± 79 ; $t = -1.93$, $p = 0.06$).

Conclusiones

El haberles facilitado la tarea a las crías, haciendo el corral más pequeño, no hizo que éstas permanecieran más tiempo con su madre que con la ajena. Sin embargo, tuvieron una mayor tendencia a estar con su progenitora que los cabritos probados en el corral largo. Probablemente los cabritos no se hayan desplazado para buscar a su madre, a pesar de que el corral hubiera estado mas chico, debido a que son de tipo escondedizo y su tendencia es la de permanecer ocultos. Por otra parte, tomando en cuenta que no hubo diferencias significativas entre el tiempo total que pasaron las crías con cualquiera de las madres, se puede deber a nuestra situación experimental. Tampoco hay que descartar la idea de que a una edad tan temprana los cabritos responden solamente a estímulos cercanos.

Algo que llama la atención en los resultados, es la latencia de alcance de los cabritos, ya que no hubo una diferencia entre los grupos a pesar de la gran diferencia en las distancias que tenían que recorrer. Sin embargo la diferencia en el tiempo que permanecieron con su madre en contra de la madre ajena si tuvo una diferencia. Una vez más, quizá a esta edad, es necesario que la madre esté muy cerca para que la cría la pueda elegir.

El hecho de que los cabritos probados en el corral corto hayan pasado relativamente más tiempo con su madre que con la madre ajena, puede deberse a que una vez estando en la zona de contacto, les haya sucedido lo mismo que a los cabritos probado a las 12 horas, que respondían más a la aceptación de las madres, que a las características individuales de éstas.

DISCUSION GENERAL

Los resultados del primer experimento muestran por primera vez que las cabras intactas no tienen la capacidad de discriminar entre el olor de su cría y una cría extraña a una distancia de 1 m. Aunque no podemos dejar de lado la posibilidad de que por la forma en que estaba construido el corral, la visibilidad de las cabras no fuera lo suficientemente clara para discriminar a su cría, además de no haber contado con un estímulo auditivo. Sin embargo, nuestros resultados fueron muy similares a los encontrados en ovejas por Alexander y Shillito (1977a) y por Alexander (1978). Estos autores anestesiaron crías y las colocaron a distancias menores de 0.50 m, comprobando de esta manera, que las borregas no eran capaces de percibir el olor de las crías a una distancia de 0.25 m, aún cuando el aire era dirigido hacia la madre por medio de un ventilador que impulsaba al viento a una velocidad de 1 m/seg. En el presente experimento mostramos que incluso con una corriente de aire de más de 2 m/s, las características olfatorias individuales del cabrito no difunden de manera suficiente a 1 metro de distancia, para permitir una correcta elección por su madre. Es importante mencionar el hecho de que en este experimento con los cabritos anestesiados no se encontraron diferencias significativas entre el tiempo total que pasaban las cabras en contacto y a distancia con ambos cabritos. Esto demuestra que ambos grupos de madres estaban interesadas en las crías y no en algún distractor ajeno a la prueba y que probablemente tenían una discriminación visual suficiente para darse cuenta de la presencia de los cabritos.

Estos resultados son congruentes también con el hecho de que ciertos depredadores, como el coyote y el perro, no pueden detectar crías de alce y caribú escondidas, si éstas permanecen inmóviles, aún a distancias muy cortas (Altmann, 1963; De Vos, 1960 citado por Altman, 1963). Podemos inferir que los cabritos y los corderos, al igual que los alces y los caribúes, emanan un aroma casi imperceptible a distancias mayores a un metro. Estos resultados validan el uso de una prueba en la cual la madre no

puede acercarse a menos de un metro de distancia, para investigar las capacidades de reconocimiento no olfatorio del cabrito por su madre.

Con la prueba de la capacidad materna de discriminación no olfativa de la cría, también se demostró por primera vez, que las cabras son capaces de discriminar a su cría de una ajena a las 4 horas después de haber parido, sin la ayuda de señales olfatorias.

Se ha comprobado que las ovejas son capaces de reconocer a su cría en ausencia de señales olfatorias desde las 8 horas postparto. Sin embargo, no se han realizado estudios a las 4 horas postparto en la borrega, por lo que no podemos establecer la comparación pertinente.

El hecho de que las cabras y las ovejas puedan discriminar a su cría en ausencia de señales olfatorias a edades tan tempranas, demuestra que los mecanismos de reconocimiento hacia las crías son similares en ambas especies. Eso contradice lo propuesto por Gubernick (1981a y b), Lickliter y Heron (1984) y Addae *et al.* (2000) quienes proponen que debido a las diferentes relaciones espaciales de estas crías, siendo los corderos seguidores y los cabritos escondedizos, las madres tienen diferentes mecanismos de reconocimiento hacia sus crías.

Nuestros resultados y los de Terrazas *et al.* (1999) en ovinos implican la participación de otras vías sensoriales como las visuales y/o acústicas para la discriminación de las crías a tan temprana edad. Esto no concuerda con lo reportado anteriormente en ovejas, en donde se decía que requerían varios días para desarrollar un reconocimiento visual y acústico de sus crías (Morgan *et al.*, 1975; Alexander y Shillito, 1977b; Kendrick, Atkins, Hinton, Heavens y Keverne, 1996).

La mejor discriminación visual se obtiene a 1.5 m. de distancia en las ovejas (Piggins, 1992, citado por Kendrick *et al.*, 1995). A través de los resultados que hemos obtenido, sugerimos que los sentidos funcionan de manera similar en ambas especies,

por lo que probablemente las cabras tengan una percepción visual semejante. Tal vez por el hecho de no poder distinguir a distancias largas, las madres no eligieron correctamente a sus crías al momento de salir del corral de espera, ya que la distancia de éste corral a las crías era de 10 m. También podría ser que a esta distancia los barrotes del corral en donde estaban metidos los cabritos se traslaparan con los barrotes del corral que marcaban el metro de distancia e impidiera a las cabras tener una visibilidad clara.

Se sabe que las vocalizaciones individuales de los cabritos son diferentes desde el primer día de nacimiento (Terrazas *et al.*, no publicado). Esto difiere con lo dicho por Lenhart (1977), quien afirmó que las características acústicas de los balidos de los cabritos no tenían suficiente diferenciación individual durante los primeros días de vida para permitir su discriminación. Ahora bien, es probable que, a pesar de que las cabras reconozcan el balido de sus crías, no se hayan acercado primero a ellas porque sus balidos se hayan mezclado con los balidos del cabrito extraño, o porque el hecho de escuchar a ambos cabritos bajo una situación de estrés, provocado por el hecho de estar separados de su madre y de estar encerrados, haya ocasionado estrés también en la madre y haya provocado que corriera de un corralito al otro. Finalmente, el hecho que las madres no parecen capaces de elegir a su cabrito de lejos con el sólo apoyo de señales acústicas también puede sugerir la necesidad de un proceso multimodal de reconocimiento, es decir que las cabras necesitaban ver y escuchar las características individuales de los cabritos al mismo tiempo para poder discriminar al suyo del ajeno.

Estos resultados son contradictorios a los encontrados por Addae *et al* (2000) quienes encontraron que a las cabras les es difícil discriminar entre su cría y una extraña a las 36 horas del parto. Sin embargo, este experimento se realizó en cabras tropicales de Africa y los autores mencionan que esta raza en general es más lenta que las otras. Tampoco se puede excluir que las condiciones de prueba entre los estudios de Addae

et al (2000) y los presentes, hayan resultado en diferencias de capacidad de discriminación.

Por otra parte, el buen desempeño de las cabras anósmicas, nos reafirma que las cabras son capaces de discriminar a su cría de una extraña a través de la vista o el oído a las 12 horas de haber parido. El hecho de que las cabras hayan elegido a su cría correctamente desde el momento que salieron del corral de espera, lleva a pensar que estos animales hayan compensado la falta del olfato a través de otros sentidos. En borregas no se encontró un efecto similar. Aunque las madres anósmicas sí fueron capaces de reconocer a su cordero, su primera elección fue al azar (Ferreira *et al.*, 2000). Esto podría ser debido a que nuestras cabras habían sido sometidas a la anosmia, 1 año y nueve meses antes de haberse realizado el experimento, lo cual pudo haber facilitado este proceso de compensación.

La hipótesis de un fenómeno de compensación es congruente con resultados obtenidos en ovejas y cabras anósmicas, sometidas al efecto macho. Así mientras el olfato es crítico para la inducción de la ovulación en hembras en anestro (especialmente en ovejas), las hembras anósmicas son capaces de responder a otros estímulos sensoriales (Cohen-Tannoudji, Locatelli y Signoret, 1986; Chemineau, Lévy y Thimonier, 1986). Este experimento también nos demuestra que el aprendizaje de las características físicas de la cría se puede ir desarrollando paralelamente al aprendizaje de su olor.

Nuestros resultados mostraron que los cabritos son capaces de discriminar y elegir a su madre a las 24 horas después de haber nacido. Lickliter y Heron (1984) habían comprobado que los cabritos eran capaces de discriminar a su madre de una ajena a las 48 horas de vida, pero no probaron a edades más tempranas. En sus resultados no queda claro si los cabritos tenían que elegir entre dos hembras maternas o entre su madre y una hembra no lactante. En nuestro experimento, comprobamos que los neonatos tienen la capacidad de elección, incluso si tienen que escoger entre dos

hembras maternas. Así mismo, Addae *et al.*, (2000) encontraron que solamente los cabritos de 48 horas de edad y no los de 18, 24, 36 horas eran capaces de discriminar a su madre de una ajena. Pero como se mencionó anteriormente, utilizaron cabras tropicales de Africa, las cuales aparentemente son lentas en reconocer a sus crías, por lo que posiblemente los cabritos también sean más lentos en discriminar a sus madres. Por su parte, Ruiz-Miranda (1992 y 1993) encontró que a los cabritos se les dificulta más la discriminación cuando la madre es comparada con una madre con intensidades similares de color que cuando las dos madres tienen diferentes intensidades de color. Mostró que entre más madres había en el grupo, era más difícil la elección y que a los 5 días de vida los cabritos todavía cometían errores al elegir a la madre si esta se encontraba entre otras 5. En su estudio Ruiz-Miranda (1992) le ponía una venda en los ojos a las madres con el fin de que no indujeran a su cría a acercarse a ella y argumenta que los cabritos generalmente no balan si la madre no lo hace antes, de esta manera, si la cabra no veía que se había puesto a su cría en el corral no la llamaría y la elección del cabrito se daría por la discriminación de las características físicas de la madre y no por el llamado de ésta. Hay que tomar en consideración que este hecho podría haber tenido como consecuencia que las cabras presentaran una conducta anormal que dificultara la elección de su cría. En nuestros experimentos, cuando se probaron los cabritos hijos de madres anósmicas a 12 horas, las crías no fueron capaces de discriminar a su madre de la ajena debido a que ambas madres se mostraban maternas hacia la cría.

En cambio los cabritos hijos de madres intactas sí eligieron a su madre correctamente, aunque probablemente lo hicieron con base en la diferencia de conducta entre las dos madres, más que al reconocimiento de las características físicas de la suya, al igual que lo reportado en corderos (Terrazas *et al.*, 1999).

La similitud entre los resultados que obtuvimos y los presentados por Terrazas *et al.*, (1999) nos llevan a sugerir que los mecanismos de reconocimiento de la madre son

similares en el cordero y en el cabrito a pesar de las diferencias de desplazamiento a las pocas horas de haber nacido.

También es importante mencionar que el modelo utilizado para este experimento fue tomado de un corral diseñado para corderos (Nowak *et al.*, 1987) sin tomar en cuenta las diferencias entre las características conductuales de ambas crías. Como los corderos tienden a seguir a su madre el corral funcionó bien, pero como los cabritos tienden a permanecer ocultos, muchas de las crías que iban a ser probadas fueron anuladas del experimento debido a que permanecieron echadas en el lugar en donde originalmente se colocaron en lugar de ir a buscar a su madre. Esta diferencia es aún más marcada a las 8 hrs de vida. A pesar de que los cabritos probados a las 8 hrs. de vida en un corral más pequeño tuvieron una mejor tendencia a buscar a su madre, la diferencia no es significativa. Aunado a esto, debido a la falta de mayoría de cabritos que se acercaron a cualquiera de las madres, se sugiere buscar otras situaciones experimentales más adecuadas para cabritos de esta edad, antes de concluir de manera definitiva si pueden o no discriminar a su madre a esta edad.

Bajo las mismas condiciones experimentales a las nuestras, las ovejas intactas tienden a balar más que las madres anósmicas y esto puede ser una forma de estimular a las crías a que se aproximen. Aunque no analizamos los balidos de las madres, tal vez lo mismo sucede en cabras y esto explicaría por que los cabritos hijos de madres anósmicas probados a 12 hrs tuvieron una mayor tendencia a no moverse del lugar de inicio de la prueba que los cabritos probados a 12 hrs hijos de madres intactas. Una vez más nos atrevemos a sugerir que los mecanismos de discriminación entre estas dos especies son similares. Sin embargo, no se puede excluir totalmente que la incapacidad de los cabritos de madres anósmicas a elegir correctamente a su madre se deba a otros factores. En particular, no podemos descartar que la anosmia haya resultado en una alteración de la conducta maternal en las primeras horas postparto, lo cual a su vez podría haber influido sobre el desarrollo conductual del cabrito y sobre su capacidad a vincularse con su madre. Hasta la fecha no existen datos que muestran

un efecto muy marcado de la anosmia sobre la "calidad" de la conducta materna postparto, salvo con respecto a la ausencia de selectividad materna. Por ejemplo en ovejas Lévy et al. (1995) reportaron efectos principalmente en madres primíparas, pero no en múltiparas. Non obstante, el hecho de que no se han realizado estudios similares en cabras, nos impide descartar completamente esta posibilidad.

El hecho de que la proporción de cabritos que permaneció en el corral de espera fue más alta en el grupo de crías probadas a las 8 horas de vida en un corral largo puede ser un indicativo de que estos cabritos están comportándose de acuerdo a su tendencia escondediza. Sin embargo no hay que perder de vista que los cabritos probados a 8 hrs. de vida en un corral mas pequeño (con la tarea facilitada) tuvieron una mejor tendencia a buscar a las madres.

Sugerimos que los mecanismos de reconocimiento entre la cabra y su cría durante el primer día de vida está dado por el olfato a distancias cortas, pero que la vista y el oído se van desarrollando paralelamente y estos sistemas ayudan a la cabra a discriminar a su cría a distancias más largas. Esto mecanismos se van desarrollando de manera similar a lo reportado en la borrega.

Los cabritos al igual que los corderos van aprendiendo a discriminar a su madre conforme se van desarrollando y esto lo logran con la ayuda de las señales que la propia madre emite. Los umbrales de reconocimiento también van aumentando de acuerdo a la edad en ambas especies.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

1.- Los presentes resultados muestran por primera vez que las cabras intactas son capaces de discriminar a su cría de una ajena a una distancia de un metro desde las 4 horas postparto. Las cabras logran hacer dicha discriminación valiéndose de la vista y/o el oído.

2.- Las cabras anósmicas son capaces de discriminar a su cría de una extraña a las 8 horas postparto a través de señales visuales y/o auditivas. A pesar de que las cabras anósmicas son capaces de reconocer a su cría sin ayuda de las señales olfativas, no se muestran selectivas a la hora de amamantar a otros cabritos a las 4 horas de haber parido.

3.- Los mecanismos de reconocimiento entre las cabras y sus crías a través del sentido visual y acústico parecen desarrollarse paralelamente al reconocimiento por el sentido del olfato. Las diferencias conductuales entre las crías seguidoras y escondedizas en cuanto a la relación espacial con su madre, no influyen en los mecanismos de reconocimiento de las madres.

4.- Sería importante verificar si alguno de los dos sistemas, el visual o el auditivo, es primordial sobre el otro o si los dos se van desarrollando paralelamente y tienen la misma relevancia para el reconocimiento de los cabritos.

5.- Los cabritos son capaces de elegir correctamente a su madre a las 12 horas de vida, apoyándose en la conducta materna y no necesariamente sus características físicas.

6.- Sería importante diseñar una condición experimental adecuada a las características motoras de los cabritos para estudiar su capacidad de elección entre su madre y una

extraña a una edad más temprana que en nuestros experimentos, investigando también el papel de cada sentido en este proceso.

BIBLIOGRAFIA

- Addae PC, Awotwi EK, Oppong-Anane K y Oddoye EOK. 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.
- Alberts, J. R. y Gubernick, D. J. (1990). Functional organization of dyadic and triadic parent-offspring systems. In Krasnegor, N. A. and Bridges, R. S. (eds). Mammalian parenting. Biochemical, Neurobiological, and behavioral determinants. Oxford University Press, New York. pp. 416-440.
- Alexander G. 1960. Maternal behaviour in the Merino ewe. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, **3**: 105-114.
- Alexander G y Williams D. 1966. Progesterone and placental development in the sheep. *J. Endocrinol.*, **34**: 241-245.
- Alexander G. 1977. Role of auditory and visual cues in mutual recognition between ewes and lambs in merino sheep. *Appl. Anim. Ethol.*, **3**: 65-81.
- Alexander G y Shillito EE. 1977a. The importance of odour, appearance and voice in maternal recognition of the young in Merino sheep (*Ovis aries*). *Appl. Anim. Ethol.*, **3**: 127-135.
- Alexander G y Shillito EE. 1977b. Importance of visual clues from various body regions in maternal recognition of the young in Merino sheep (*Ovis aries*). *Appl. Anim. Ethol.*, **3**: 137-143.
- Alexander G. 1978. Odour, and the recognition of lambs by Merino ewes. *Appl. Anim. Ethol.*, **4**: 153-158.
- Alexander G y Shillito EE. 1978. Maternal responses in merino ewes to artificially coloured lambs. *Appl. Anim. Ethol.*, **4**: 141-152.
- Alexander G, Signoret JP y Hafez ESE. 1980. Sexual, maternal and neonatal behavior. En: E.S. Hafez (Ed.), *Reproduction in Farm Animals*. (pp. 304-334). Philadelphia: Lea and Febiger.

- Alexander G, Stevens D, Kilgour R, de Langen H, Mottershead BE y Lynch JJ. 1983. Separation of ewes from twin lambs: incidence in several sheep breeds. *Appl. Anim. Ethol.*, **10**: 301-317.
- Alexander G. 1988. What makes a good mother?: components and comparative aspects of maternal behaviour in Ungulates. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, **17**: 25-41.
- Altmann M. 1963. Naturalistic studies of maternal care in moose and elk. En: H.L. Rheingold (Ed.), *Maternal Behavior in Mammals*. (pp. 233-253). New York, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Arnold GW y Morgan PD. 1975. Behaviour of the ewe and lamb at lambing and its relationship to lamb mortality. *Appl. Anim. Ethol.*, **2**: 25-46.
- Baril G, Chemineau P, Cognie Y, Guérin Y, Leboeuf B, Orgeur P y Vallet JC. 1993. Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. Station de la physiologie de la reproduction Institut national de la recherche agronomique (INRA) Nouzilly, France. Chap 5
- Beach FA y Jaynes J. 1956. Studies of maternal retrieving in rats. III. Sensory cues involved in the lactating female's response to her young. *Behaviour*, **10**: 104-125.
- Bekoff M. 1981. Mammalian sibling interactions: Genes, facilitative environments, and the co-efficient of familiarity In: *Parental Care in Mammals* (ed. by D. J. Gubernick & P.H. Klopfer), pp. 307-346. New York: Plenum.
- Blaustein AR y Porter RH. 1990. The ubiquitous concept of recognition with special reference to kin. En: M. Bekoff y D. Jamieson (Eds.), *Interpretation and Explanation in the Study of Animal Behaviour: Interpretation, Intentionality, and Communication*. (pp. 123-148). Boulder, Colorado: Westview Press.
- Booth KK y Katz LS. 2000. Role of the vomeronasal organ in neonatal offspring recognition in sheep. *Biol. Reprod.*, **63**: 953-958.
- Bouissou MF. 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.

- Bridges RS, Numan M, Fonsheim PM, Mann PE y Lupini CE. 1990. Central prolactin infusions stimulate maternal behavior in steroid-treated multiparous female rats. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, **87**: 8003-8007.
- Buchenauer, D. y Fritsch, B. 1980. Zum Farbsehvermögen von Hausziegen. *Z. Tierpsychology*, **23**, p. 224-229.
- Caba M, Poindron P, Krehbiel D, Lévy F, Romeyer A y Vénier G. 1995. Naltrexone delays the onset of maternal behavior in primiparous parturient ewes. *Pharmacol. Biochem. Behav.*, **52**: 743-748.
- Cohen-Tannoudji J, Locatelli A y Signoret JP. 1986. Non-pheromonal stimulation by the male of LH release in the anoestrous ewe. *Physiol. Behav.*, **36**: 921-924.
- Colgan P. 1983. Comparative Social Recognition. New York : Wiley
- Collias NE. 1956. The analysis of socialization in sheep and goats. *Ecology*, **37**: 228-239.
- Chemineau P, Lévy F y Thimonier J. 1986. Effects of anosmia on LH secretion, ovulation and oestrous behaviour induced by males in the anovular creole goat. *Anim. Reprod. Sci.*, **10**: 125-132.
- Da Costa AP, Guevara-Guzman RG, Ohkura S, Goode JA y Kendrick KM. 1996. The role of oxytocin release in the paraventricular nucleus in the control of maternal behaviour in the sheep. *J. Neuroendocrinol.*, **8**: 163-177.
- Das N y Tomer OS. 1997. Time pattern on parturition sequences in Beetal goats and crosses: comparison between primiparous and multiparous does. *Small Rum. Res.*, **26**: 157-161.
- Denton, D. A. y Nelson, J. F., 1980. The influence of reproductive processes on salt appetite. In: Kare, M. R., (eds) Biological and Behavioral Aspects on Salt Intake. New York: Academic Press: pp. 229-246. .
- De Vore, I. De., 1965. Primate Behavior. New York, Rinehart and Winston.
- De Vos, A. 1960. Behavior of barren ground caribou on their calving grounds. *J Wildlife Mgmt.*, **24**, 250-258.

- Dwyer C M, McLean KA, Deans LA, Chirnside J, Calvert SK, Lawrence AB. 1998. Vocalisations between mother and young in sheep: effects of breed and maternal experience. *Applied Animal Behaviour Science.*, **58**, 105-119.
- Falls, J. B. 1978. Bird song and territorial behavior. *Advances in the Study of Communication of Affect* **4** 61-89.
- Ferreira A, Terrazas A, Poindron P, Nowak R, Orgeur P y Lévy F. 2000 Learning of olfactory cues is not necessary for early lamb recognition by the mother. *Physiology and Behavior.*, **69**: 405-412.
- Fletcher D. J. C y Michener C. D. 1987. *Kin Recognition in Animals*. New York: Wiley.
- González-Mariscal G, Chirino R y Hudson R. 1994. Prolactin stimulates emission of nipple pheromone in ovariectomized New Zealand white rabbits. *Biol. Reprod.*, **50**: 373-376.
- Grosberg R. K. 1988. Preface. In: *Invertebrate Historecognition* (ed. by R. K. Grosberg, D. Hedgecock & K. Nelson, pp. v-vi. New York: Plenum.
- Gubernick DJ, Corbeau Jones K y Klopfer PH. 1979. Maternal imprinting in goats? *Anim. Behav.*, **27**: 314-315.
- Gubernick DJ. 1980. Maternal "imprinting" or maternal "labelling" in goats. *Anim. Behav.*, **28**: 124-129.
- Gubernick DJ. 1981a. Mechanisms of maternal "labelling" in goats. *Anim. Behav.*, **29**: 305-306.
- Gubernick DJ. 1981b. Parent and Infant attachment in Mammals. En: D.J. Gubernick y P.H. Klopfer (Eds.), *Parental Care in Mammals*. (pp. 243-305). New-York: Plenum Press.
- Herscher L, Richmond JB y Moore AU. 1963. Modifiability of the critical period for the development of maternal behavior in sheep and goats. *Behaviour*, **20**: 311-319.
- Hernández H, Serafín N, Vázquez H, Delgadillo JA y Poindron P. 2001. Maternal selectivity suppression through peripheral anosmia affects neither overall nursing frequency and duration, nor lactation performance in ewes. *Behav. Proc.* **53**: 203-209.

- Hernández H. 2001. Tesis doctoral. Análisis de la conducta de amamantamiento en cabras y ovejas y sus relaciones con la fisiología materna. Programa del Doctorado en Ciencias Biomédicas. Centro de Neurobiología, UNAM-Campus Juriquilla.
- Holmes WG y Sherman PW. 1982. The ontogeny of kin recognition in two species of ground squirrels. *Am. Zool.*, **22**: 491-517.
- Hudson R y Distel H. 1984. Nipple search pheromone in rabbits: dependence on season and reproductive state. *Journal of Comparative Physiology, Section [A]*, **155**: 13-17.
- Kendrick KM, Keverne EB, Shapman C y Baldwin BA. 1988. Microdialysis measurement of oxytocin, aspartate, gama-aminobutyric acid and glutamate release from the olfactory bulb of the sheep during vaginocervical stimulation. *Brain Res.*, **442**: 171-174.
- Kendrick KM y Keverne EB. 1989. Effects of intracerebroventricular infusions of naltrexone and phentolamine on central and peripheral oxytocin release and on maternal behaviour induced by vaginocervical stimulation in the ewe. *Brain Res.*, **505**: 329-332.
- Kendrick KM, Lévy F y Keverne EB. 1991. Importance of vaginocervical stimulation for the formation of maternal bonding in primiparous and multiparous parturient ewes. *Physiol. Behav.*, **50**: 595-600.
- Kendrick KM, Lévy F y Keverne EB. 1992. Changes in the sensory processing of olfactory signals induced by birth in sleep. *Science*, **256**: 833-836.
- Kendrick K, Atkins K, Hinton MR, Heavens P y Keverne B. 1995. Are faces special for sheep? Evidence from facial and object discrimination learning tests showing effects of inversion and social familiarity. *Behav. Processes*, **38**: 19-35.
- Keverne EB, Lévy F, Poindron P y Lindsay DR. 1983. Vaginal stimulation: an important determinant of maternal bonding in sheep. *Science*, **219**: 81-83.

- Keverne EB, Lévy F, Guevara-Guzman R y Kendrick KM. 1993. Influence of birth and maternal experience on olfactory bulb neurotransmitter release. *Neuroscience*, **56**: 557-565.
- Kiley M. 1972. The vocalizations of ungulates, their causation and function. *Z. Tierpsychol.*, **31**: 171-222.
- Klein J. 1982. Immunology: The Science of Self Nonself Discrimination. New York: Wiley.
- Klopfer PH, Adams DK y Klopfer MS. 1964. Maternal imprinting in goats. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, **52**: 911-914.
- Klopfer PH y Gamble J. 1966. Maternal imprinting in goats: the role of chemical senses. *Z. Tierpsychol.*, **23**: 588-592.
- Klopfer PH y Gilbert BK. 1966. A note on retrieval and recognition of young in the elephant seal, *Mirounga angustirostris*. *Z. Tierpsychol.*, **23**: 757-760.
- Klopfer PH. 1970. Discrimination of young of galalgos. *Folia Primatol. (Basel)*, **13**: 137-143.
- Krasnegor N. A. y Bridges R. S. 1990. "Mammalian parenting". Oxford University Press. New York.
- Krehbiel D, Poindron P, Lévy F y Prud'homme MJ. 1987. Effects of peridural anesthesia on maternal behavior in primiparous and multiparous parturient ewes. *Physiology and Behavior.*, **40**: 463-472.
- Lenhardt ML. 1977. Vocal contour cues in maternal recognition of goat kids. *Appl. Anim. Ethol.*, **3**: 211-220.
- Lent PC. 1974. Mother-infant relationship in ungulates. En: V. Geist y F. Walther (Eds.), *The Behaviour of Ungulates and Its Relation to Management*. (pp. 14-55). Morgues, Zwitterland: U.I.C.N.
- Leon M. 1978. Filial responsiveness to olfactory cues in the laboratory rat. *Adv. Study Behav.*, **8**: 117-153.
- Leon M, Adels L y Coopersmith R. 1985. Thermal limitation of mother-young contact in Norway rats. *Dev. Psychobiol.*, **18**: 85-105.

- Lévy F y Poindron P. 1984. Influence du liquide amniotique sur la manifestation du comportement maternel chez la brebis parturiente. *Biol. Behav.*, **9**: 271-278.
- Lévy F y Poindron P. 1987. The importance of amniotic fluids for the establishment of maternal behaviour in experienced and inexperienced ewes. *Anim. Behav.*, **35**: 1188-1192.
- Lévy F, Guevara-Guzman R, Hinton MR, Kendrick KM y Keverne EB. 1993. Effects of parturition and maternal experience on noradrenaline and acetylcholine release in the olfactory bulb of sheep. *Behav. Neurosci.*, **107**: 662-668.
- Lévy F, Locatelli A, Piketty V, Tillet Y, Poindron P. 1995. Involvement of the Main but not the accessory olfactory system in maternal behavior of primiparous and multiparous ewes. *Physiology and Behavior.*, **57**: 97-104.
- Lévy F, Kendrick K, Keverne EB, Porter RH y Romeyer A. 1996. Physiological, sensory and experiential factors of parental care in sheep. *Adv. Study Behav.*, **25**: 385-473.
- Lickliter RE. 1982. Effects of a post-partum separation on maternal responsiveness in primiparous and multiparous domestic goats. *Appl. Anim. Ethol.*, **8**: 537-542.
- Lickliter RE. 1984. Mother-infant spatial relationships in domestic goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **13**: 93-100.
- Lickliter RE y Heron JR. 1984. Recognition of mother by newborn goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **12**: 187-192.
- Lickliter RE. 1985. Behavior associated with parturition in the domestic goat. *Appl. Anim. Ethol.*, **13**: 335-345.
- Lindsay DR y Fletcher IC. 1968. Sensory involvement in the recognition of lambs by their dams. *Anim. Behav.*, **16**: 415-417.
- Lynch JJ y Alexander G. 1977. Sheltering behaviour of lambing Merino sheep in relation to grass hedges and artificial windbreaks. *Aust. J. Agric. Res.*, **28**: 691-701.
- Lynch JJ, Hinch GN y Adams DB. 1992. *The Behaviour of sheep. Biological Principles and Implications for Production*. Oxon, U.K.: C.A.B. International.

- Moliner M. 1997. Diccionario de uso del Español. Ed. Gredos Tomos 1-2 Madrid. pp. 956 y 1012
- Morgan PD, Arnold GW y Lindsay DR. 1972. A note on the mating behaviour of ewes with various senses impaired. *J. Reprod. Fertil.*, **30**: 151-152.
- Morgan PD y Arnold GW. 1974. Behavioural relationships between Merino ewes and lambs during the four weeks after birth. *Anim. Prod.*, **19**: 169-176.
- Morgan PD, Boundy CAP, Arnold GW y Lindsay DR. 1975. The roles played by the senses of the ewe in the location and recognition of lambs. *Appl. Anim. Ethol.*, **1**: 139-150.
- Nowak R, Poindron P, Le Neindre P y Putu IG. 1987. Ability of 12-hour-old merino and crossbred lambs to recognise their mothers. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **17**: 263-271.
- Nowak R. 1990a. Mother and sibling discrimination at a distance by three- to seven-day-old lambs. *Dev. Psychobiol.*, **23**: 285-295.
- Nowak R. 1990b. Lamb's bleats: important for the establishment of the mother-young bond? *Behaviour*, **115**: 14-29.
- Nowak R y Lindsay DR. 1990. Effect of breed and litter size on mother discrimination by 12-h-old lambs. *Behaviour*, **115**: 1-13.
- Nowak R. Poindron P y Putu P. 1990. Development of mother discrimination by single and multiple newborn lambs. *Dev. Psychobiol.* **22**: 833-845.
- Nowak R. 1991. Senses involved in the discrimination of Merino ewes at close contact and from a distance by their newborn lambs. *Anim. Behav.*, **42**: 357-366.
- Nowak R y Lindsay DR. 1992. Discrimination of merino ewes by their newborn lambs: important for survival? *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **34**: 61-74.
- Nowak R, Murphy TM, Lindsay DR, Alster P, Andersson R y Uvnäs-Moberg K. 1997. Development of a preferential relationship with the mother by the newborn lamb: importance of the sucking activity. *Physiol. Behav.*, **62**: 681-688.
- O'Brien PH. 1983. Feral goat parturition and lying-out sites: spatial, physical and meteorological characteristics. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **10**: 325-339.

- O'Brien PH. 1984. Leavers and stayers: maternal post-partum strategies in feral goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **12**: 233-243.
- Piggins, D. 1992. Visual perception. In: Phillips, C. and Piggins, D. (eds) *Farm Animals and the Environment* C. A. B. International Wallingford. pp 131-158.
- Pissonier D, Thiéry JC, Fabre-Nys C, Poindron P y Deverne EB. 1985. The importance of olfactory bulb noradrenalin for maternal recognition in sheep. *Physiol. Behav.*, **35**:361-363.
- Poindron P. 1974. Méthode de suppression réversible de l'odorat chez la Brebis et vérification de l'anosmie au moyen d'une épreuve comportementale. *ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.*, **14**: 411-415.
- Poindron P. 1976a. Effets de la suppression de l'odorat, sans lésion des bulbes olfactifs, sur la sélectivité du comportement maternel de la Brebis. *C. R. Acad. Sci. Paris D*, **282**: 489-491.
- Poindron P. 1976b. Mother-young relationships in intact or anosmic ewes at the time of suckling. *Biol. Behav.*, **2**: 161-177.
- Poindron P y Carrick MJ. 1976. Hearing recognition of the lamb by its mother. *Anim. Behav.*, **24**: 600-602.
- Poindron P y Signoret JP. 1977. Etude du comportement maternel de la brebis: mecanismes de reconnaissance mutuelle de l'agneau et de sa mere. *Ann. med. vet.*, **121**: 27-33.
- Poindron P, Martin GB y Hooley RD. 1979. Effects of lambing induction on the sensitive period for the establishment of maternal behaviour in sheep. *Physiol. Behav.*, **23**: 1081-1087.
- Poindron P y Le Neindre P. 1980. Endocrine and sensory regulation of maternal behavior in the ewe. *Adv. Study Behav.*, **11**: 75-119.
- Poindron P, Cognie Y, Gayerie F, Orgeur P, Oldham CM y Ravault JP. 1980. Changes in gonadotrophins and prolactin levels in isolated (seasonally or lactationally) anovular ewes associated with ovulation caused by the introduction of rams. *Physiol. Behav.*, **25**: 227-236.

- Poindron P, Lévy F y Krehbiel D. 1988. Genital, olfactory, and endocrine interactions in the development of maternal behaviour in the parturient ewe. *Psychoneuroendocrinology*, **13**: 99-125.
- Poindron P y Schaal B. 1993. Parent-infant relationships in Mammals: factors of control and psychobiological implications. En: C. Thibault, M.C. Levasseur y R.H.F. Hunter (Eds.), *Reproduction in Mammals and Man*. (pp. 553-565).
- Poindron P, Caba M, Gomora Arrati P, Krehbiel D y Beyer C. 1994. Responses of maternal and non-maternal ewes to social and mother-young separation. *Behav. Process.*, **31**: 97-110.
- Poindron P, Nowak R, Lévy F, Porter RH y Schaal B. 1993c. Development of exclusive mother-young bonding in sheep and goats. *Oxf. Rev. Reprod. Biol.*, **15**: 311-364.
- Poindron P, Soto R y Romeyer A. 1997. Decrease of response to social separation in preparturient ewes. *Behav. Processes*, **40**: 45-51.
- Poindron P, Hernandez H, Gonzalez F, Navarro ML y Delgadillo JA. 1998. Mother-young relationships in goats: mechanisms of control and possible implications for production. En: *Proceedings of the 32nd Congress of the International Society for Applied Ethology* (I. Veissier y A. Boissy, Eds.), pp. 85. INRA, Clermont-Ferrand, France.
- Poindron P, Hernandez H, Navarro ML, Gonzalez F, Delgadillo JA y Garcia S. 1998. Relaciones madre-cria en cabras. En: *XIII Reunion Nacional Sobre Caprinocultura* (U.A.d.S.L. Potosi, Ed.), pp. 48-66. Universidad Autonoma de San Luis Potosi, San Luis Potosi, Mexico.
- Porter RH y Doane HM. 1978. Studies of maternal behavior in spiny mice (*Acomis cabirinus*). *Zeitschrift Für Tierpsychologie*, **47**: 225-235.
- Porter RH. 1988. The ontogeny of sibling recognition in rodents: superfamily Muroidea. *Behav. Genet.*, **18**: 483-494.
- Porter RH y Blaustein AR. 1989. Mechanisms and ecological correlates of kin recognition. *Sci Prog*, **73**: 53-66.
- Ramírez A, Quiles A, Hevia M y Sotillo F. 1995. Behavior of the Murciano-Granadina goat in the hour before parturition. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **44**: 29-35.

- Ramírez A, Quiles A, Hevia ML, Sotillo F y Ramírez MC. 1996. Effects of immediate and early postpartum separation on maintenance of maternal responsiveness in parturient multiparous goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **48**: 215-224.
- Real Academia Española. Diccionario de la Lengua Española. ESPASA. Calpe Tomos 1-2. XXI Edición, Madrid 1997. pp. 760 y 1743.
- Roitt I. 1988. *Essential Immunology* (6th Edition). Blackwell Scientific: Oxford.
- Romeyer A y Poindron P. 1992. Early maternal discrimination of alien kids by postparturient goats. *Behav. Processes*, **26**: 103-112.
- Romeyer A, Porter RH, Lévy F, Nowak R, Orgeur P y Poindron P. 1993. Maternal labelling is not necessary for the establishment of discrimination between kids by recently parturient goats. *Anim. Behav.*, **46**: 705-712.
- Romeyer A, Poindron P y Orgeur P. 1994a. Olfaction mediates the establishment of selective bonding in goats. *Physiol. Behav.*, **56**: 693-700.
- Romeyer A, Poindron P, Porter RH, Lévy F y Orgeur P. 1994b. Establishment of maternal bonding and its mediation by vaginocervical stimulation in goats. *Physiol. Behav.*, **55**: 395-400.
- Rosenblatt JS y Siegel HI. 1981. Factors governing the onset and maintenance of maternal behavior among nonprimate Mammals. En: D.J. Gubernick y P.H. Klopfer (Eds.), *Parental Care in Mammals*. (pp. 13-76). New-York: Plenum Press.
- Rosenblatt JS, Mayer AD y Siegel HI. 1985. Maternal behavior among the non-primate mammals. En: N. Adler, D. Pfaff y R.W. Goy (Eds.), *Handbook of Behavioral Neurobiology*, Vol. 7: Reproduction. (pp. 229-298). New York: Plenum Press.
- Rudge MR. 1970. Mother and kid behaviour in feral goats (*Capra hircus* L.). *Z. Tierpsychol.*, **27**: 687-692.
- Ruiz-Miranda CR. 1992. The use of pelage pigmentation in the recognition of mothers by domestic goat kids (*Capra hircus*). *Behaviour*, **123**: 121-143.
- Ruiz-Miranda CR. 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.

- Ruiz-Miranda CR, Szymanski MD e Ingals JW. 1993. Physical characteristics of the vocalizations of domestic does *Capra Hircus* in response to their offspring cries. *Bioacoustics*, **5**: 99-116.
- Shillito EE. and Hoyland VJ. 1971. Observations on parturition and maternal care in Soay sheep. *J. Zool.*, **165**: 509-512.
- Shillito EE. 1975. A comparison of the role of vision and hearing in lambs finding their own dams. *Appl. Anim. Ethol.*, **1**: 369-377.
- Shillito-Walser EE. 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.
- Siegel S y Castellan JN. 1995. Estadística no paramétrica. Aplicada a las ciencias de la conducta. Trillas. México, D. F.
- Slee J y Springbett A. 1986. Early post-natal behaviour in lambs of ten breeds. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **15**: 229-240.
- Smith FV, Van-Toller C y Boyes T. 1966. The "critical period" in the attachment of lambs and ewes. *Anim. Behav.*, **14**: 120-125.
- Stevens D, Alexander G y Lynch JJ. 1981. Do Merino ewes seek isolation or shelter at lambing? *Appl. Anim. Ethol.*, **7**: 149-155.
- Stevens D, Alexander G y Lynch JJ. 1982. Lamb mortality due to inadequate care of twins by Merino ewes. *Appl. Anim. Ethol.*, **8**: 243-252.
- Terrazas A. 1999. Estudio de la comunicación acústica madre-cría en la oveja y su papel en el reconocimiento interindividual temprano. En: *Centro de Neurobiología*, pp. 128. Universidad Nacional Autónoma de México, Querétaro.
- Terrazas A, Ferreira G, Lévy F, Nowak R, Serafin N, Orgeur P, Soto R y Poindron P. 1999. Do ewes recognize their lambs within the first day postpartum without the help of olfactory cues? *Behav. Processes*, **47**: 19 - 29.
- Terrazas A, Nowak R, Serafin N, Ferreira G, Lévy F and Poindron P. 2002. 24Hr-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.*, Aceptado

- Terrazas A, Serafín N, Hernández H y Poindron P. No publicado. The existence of individual signatures in the vocalization of the young kid: Study of their ontogeny through the first five days of age.
- Thiels E, Alberts JR y Cramer CP. 1990. Weaning in rats: II. Pup behavior patterns. *Dev. Psychobiol.*, **23**: 495-510.
- Thorburn GD, Nicol DH, Bassett JM, Shutt DA y Cox RI. 1972. Parturition in the goat and sheep: changes in corticosteroids, progesterone, oestrogens and prostaglandin F. *J. Reprod. Fert. Suppl.*, **16**: 61-84.
- Vidal G y Alarcón RD. 1986. Psiquiatría. Editorial Medica Panamericana. Buenos Aires. pp. 61
- Vince MA y Ward TM. 1984. The responsiveness of newly-born Clun Forest lambs to odour sources in the ewe. *Behaviour*, **89**: 117-127.
- Vince MA, Lynch JJ, Green GC y Elwin RL. 1987. Interactions between normal ewes and newly born lambs deprived of visual, olfactory and tactile sensory information. *Appl. Anim. Ethol.*, **19**: 119-136.
- Vince MA. 1993. Newborn lambs and their dams: the interaction that leads to sucking. *Adv. Study Behav.*, **22**: 239-268.
- Walther, F. R. 1984. Communication and expression in hoofed mammals. Indiana University Press, Indiana.
- Wise DA y Pryor TL. 1977. Effects of ergocornine and prolactin on aggression in the post-partum golden hamster. *Horm. Behav.*, **8**: 30-39.