

20
201



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"COMPORTAMIENTO MATERNO EN EL RATON DE LOS VOLCANES (*Neotomodon alstoni alstoni*, Merriam 1898)"

T E S I S

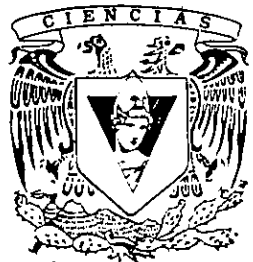
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G A
P R E S E N T A :
LETICIA FABIOLA BELMAN GARIBALDI

DIRIGIDA POR: DRA. JUANA ALBA LUIS DIAZ.

1998



FACULTAD DE CIENCIAS SECCION ESCOLAR



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

268378



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central

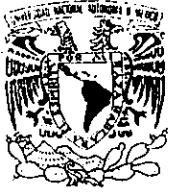


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

“COMPORTAMIENTO MATERNO EN EL RATON DE LOS VOLCANES (*Neotomodon alstoni alstoni*, Merriam 1898)”

realizado por **BELMAN GARIBALDI LETICIA FABIOLA**

con número de cuenta **7711040-2** , pasante de la carrera de **BIOLOGIA**

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de tesis **DRA. JUANA ALBA LUIS DIAZ**
Propietario

Propietario **MVZ.EDPV. AGUSTIN CARMONA CASTRO**

Propietario **MVZ. JOSE DE JESUS DELGADO SOLIS**

Suplente **MVZ. MARIO JAVIER SORIANO BAUTISTA**

Suplente **BIOL. FANNY ELENA CAMACHO GALVANE**

Consejo Departamental de Biología

DRA. EDNA MARTA SUÁREZ DIAZ.

DEPARTAMENTO
DE CIENCIAS

DEDICATORIAS

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ENEP IZTACALA

"CUANDO SE BUSCA LA SABIDURIA,
LA PRIMERA ETAPA ES EL SILENCIO,
LA SEGUNDA ES ESCUCHAR,
LA TERCERA ES RECORDAR,
LA CUARTA ES PRACTICAR Y LA
QUINTA ES ENSEÑAR CON EL EJEMPLO"

ANONIMO

A la memoria de mi madre Alicia Garibaldi Ríos, porque siempre has estado a mi lado espiritualmente con tus enseñanzas y ejemplo.

A mi esposo Adrián, por su apoyo, comprensión y paciencia, agradeciéndole por siempre.

A mis hijos Juan Adrián y Nicté-Há con todo mi amor.

A mi hermano Sergio, porque gracias a tu ayuda pude alcanzar esta meta.

A Raúl Rivera, aunque pase el tiempo vivirá el recuerdo.

A mis maestros y compañeros con cariño

Al Dr. Humberto Granados como un póstumo recuerdo y homenaje al pionero y fundador de la investigación del ratón de los volcanes, y a su esposa Gabriela por siempre mi amistad.

Al ratón de los volcanes a los 100 años de la descripción del Género al que pertenece, *Neotomodon, a. alstoni*, Merriam 1898.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. J. Alba Luis Díaz y al M.V.Z: Agustín Carmona Castro les agradezco su invaluable colaboración e interés en la realización de este trabajo, por los conocimientos y consejos que me dieron como maestros y amigos. Les agradeceré por siempre su apoyo.

Agradezco al jurado: Biol. Fanny Elena Camacho Galván, M.V.Z. Mario Javier Soriano Bautista, M.V.Z. Agustín Carmona Castro, M.V.Z. José de Jesús Delgado Solís por sus sugerencias que mejoraron la calidad de este trabajo.

Al M.V.Z. Jesús Delgado Solís, por ser tan especial, interés alguno, porque su corazón está lleno de amor y lo comparte con los demás, siendo su única gratificación la satisfacción misma de ayudar, gracias por la oportunidad que me diste y por tu amistad.

CONTENIDO

	Pag.
DEDICATORIAS	i-ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	1
I.- INTRODUCCION	2
II.- ANTECEDENTES	
1. Generalidades de la especie en estudio	
1.1. Habitat	3
1.2. Características generales	4
1.3. Posición taxonómica	5
2. Comportamiento materno	6
2.1. Bases hormonales	
2.1.a. Estrógenos y progesterona	7
2.1.b. Prolactina y oxitocina	10
2.2. Bases neurales	13
2.3. Bases sensoriales	15
III. SECCION EXPERIMENTAL	
1. HIPOTESIS	19
2. OBJETIVOS GENERALES	19

3. OBJETIVOS ESPECIFICOS	19
IV. MATERIAL Y METODOS	20
V. RESULTADOS	22
VI. DISCUSION	29
VII. CONCLUSIONES	33
VIII. REFERENCIAS	34

RESUMEN

El presente estudio se realizó con ratones de los volcanes, que fueron capturados en una zona de la Sierra del Volcán Ajusco, localizada entre los km 40 y 51 de la carretera federal a la Ciudad de Cuernavaca Mor. Los animales capturados se mantuvieron bajo condiciones ambientales de laboratorio con fotoperiodos invertidos de 12.00:12.00 h. El estudio del comportamiento materno en esta especie se realizó de enero de 1995 a noviembre de 1996, periodo durante el cual se observaron 20 hembras con sus respectivos hijos, desde el día de nacimiento (día uno) hasta los 30 días postparto. El comportamiento materno del ratón de los volcanes está integrado por el amamantamiento, abrigo, aseo, olfateo, acomodo de la cría, recuperación y mantenimiento del nido. El tiempo invertido en el amamantamiento se correlacionó débilmente con la edad de los hijos ($P < 0.001$), siendo notorio que la hembra exhibió esta conducta en un periodo muy prolongado del postparto, lo cual pudo deberse a artificios de las condiciones de laboratorio o quizá forme parte de una estrategia en la relación madres-hijos. El tiempo invertido en el abrigo se correlacionó fuertemente con la edad de las crías ($P < 0.001$) sugiriendo que el mantenimiento de la temperatura de los hijos constituye un factor crítico en la supervivencia de las crías. La frecuencia con la que se realizó el aseo durante el periodo de lactancia no se correlacionó con la edad de los hijos ($P > 0.05$), pero comparativamente se observó que la región perineal fue lamida por la madre con mayor frecuencia. La frecuencia con la que se realizó el olfateo se correlacionó débilmente con la edad de las crías ($P < 0.001$). La conducta de recuperación y mantenimiento del nido sólo se observaron en un periodo limitado del postparto, la primera cuando las crías aún no adquieren la capacidad de moverse por sí mismas, y la segunda, probablemente esté limitada por la necesidad de calor de las crías.

I. INTRODUCCION

El ratón de los volcanes *Neotomodon alstoni alstoni* (Merriam 1898) es un roedor exclusivo de la fauna mexicana, cuyo habitat está limitado al Eje Neovolcánico Transversal de México (Villa 1953).

Desde que Martín y Álvarez (1982), realizaron el primer estudio sobre el desarrollo postnatal de este ratón, se han venido realizando diversas investigaciones sobre la biología de este roedor; las cuales incluyen aspectos ecológicos (Chávez y Gallardo 1993), reproductivos (Olivera 1984), crecimiento (Ramírez 1986), comportamiento (Granados, *et al.* 1993, Arenas 1996), hábitos alimenticios (Alvárez y Mayo-Aceves 1993) y nutrición (Cárdenas *et al.* 1997). Los resultados de estas investigaciones llevaron a Granados (1994) a declarar a este roedor como un nuevo animal de laboratorio, ofreciéndolo como la cepa exogámica GFC-UNAM.

Con la finalidad de contribuir al conocimiento sobre la biología del comportamiento de esta especie se realizó un estudio de la conducta materna de este ratón.

II. ANTECEDENTES

1.- Generalidades de la especie en estudio

1.1. Habitat

El ratón de los volcanes habita en la región del Eje Neovolcánico Transversal de México, también llamado Cordillera o Sierra Volcánica Transversal. Esta Región se localiza entre los 18° y 22° de latitud norte, abarcando los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Estado de México, Distrito Federal, Morelos, Tlaxcala, Puebla y Veracruz.

Este roedor se distribuye en un rango altitudinal de los 2400 a 3500 m s n m, su habitat está constituido por bosque mixto de pino-encino en las partes bajas y pino-abeto en las partes altas, asociada a este tipo de vegetación existe una variedad de gramíneas, llamadas comunmente zacatón, entre las que se encuentran los géneros *Stipa*, *Muhlenbergia*, y *Festuca* (Villa 1953).

En las comunidades de roedores de la Sierra del Volcán Ajusco, el ratón de los volcanes es la especie más abundante, comparte este habitat con *Reithrodontomys megalotis saturatus*, *Peromyscus maniculatus labecula*, *Peromyscus melanotis melanotis* y *Microtus m. mexicanus* (Rojas 1984).

1.2. Características generales

El ratón de los volcanes es un roedor que mide entre 149 a 240 mm de longitud, el largo de la cola es aproximadamente la mitad de la longitud corporal, presentan pelaje abundante, cuya coloración varía según la zona del cuerpo; en el dorso es de color gris oscuro, la abdominal blanquecina y la pectoral de color castaño, sus ojos son grandes y negros (Martín y Álvarez 1982).

Este roedor se reproduce todo el año, tanto en cautiverio como en condiciones naturales, alcanzando su mayor actividad reproductiva en primavera-verano (Chávez 1988). Este pico en la actividad reproductiva sugiere patrones de reproducción predecibles en respuesta a ambientes predecibles, de tal forma que cuando las condiciones son favorables exhiben un patrón poliéstrico continuo, mientras que cuando éstas son extremas el patrón es poliéstrico estacional (Sánchez *et al.* 1989).

Las hembras de esta especie alcanzan la madurez sexual a los 49 días de edad, tiempo en que se observa por primera vez el desarrollo de folículos antrales o preovulatorios, y los machos a los 59 días, edad en la que es posible observar espermatozoides libres en los túbulos seminíferos del testículo (Ortiz *et al.* 1987, 1988). El ratón de los volcanes tiene en promedio tres hijos por camada, sus crías son altricias, por lo que nacen desnudas y con un desarrollo incompleto de los órganos de los sentidos.

Se cubren de pelo a los 11 días de vida, la abertura de los párpados se efectúa entre los 18 y 20 días, el despliegue de la oreja se inicia entre los días 3 y 4, ocurriendo la abertura ótica entre los 15 y 17 días. Los incisivos emergen a partir del día 10 y a los 30 días poseen la dentición completa (Martín y Álvarez 1982).

En el laboratorio el macho de este roedor presenta cuidados paternos (Luis *et al.* 1997), lo cual hace suponer que en condiciones naturales este ratón sea monogámico. La presencia de cuidados paternos en los roedores está evolutivamente asociada a la monogamia (Elwood 1983, Clutton y Brock 1991). La participación del macho en el cuidado de las crías, sin duda, tiene una gran influencia en la conducta materna de este roedor.

1.3. Posición taxonómica

El género *Neotomodon* fue descrito en el año de 1898, con tres especies (Merriam 1898). En 1924 se publicó una lista de los roedores de Norteamérica, en la que se coloca al género *Neotomodon* en la familia Cricetidae, subfamilia Cricetinae (Miller 1924). Davis y Follansbee (1946), basándose en la morfología somática y craneal, señalan que el género *Neotomodon* es monotípico, con dos subespecies. Yates, *et al.* (1979) realizaron estudios genéticos del género *Neotomodon*, concluyendo que éste es cogenérico de *Peromyscus*, y que se trata de una especie polítipica. Williams y Ramírez-Pulido (1984) corroboran lo anterior, pero señalan que la especie es monotípica. En este estudio se conservó el nombre original

del género, debido a que el cambio taxonómico propuesto por Williams y Ramírez-Pulido, no ha sido reconocido por las autoridades correspondientes.

2. Comportamiento materno

En los mamíferos, las interacciones madre-hijos constituyen estrategias obligatorias en la sobrevivencia de estos vertebrados. Un desarrollo embrionario interno y la dependencia alimentaria de los hijos al nacer, exclusivamente de la madre, involucran una serie de conductas que integran el comportamiento materno.

El comportamiento materno en los mamíferos varía de acuerdo al grado de desarrollo con el que nacen las crías; en las especies con crías precoces, como los ungulados (e. g., ovejas y caballos), en las que los hijos son capaces de seguir a la madre poco después del nacimiento, las conductas maternas son básicamente amamantamiento, aseo, olfateo, protección, y sociabilización (Rosenblatt y Siegel 1983, Numan 1988). Mientras que en los mamíferos con crías altricias, como la mayoría de los roedores (e. g. ratón, rata y hamster), en los que los hijos al nacer son inmóviles, desnudos, incapaces de regular su temperatura, y con un pobre desarrollo de los órganos de los sentidos, el comportamiento materno, además del amamantamiento, aseo y protección, incluye abrigo, construcción y mantenimiento del nido (Rosenblatt y Siegel 1983, Numan 1988).

Entre esta dicotomía de estrategias existe una diversidad de patrones en el comportamiento materno de los mamíferos, la cual está evolutivamente relacionada con el grado de desarrollo de los hijos al nacimiento.

Los primeros estudios sobre el comportamiento materno en roedores fueron realizados en la rata y ratón de laboratorio, en estos animales se describieron los patrones del comportamiento materno, y se determinó que entre las bases biológicas que regulan esta conducta se encuentran factores hormonales, neurales y sensoriales (Rosenblatt y Siegel 1983, Numan 1988).

2.1. Bases hormonales

2.1.a. Estrógenos y progesterona

Para una variedad de especies, se ha establecido que la terminación de la preñez está asociada como una disminución en la relación progesterona/estrógeno. En la rata los niveles plasmáticos más altos de progesterona se alcanzan en los días 14 y 15 de la gestación, declinando a partir del día 19, mientras que los niveles de estrógenos se empiezan a elevar el día 16, alcanzando su nivel más alto el día 22. En el ratón y el conejo la relación progesterona/estrógenos al final de la preñez sigue un patrón muy similar al de la rata (Numan 1988).

El patrón de la relación progesterona /estrógenos no es universal, e. g., en el hamster, al final de la preñez se observa una notable disminución en los niveles de las dos hormonas (Soares y

Talamantes 1982).

Los cambios en la relación progesterona/estrógenos al final de preñez sugieren que estas hormonas pueden desempeñar un papel muy importante en el desencadenamiento del comportamiento materno. Varios estudios han mostrado que la histerectomía en hembras primigestas al final de la gestación facilita la respuesta materna; ratas de laboratorio primigestas e histerectomizadas entre los días 15 y 17 de la gestación fueron sometidas a pruebas de sensibilización (exposición a crías ajenas de la misma especie) entre las 24 y 48 horas siguientes a la cirugía, presentaron latencias en la respuesta materna de 0 a un día, en contraste con latencias de 4 a 5 días de las control (hembras primigestas intactas). Rosenblatt y Siegel (1975a) han sugerido que la facilitación de la conducta materna de hembras preñadas histerectomizadas puede deberse a una disminución en los niveles de progesterona con sobreposición de una mayor secreción de estradiol. Esto se demostró administrándoles a hembras histerectomizadas y ovariectomizadas en el día 16 de la preñez benzoato de estradiol; el 80% de estas hembras exhibieron conducta materna en la primera exposición, mientras que las hembras no tratadas presentaron latencias de 3 días. La histerectomía facilita la conducta materna porque ocasiona una caída en los niveles de progesterona, probablemente debido a que al diseccionar la placenta se interrumpe la estimulación luteotrópica de las hormonas lactógenas que inducen la liberación de progesterona en la segunda mitad de la preñez (Numan 1988).

En otros estudios se ha mostrado que la histerectomía y ovariectomía pueden facilitar la conducta materna aún en ausencia de la administración de benzoato de estradiol; hembras histerectomizadas y ovariectomizadas en el día 17 de la preñez y sometidas a pruebas de sensibilización 24 horas después, presentan latencias más cortas que las hembras intactas. Esta facilitación del comportamiento materno de hembras histerectomizadas y ovariectomizadas es bloqueada si se administra progesterona en el momento de la cirugía. Los resultados muestran que la falta de progesterona por sí misma, ejerce efectos facilitadores de la conducta materna (Rosenblatt y Siegel 1983, Numan 1988).

En el ratón de laboratorio también se ha observado un incremento en la respuesta materna en el último tercio de la preñez, e. g., hembras nulíparas al final de la gestación, recuperan más rápidamente a las crías que hembras vírgenes adultas (Noirot y Goyens 1971).

Por otra parte, se ha señalado que en la rata el estado fisiológico asociado a la preñez o el parto, no constituyen una condición necesaria para el disparo de la respuesta materna, debido a que cuando hembras vírgenes se sensibilizan a través de la exposición a crías recién nacidas, después de un periodo de varios días, estas hembras se comportan en forma materna (Rosenblatt y Siegel 1983, Numan 1988).

El comportamiento materno evocado por sensibilización puede ser mantenido tanto tiempo como él que permanezcan las crías con la hembra y aún por periodos más largos. Los patrones motores que integran la conducta materna evocada por sensibilización son similares a los de las

hembras en el postpartum, excepto por la ausencia de lactancia. Sin embargo, al comparar latencias en la respuesta materna de hembras vírgenes adultas y primigestas en el último tercio de la preñez, se observa que estas últimas, presentan latencias significativamente más cortas que las hembras vírgenes (Numan 1988). Asimismo, cuando se compara la conducta de recuperación de hembras en el postpartum con la de hembras sensibilizadas, usando un laberinto en T, se observa que sólo las verdaderas madres recuperan a sus hijos. Otra diferencia notoria entre la conducta materna espontánea y la evocada, es que en las hembras sensibilizadas no se observa la característica agresión de las madres en el postpartum (Rosenblatt y Siegel 1983).

En otros estudios se demostró que dosis suprafisiológicas de estradiol facilitan la respuesta materna en hembras vírgenes histerectomizadas y ovariectomizadas (Siegel y Rosenblatt 1975a, 1975b).

2.1.b. Prolactina y oxitocina

Varios estudios han demostrado que la prolactina y la oxitocina también influyen en la conducta materna; los niveles de prolactina se incrementan al final de la preñez en respuesta a un aumento en la liberación de estradiol ovárico. Bridges *et al.* 1990, señalan que la prolactina participa en la iniciación de la conducta materna; hembras ovariectomizadas tratadas con estrógenos y progesterona por 11 días, simulando el estado fisiológico natural muestran un desencadenamiento

rápido del comportamiento materno, pero si se les extirpa la hipófisis al comienzo del tratamiento con las hormonas esteroides, el inicio de la conducta materna se retrasa significativamente. Asimismo, el comportamiento materno puede ser bloqueado, si al final de la preñez se realiza la hipofisectomía o se administra bromocriptina, substancia que previene la secreción de prolactina. Cortas latencias son obtenidas cuando se administra a estas hembras prolactina o se les hacen implantes de hipófisis (Rosenblatt 1992).

La prolactina es una molécula proteica de gran tamaño, por lo cual se cree que no puede atravesar la barrera hematoencefálica y llegar al sistema nervioso central. Sin embargo, si es perfundida en el líquido cerebro espinal del ventrículo lateral o directamente en el área preóptica media de hembras previamente tratadas con estrógenos induce conducta materna (Rosenblatt 1992).

Está claramente establecido que la prolactina puede actuar en el área preóptica media y en otros sitios del sistema nervioso central; del ventrículo lateral puede difundirse a sitios circumventriculares y así estimular el comportamiento materno (Rosenblatt 1992).

Recientemente se ha demostrado que la hipófisis no es la única fuente de prolactina; técnicas de RIA e inmucitoquímicas han mostrado que dentro del mismo cerebro existen células que sintetizan esta hormona. Estas células se han localizado en diferentes regiones del cerebro, encontrándose que sus fibras se proyectan a zonas relacionadas con la conducta materna, como el área preóptica media, el hipotálamo anterior y

la amígdala (Rosenblatt 1992).

Aunque no ha sido establecido si la prolactina hipofisiaria puede normalmente entrar al cerebro y estimular así el comportamiento materno , si se ha demostrado que la prolactina circulante penetra hasta el líquido cerebroespinal y presumiblemente al cerebro por medio de un sistema de transporte localizado en el plexo coroideo lateral del tercer y cuarto ventrículo (Rosenblatt 1992).

Estos estudios demuestran que la prolactina influye en el establecimiento de la conducta materna, aunque aún no se ha establecido si las fluctuaciones en los niveles de prolactina circulante de origen hipofisiario afectan directamente los niveles de esta hormona en el líquido cerebroespinal y otros sitios del cerebro (Rosenblatt 1992).

Otra hormona que ha sido relacionada con conducta materna es la oxitocina, varios estudios señalan que esta hormona facilita esta conducta. Cuando a ratas ovariectomizadas se les somete a un pretratamiento de estrógenos y dos días después se les administra oxitocina directamente en el líquido cerebroespinal del ventrículo lateral, se obtiene una facilitación de la conducta materna. Los animales así tratados exhibieron comportamiento materno dentro de las dos primeras horas siguientes a la administración. Por otra parte, hembras que no recibieron el tratamiento con estrógeno , no fueron estimuladas a responder maternalmente con la administración de oxitocina. Estos experimentos sugieren que esta hormona facilita la conducta materna cuando actúa en el cerebro de hembras previamente tratadas con estrógenos (Siegel 1986, Rosenblatt

1992).

En otros estudios se ha observado un considerable retraso en la conducta materna cuando se administran antagonistas específicos de la oxitocina en el líquido cerebroespinal de hembras preñadas, que fueron sometidas a ovariectomía, histerectomía y pretratadas con estrógenos. Asimismo, cuando a hembras parturientas se les administran antagonistas de la oxitocina también se observa un retraso en el inicio de la conducta materna (Siegel 1986, Rosenblatt 1992).

La oxitocina influye en el comportamiento materno del ratón; en los ratones silvestres, contrariamente a lo que ocurre con los animales domesticados, las hembras preñadas generalmente canibalizan a las crías que se les presentan antes del parto. Sin embargo, si se les administra oxitocina, mientras canibalizan a las crías, terminan por mostrar comportamiento materno (Rosenblatt 1992).

En la rata de laboratorio lesiones de los núcleos paraventriculares (región en la que se localizan la mayoría de las hormonas que secretan oxitocina) durante la preñez, ocasionan un incremento en el canibalismo, latencias de recuperación muy largas, así como evidentes trastornos en las conductas de abrigo, recuperación, aseo y reconstrucción del nido (Rosenblatt 1992).

2.2. Bases neurales

El método más empleado para establecer el papel que desempeña

determinado grupo de neuronas en el comportamiento, ha sido el de lesión. A través de esta técnica varias investigaciones realizadas con la rata de laboratorio, han mostrado que el área preóptica media desempeña un papel muy importante en la regulación neural del comportamiento materno; lesiones en esta región del cerebro ocasionan trastornos en las conductas de nutrición y construcción del nido, desapareciendo por completo la conducta de recuperación de las crías (Jacobson *et. al.* 1980, Miceli *et. al.* 1983). La pérdida de la conducta de recuperación no se debe a daños orales motores, debido a que los animales lesionados son capaces de recoger con la boca pedacitos de caramelo (Numan 1986).

No todas las neuronas del área preóptica media intervienen en la regulación del comportamiento materno, pero existen evidencias que en esta zona, hay un grupo de neuronas que está específicamente relacionado con el control neural de la conducta materna. En esta área también se localizan neuronas implicadas en la regulación de la temperatura corporal; se ha estimado que alrededor del 50% de las neuronas de esta zona son termosensitivas, lo cual evidencia que hay una estrecha relación entre temperatura corporal y comportamiento materno (Numan 1986).

Animales con lesiones en el área preóptica media no muestran hipotermia, pero el comportamiento materno desaparece, lo cual puntualiza que el hecho, de que el 50% de las neuronas de esta región sean termosensitivas no significa que ese 50% de neuronas intervengan en la regulación de la temperatura. Rosenblatt *et al.* (1979) sugieren que algunas de esas neuronas termosensitivas podrían también estar

involucradas en la regulación del comportamiento materno, y su termosensibilidad podría ser la vía a través de la cual la temperatura corporal afecta dicha conducta.

Por otra parte, se señala que en el área preóptica media hay neuronas con una gran cantidad de receptores de progesterona y estradiol, por lo que se hipotetiza que éste podría ser el sitio, en el cual actúan las hormonas esteroides para disparar la respuesta materna (Pfaff y McEwen 1983, Numan 1988).

Otra de las regiones cerebrales relacionadas con la conducta materna es la amígdala; estudios en los que se compararon las latencias de sensibilización de ratas vírgenes lesionadas y ratas en las que se simuló la lesión, mostraron que los animales con lesión amígdaloide exhibieron latencias significativamente más cortas que los no lesionados, estos resultados sugieren que la amígdala puede tener efectos inhibitorios sobre la conducta materna. Sin embargo, otros estudios señalan que lesiones en esta región no tienen ningún efecto sobre el comportamiento materno de este roedor (Numan 1988).

2.3. Bases sensoriales

Varios estudios señalan que la conducta materna, de la rata de laboratorio, en el postpartum es mantenida por la presencia de las crías; cuando a ratas primíparas se les separa de sus hijos inmediatamente después del parto y cuatro días después se les somete a pruebas de

sensibilización, se observa una evidente afectación de la conducta materna. Sin embargo, si las crías son separadas a los tres días de nacidos, el comportamiento materno no es afectado. Estos resultados sugieren que cambios fisiológicos asociados al parto, aunados a la estimulación de la presencia de las crías al inicio del postpartum, son determinantes para el establecimiento de la conducta materna (Numan 1988). En el hamster la separación de las crías a las 24 horas siguientes al parto, ocasiona que las madres exhiban conducta infanticida una semana después, mientras que si las crías permanecen con la madre, ésta es capaz de adoptar a crías ajenas (Swanson y Campbell 1980). En el jerbo las hembras que permanecen con sus crías, muestran conducta infanticida a la tercera semana del postpartum, pero si se les separa de sus hijos al momento del parto, esta conducta es exhibida a las 24 horas siguientes al parto. En estos roedores la presencia de las crías en el inicio del postpartum parece ser crítica en el mantenimiento de la conducta materna (Numan 1988).

En otros estudios se ha logrado prolongar la conducta materna de la rata, hamster y jerbo, sustituyendo a las crías viejas por otras recién nacidas, observándose que la cantidad y calidad de la conducta materna depende de la edad de las crías. Esto señala que los niveles altos de conducta materna en el inicio del postpartum son debidos a la estimulación evocada por las crías recién nacidas, mientras que las crías viejas no son capaces de inducir los mismos niveles de conducta materna (Numan 1988).

Estos estudios señalan que la presencia de las crías desempeña un papel muy importante en el mantenimiento de la conducta materna, aunque

se desconocen los mecanismos a través de los cuales la estimulación sensorial pudiera ser traducida en cambios neuroendocrinos (Numan 1988).

Por otra parte, algunas investigaciones han tratado de descubrir la importancia que tienen los estímulos olfatorios y auditivos en la regulación del comportamiento materno; en la rata de laboratorio se ha demostrado que las hembras lactantes son atraídas por vocalizaciones de las crías, mientras que se muestran indiferentes a sonidos control. Las hembras vírgenes y los machos de este roedor no responden a este tipo de estímulos (Raisman 1972).

Asimismo, vocalizaciones de los infantes también estimulan la conducta de búsqueda de hembras lactantes en el ratón de laboratorio y cuyo (Numan 1988).

Otros estudios señalan, que en la rata la estimulación olfatoria de los jóvenes interactúa con las vocalizaciones en la atracción de las hembras lactantes, pero el estímulo direccional, lo constituyen las vocalizaciones (Numan 1988).

Aunque en la rata, se ha demostrado que los estímulos olfatorios y auditivos influyen en la conducta materna, otros estímulos como los táctiles, gustativos y aún los visuales, podrían también ejercer efectos estimuladores en el comportamiento materno. Beach y Jaynes (1956) señalan que la regulación del comportamiento materno en la rata en el postpartum es multisensorial.

Rosenblatt (1986) sugiere que el comportamiento materno inmediato al parto es mediado por factores endógenos que operan durante la preñez, y

qué después es mantenido por la estimulación de las crías.

En algunas especies las madres primigestas pero no las multiparas necesitan estar expuestas a los cambios hormonales propios de la preñez, para que la presencia de las crías pueda evocar cambios endócrinos que regulen el mantenimiento del comportamiento materno (Numan 1988).

III. SECCION EXPERIMENTAL

1. HIPOTESIS

Se espera que los patrones conductuales que integran el comportamiento materno del ratón de los volcanes sean similares a los que exhiben otros roedores que paren crías altricias; además de que las frecuencias con las que se realicen dichos patrones estén influenciadas por la edad de las crías.

2. OBJETIVOS GENERALES

Observar y registrar el comportamiento materno del ratón de los volcanes, *Neotomodon alstoni alstoni*, desde el nacimiento de las crías hasta la edad de destete, y establecer los principales patrones que lo constituyen.

3. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Registrar las frecuencias de las conductas que integran el comportamiento materno de este roedor, con la finalidad de observar sus variaciones a través del tiempo.

IV. MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se realizó con 30 hembras y 30 machos adultos del ratón de los volcanes, que fueron capturados de enero de 1995 a julio de 1996. Las capturas se efectuaron en varios sitios de la Sierra del Volcán Ajusco, en una zona comprendida entre los 40 y 51 kms de la Carretera federal a Cuernavaca. Esta zona tiene una altitud de 2600 a 4000 m s n m.

Para las capturas se usaron trampas Sherman plegables de aluminio para roedores pequeños (3.0x 3.5 x 9.0 pulg.).

En cada una de las capturas se utilizaron 60 trampas que fueron colocadas en la base de los zacatonales, a una distancia de 5 m una de otra, entre las 16.00 a 18.00 horas, y se recogieron al día siguiente entre las 8.00 y las 10.00 hrs, empleándose como cebo hojuelas de avena.

Los animales capturados fueron separados por sexo y transportados al laboratorio, en donde para ectodespasitarlos se les anesteció ligeramente con éter etílico, y posteriormente fueron cepillados vigorosamente (Ramírez 1986). Finalmente, fueron pesados y marcados en la oreja, utilizando el sistema de muescas.

Se mantuvieron bajo condiciones de temperatura y humedad del laboratorio con fotoperiodos invertidos de 12 horas (la luz blanca se encendía a 18.00 h y se apagaba a las 6.00 h). El fotoperiodo se invirtió con la finalidad de registrar una mayor actividad durante el día,

debido a que estos roedores son de hábitos nocturnos.

Se les proporcionó como alimento Nutricubos Purina para roedores pequeños y como bebida agua corriente *ad libitum*.

Después de una cuarentena se formaron parejas las cuales fueron apareadas durante 13 días, al término de los cuales los machos fueron separados de las hembras. A los 27 días siguientes al primer día de apareamiento las hembras fueron palpadas para determinar su posible preñez, y a partir de esa fecha fueron observadas diariamente para registrar la ocurrencia de los partos. Las hembras de apareamiento estéril o que parieron, pero perdieron a sus crías por canibalismo o abandono, se les volvió a aparear después de 15 días de la muerte de sus hijos.

El estudio del comportamiento materno de este roedor se realizó de enero de 1995 a noviembre de 1996, periodo durante el cual se registraron 20 hembras con sus respectivas crías. Las observaciones se realizaron en forma directa, en periodos comprendidos de las 11.00 hrs a la 14.00 hrs, utilizando como iluminación luz roja. Cada hembra fue observada diariamente en su jaula de nidación desde el nacimiento de los hijos, que fue tomado como el día uno hasta el destete, por periodos de 30 minutos.

Se registraron las conductas exhibidas por la madre con relación a las crías, su frecuencia y duración durante todo el periodo de observación.

Para determinar qué patrones del comportamiento materno se debían registrar, se realizó un estudio preliminar, con la finalidad de elaborar el etograma de estudio, el cual quedó constituido de la siguiente forma:

amamantamiento, abrigo de la cría, aseo, olfateo, acomodo de la cría en el nido, recuperación de la cría y reconstrucción del nido. Asimismo, se registró el tiempo que la hembra permaneció en el nido.

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente, obteniéndose correlaciones, promedios y desviaciones estandares. Para determinar si había diferencia significativa entre el tiempo invertido en el amamantamiento y el de permanencia en el nido se aplicó la Prueba t de Student para valores pareados, finalmente los resultados se representaron gráficamente.

V. RESULTADOS

El comportamiento del ratón de los volcanes está integrado principalmente por las siguientes actividades: amamantamiento, abrigo, aseo, olfateo, acomodo de la cría, recuperación y mantenimiento del nido. Los patrones motores de estas actividades se describen con detalle en el Cuadro I.

En la conducta de amamantamiento se observaron varias posiciones, la 1 (Cuadro I) fue exhibida con mayor frecuencia entre los días 10 y 12 del postparto, mientras que las posiciones 2 y 3 (Cuadro I) se registraron con mayor frecuencia después de este periodo. La hembra del ratón de los volcanes mostró conducta de amamantamiento durante todo el periodo de observación (Fig. 1), e inclusive hasta los 40 días postparto, aunque las

amamantamiento, abrigo de la cría, aseo, olfateo, acomodo de la cría en el nido, recuperación de la cría y reconstrucción del nido. Asimismo, se registró el tiempo que la hembra permaneció en el nido.

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente, obteniéndose correlaciones, promedios y desviaciones estandares. Para determinar si había diferencia significativa entre el tiempo invertido en el amamantamiento y el de permanencia en el nido se aplicó la Prueba t de Student para valores pareados, finalmente los resultados se representaron gráficamente.

V. RESULTADOS

El comportamiento del ratón de los volcanes está integrado principalmente por las siguientes actividades: amamantamiento, abrigo, aseo, olfateo, acomodo de la cría, recuperación y mantenimiento del nido. Los patrones motores de estas actividades se describen con detalle en el Cuadro I.

En la conducta de amamantamiento se observaron varias posiciones, la 1 (Cuadro I) fue exhibida con mayor frecuencia entre los días 10 y 12 del postparto, mientras que las posiciones 2 y 3 (Cuadro I) se registraron con mayor frecuencia después de este periodo. La hembra del ratón de los volcanes mostró conducta de amamantamiento durante todo el periodo de observación (Fig. 1), e inclusive hasta los 40 días postparto, aunque las

crías empezaron a ingerir alimento entre los 16 y 20 días de edad. Además, a los 30 días del postparto se oprimieron los pezones de las tetas y se observó que no eyectaban leche. El tiempo que la hembra de este ratón invirtió por día en el amamantamiento se correlacionó negativamente con la edad de los hijos ($r=-0.32$) y aunque la correlación fue muy baja es significativa, $P < 0.001$. El tiempo invertido por día en el abrigo fue disminuyendo conforme avanzaba el periodo de lactancia, obteniéndose una $r = -0.76$, $P < 0.001$. Esta actividad se observó hasta el día 27 del postparto (Fig. 2). La conducta de aseo fue exhibida durante todo el periodo de lactancia (Fig. 3). Comparativamente la hembra del ratón de los volcanes aseó con mayor frecuencia la región perineal, las patas y las manos que el resto del cuerpo. La frecuencia de aseo no se correlacionó con la edad de los hijos. La conducta de olfateo fue exhibida con mayor frecuencia del día 1 al 24 del postparto, después de este día la tendencia general es una disminución (Fig. 4). La frecuencia promedio por día de olfateo se correlacionó negativamente con la edad de las crías $r=-0.23$ y aunque esta correlación es muy baja fue significativa ($P < 0.001$). En cuanto al acomodo de la cría en el nido esta actividad se observó regularmente del día 1 al 19 del postparto (Fig. 5), obteniéndose una $r = -0.42$, $P < 0.001$. La conducta de recuperación de las crías sólo se observó ocasionalmente del día 8 al 12 del postparto, con una frecuencia promedio de exhibición muy baja (Fig. 6). Esta conducta es exhibida cuando las crías son llevadas fuera del nido por la hembra, prendidas de los pezones. La conducta de mantenimiento del nido fue otra de las actividades que fue observada

únicamente durante los primeros 22 días del postparto (fig. 7), no encontrándose correlación entre la frecuencia de esta conducta y la edad de los hijos ($P > 0.05$). El tiempo que la hembra permaneció ($\bar{X}=27.7 \pm 4.3$ min.) en el nido fue significativamente mayor ($t= -3.7$, g. l. 200, $P= 0.0001$, Fig. 1.) al tiempo invertido en el amamantamiento ($\bar{X}=24.1 \pm 8.1$ min.).

CUADRO I. Principales actividades que integran el comportamiento materno del ratón de los volcanes

Actividades	Descripción
Amamantamiento	<ol style="list-style-type: none"> 1) Apoyadas sobre sus extremidades mantienen a las crías debajo del abdomen, levantando ligeramente el cuerpo para permitirles acomodarse y alimentarse. 2) Acostadas lateralmente con el cuerpo extendido, alimentan a las crías. 3) Acostadas boca arriba, con las patas anteriores y posteriores semiextendidas alimentan a las crías, que se distribuyen por ambos lados.
Abrigo	Apoyadas sobre sus extremidades mantienen el cuerpo arqueado, mientras las crías permanecen bajo su abdomen.
Aseo	Con los miembros anteriores sostienen a la cría y lamen todo el cuerpo, principalmente la región perineal, las patas anteriores y posteriores.
Olfateo	Moviendo rítmicamente las vibrisas orientan y acercan su hocico a las crías, en algunas ocasiones hacen contacto con ellas.
Acomodo de la cría	Con el hocico o los miembros anteriores acomodan a las crías en el nido.
Recuperación	Sujetan a la cría dorsalmente con el hocico y la llevan al nido.
Mantenimiento del nido	Con los miembros anteriores amontonan el material del nido, para darle concavidad a éste.

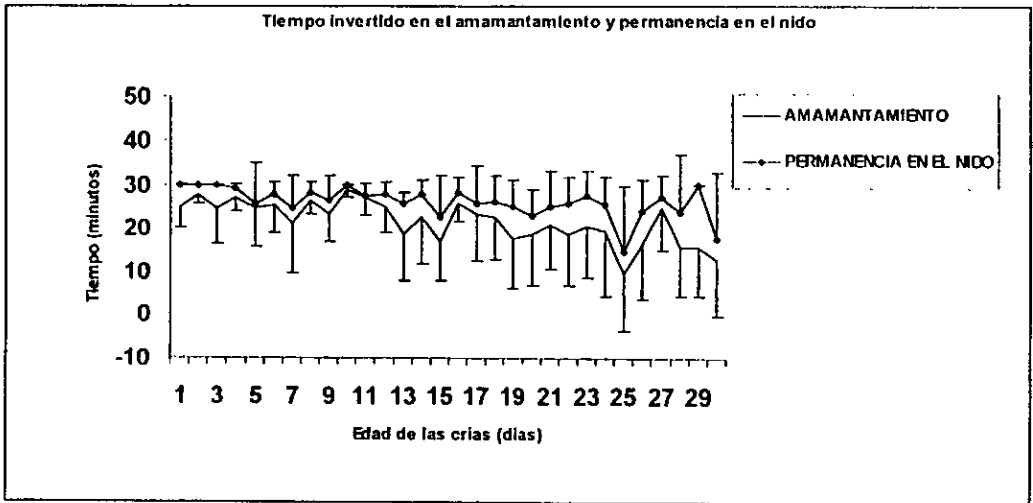


Fig. 1. La conducta de amamantamiento fue exhibida durante todo el periodo de observación, el tiempo invertido en esta actividad se correlacionó negativamente con la edad de las crías $r = -0.32$, $P < 0.001$. El tiempo promedio que la hembra permaneció en el nido fue significativamente mayor ($P = 0.0001$) al invertido en el amamantamiento.

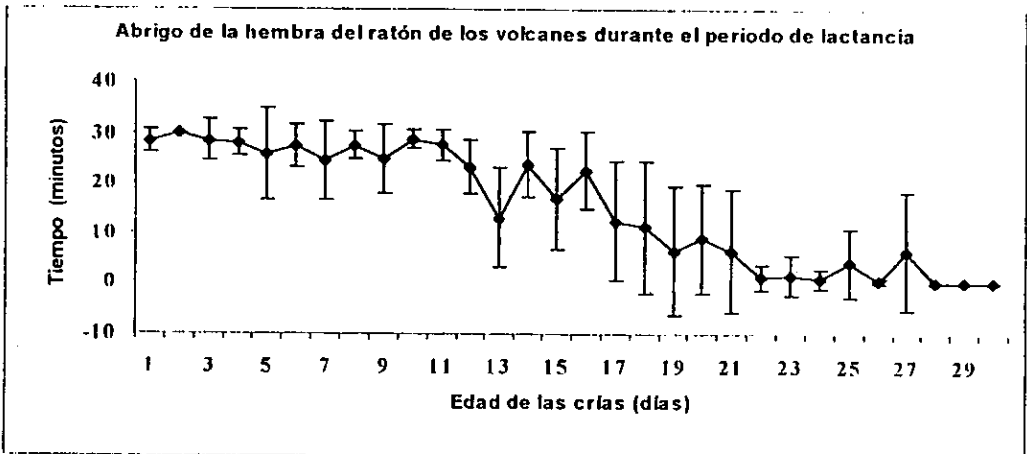


Fig. 2. El tiempo invertido en el abrigo se correlacionó negativamente con la edad de los hijos $r = -0.76$, $P < 0.001$.

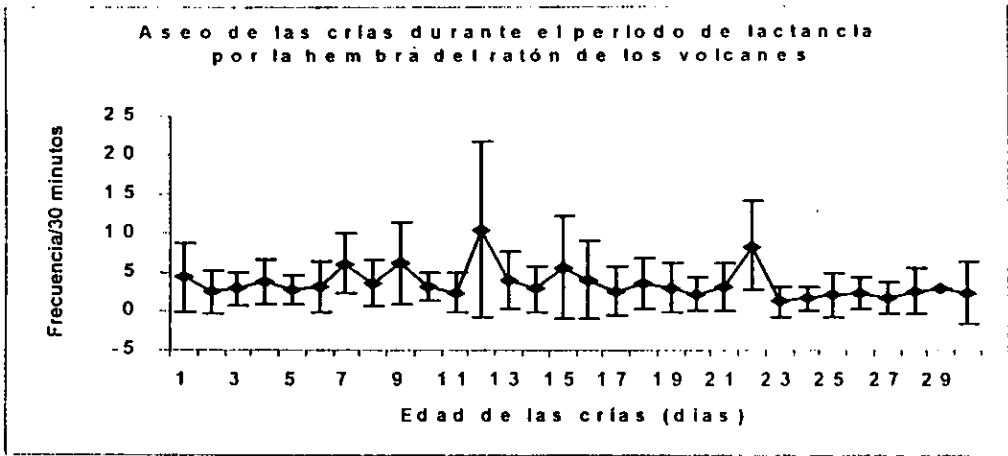


Fig. 3. La frecuencia de aseo no se correlacionó con la edad de las crías $P > 0.05$.

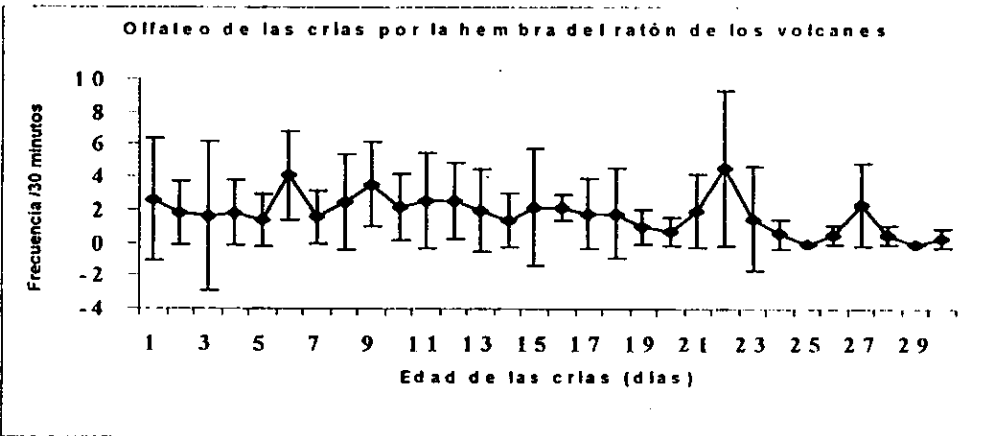


Fig. 4. La conducta de olfateo se correlacionó negativamente con la edad de las crías $r = -0.21$, y aunque esta correlación es baja fue significativa $P < 0.001$

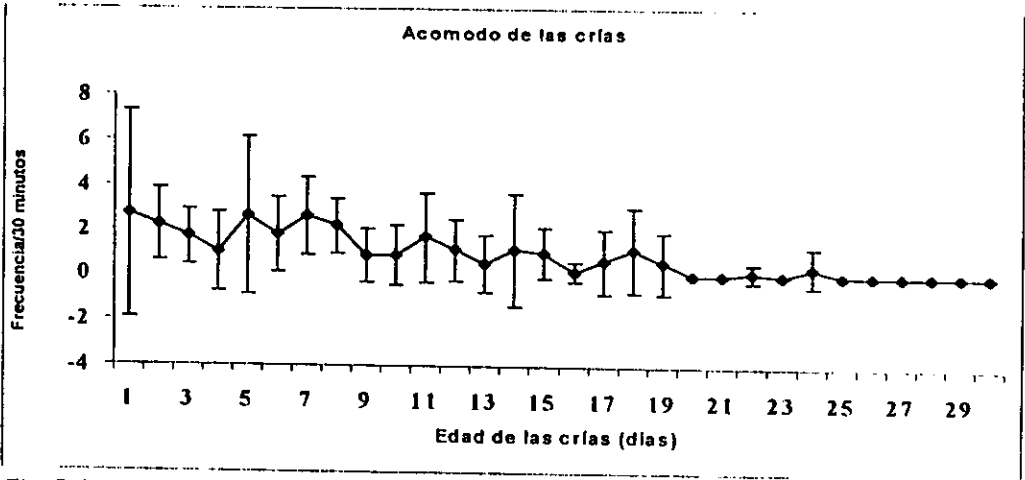


Fig. 5. La frecuencia de acomodo de las crías de la hembra del ratón de los volcanes se correlacionó negativamente con la edad de las crías $r = -0.42$, $P < 0.001$.

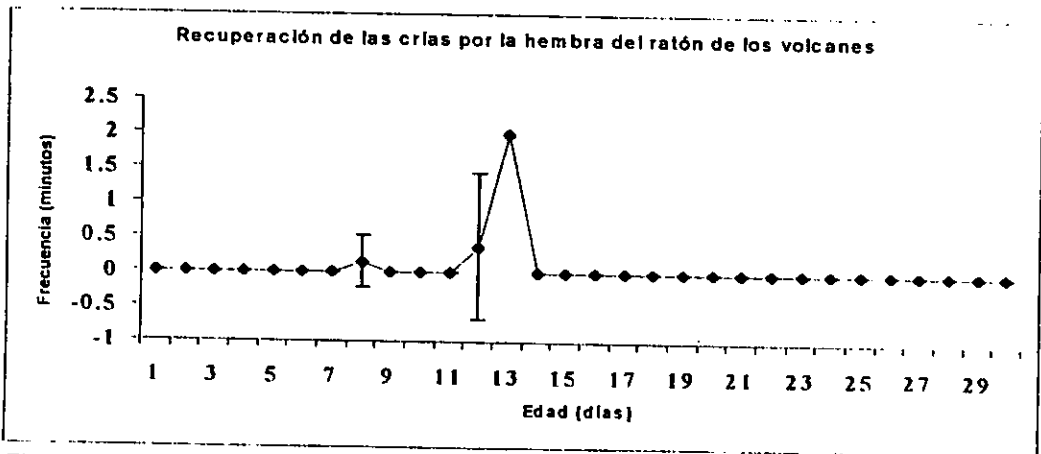


Fig. 6. Esta actividad se presenta esporádicamente cuando las crías accidentalmente son llevadas por la hembra fuera del nido.

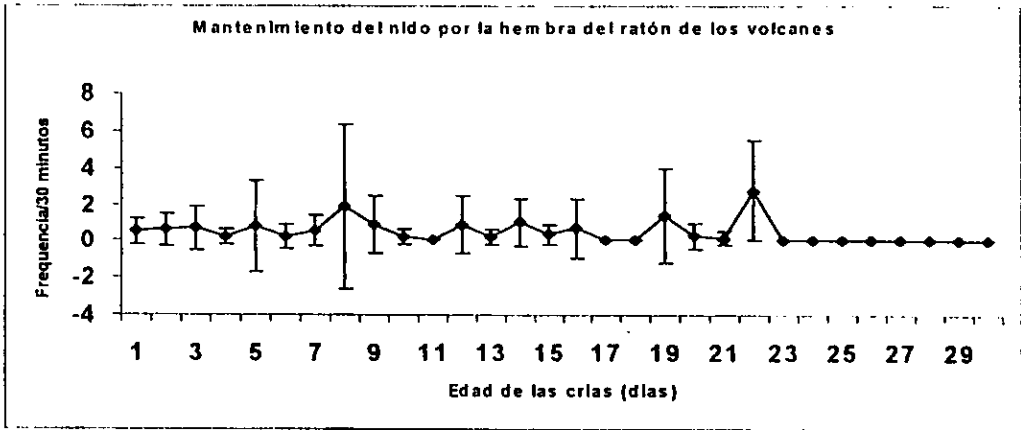


Fig. 7. Esta actividad fue exhibida por la hembra durante los primeros 22 días postparto, no se encontró relación entre la frecuencia de esta conducta y la edad de las crías $P > 0.05$.

VI. DISCUSION

Los patrones motores que integran la conducta materna del ratón de los volcanes son similares a los observados en otros roedores que paren crías altricias, como el hamster (Diamond y Mast 1978), el jerbo (Elwood 1975), la rata (Gilbert *et al.* 1980) y el ratón (Noirot 1972).

La hembra de este roedor exhibió conducta de amamantamiento en un periodo de tiempo muy prolongado del postparto a pesar de que la ausencia en la eyección de leche ocurrió con anterioridad, esto posiblemente sea un artificio del cautiverio, debido a que al mantener a la madre con sus hijos en un espacio tan limitado ésta no tiene la oportunidad de mantenerse alejada de las crías, como puede ocurrir en condiciones de campo. Sin embargo, también puede ser una estrategia en la relación madre-hijos, que podría asegurar un estrecho contacto entre ellos. Esto puede ser de gran importancia si esta especie en condiciones naturales vive en comunidades, lo cual es probable, debido a que el macho proporciona cuidados a sus crías (Luis *et al.* 1998). En los roedores los cuidados paternos están asociados a la monogamia y esta estrategia de apareamiento generalmente conlleva a la formación de grupos familiares (Elwood 1983).

El tiempo invertido en el abrigo fue disminuyendo gradualmente conforme avanzaba el periodo de lactancia, esto puede sugerir que esta actividad puede estar determinada, principalmente por la capacidad de

termoregulación de las crías. En roedores altricios como la rata y ratón de laboratorio, las crías al nacimiento son ectotérmicas, por lo que su temperatura corporal durante gran parte del periodo de lactancia depende del calor del nido, que es proporcionado por el calor de la madre (Elwood 1983). Las crías del ratón de los volcanes posiblemente alcancen la madurez de los mecanismos de regulación de la temperatura a los 28 días, edad a la que se observó que la actividad de abrigo se suspende. Los resultados mostraron que el amamantamiento y el abrigo constituyen las actividades maternas a las que la madre dedica más tiempo durante el periodo de lactancia, lo cual sugiere que mantener la temperatura corporal de las crías podría ser tan importante como alimentarlas. En la rata de laboratorio se ha demostrado, que la mortalidad de crías destetadas entre los 12 y 13 días disminuye cuando se les proporciona una fuente de calor artificial (Plaut y Davis 1972) Asimismo, se ha observado que cuando se mantienen a crías de dos semanas de edad, por periodos prolongados a temperatura ambiente, sin la madre, éstas sufren un retraso en la madurez cerebral, del esqueleto y otros órganos, en comparación con otras de la misma edad mantenidas a una temperatura cercana a la del nido (Hofer 1970).

La conducta de mantenimiento del nido parece estar también relacionada con la termoregulación de las crías, debido a que esta actividad es exhibida sólo durante los primeros 22 días del postparto, periodo que quizá sea crítico en el mantenimiento de la temperatura corporal.

La frecuencia de aseo no se correlacionó con la edad de los hijos, sin embargo, comparativamente se observó que la hembra asea con mayor frecuencia la región perineal, las manos y patas. En roedores como *Peromyscus gracilis* (Homer 1947), *Meriones unguiculatus* (Elwood 1975) y *Mus musculus* (Priestnall y Young 1978) se ha observado también que la región perineal es lamida con mayor frecuencia que otras regiones del cuerpo. Elwood (1983), señala que las crías de los roedores altricios dependen de la estimulación perineal, que proporciona la madre al lamer esta región, para eliminar los desechos sólidos y urinarios. Por otra parte, se sugiere que la estimulación que proporciona la madre a través de los lamidos podría contribuir al desarrollo del individuo, e. g., acelerando la separación de los dedos de las manos y las patas o la abertura de los párpados.

La actividad de olfateo se correlacionó débilmente con la edad de las crías y se observó durante todo el periodo de lactancia; demostrar el papel que tiene esta actividad materna en el desarrollo de los hijos es muy difícil, pero es ampliamente aceptado que en todos los roedores, la comunicación química, es uno de los principales medios de comunicación. En la mayoría de los casos el olfateo conlleva a contactos; la madre toca con la trompa a sus crías y cuando las crías adquieren movilidad, la intención de tocarse es mutua. La hembra del ratón de los volcanes en maternidad activa tiene la capacidad de reconocer a sus hijos, canibalizando a crías extrañas, cuando son introducidas a su jaula e inclusive a sus hijos cuando éstos al ser manipulados se impreganan de olores ajenos, esta conducta canibalista

es cambiada por actitudes maternas, cuando las crías son impregnadas con residuos urinarios de la hembra antes de ponerlas en contacto con ella. Ésto podría sugerir que en esta especie existe reconocimiento madre-hijos mediado por feromonas contenidas, probablemente en los desechos urinarios.

La actividad acomodo de la cría se correlacionó débilmente con la edad de los hijos, la hembra acomoda o mueve con mayor frecuencia a las crías dentro del nido cuando éstas aún no tienen su capacidad motora desarrollada, esta actividad la realizan para acomodar a las crías debajo de su abdomen o para ayudarles a localizar las tetas.

La hembra del ratón de los volcanes recupera a sus crías únicamente en un periodo muy limitado del postparto, cuando las crías accidentalmente, son arrastradas fuera del nido por la hembra, llevándolas prendidas de las tetas. En esta especie la madre recupera a su cría, agarrándola con la trompa del dorso. La conducta de recuperación varía según la especie, en el hamster, rata y ratón de campo las madres recuperan a sus crías, sujetándolas de la región dorsal (Elwood 1983), como el ratón de los volcanes, mientras en *Peromyscus maniculatus* (King 1963) y algunos *sciurus* (Elwood 1983) la hembra mete a sus hijos al nido sosteniéndolas de la región ventral. La hembra permaneció en el nido significativamente más tiempo del que invirtió en el amamantamiento, lo cual sugiere que ésta realiza otras actividades mientras se encuentra en el nido.

VII. CONCLUSIONES

La hembra del ratón de los volcanes pare crías altricias.

El comportamiento materno del ratón de los volcanes está integrado principalmente por amamantamiento, abrigo, aseo, olfateo, acomodo de la cría, recuperación y mantenimiento del nido.

La conducta de amamantamiento fue observada en un periodo muy prolongado del postparto.

El abrigo fue la actividad que más se correlacionó con la edad de los hijos, quizá porque mantener la temperatura de las crías sea un factor crítico en la supervivencia y desarrollo de los hijos.

La frecuencia con la que la hembra lame a los hijos no se correlacionó con la edad de las crías.

Las actividades de recuperación y mantenimiento del nido sólo se observaron un periodo limitado del postparto.

La edad de los hijos es un factor muy importante en la regulación del comportamiento materno.

VIII. REFERENCIAS

- Allin, J. T., & E. M. Banks. (1972): Functional aspects of ultrasound production by infant albino rats (*Rattus norvegicus*). *Anim. Behav.*, 20: 175-185.
- Alvárez, T. & E. Mayo-Aceves. 1993. Contribución al conocimiento de los hábitos alimentarios del ratón de los volcanes, *Neotomodon alstoni* (Merriam, 1898). *Acta Zoológica Mexicana*, 59:1-51.
- Arenas-Jiménez. 1996. Estudio del comportamiento copulatorio en el ratón de los volcanes (*Neotomodon a. alstoni*, Merriam 1898). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Bridges, R. S. 1990. Endocrine regulation of parental behavior in rodents , in: *Mammalian parenting* (Krasnegor, N. A. & R. S. Bridges, eds.) Oxford University Press, New York, p. 93-132.
- Cárdenas, R., Carmona, A. y Luis J. 1997. Grow and dry matter digestibility of the volcano mouse (*Neotomodon a. alstoni*) on low and high fibre diets. Seventh International Theriological Congress, p. 56. Acapulco, México.
- Chávez, T. C. & R. V. Gallardo. 1993. Demografía y reproducción de *Neotomodon alstoni* en la Sierra del Ajusco, México, in: *Avances en el estudio de los mamíferos de México.* (Medellín, R. A. & G. Ceballos eds.), Vol. I. Asociación Mexicana de Mastozoología, México, p. 317-331.
- Clutton-Brock, T. H. 1991. The evolution of parental care (Monographs in behavior and ecology, Princeton University Press, New Jersey, p. 12-30.

- Davis, W. B. & L. A. Follansbee. 1946. The mexican volcano mouse *Neotomodon*. J. Mammal., 26(4):401-411.
- Diamond, M. & M. Mast. 1978. Crowding, reproduction and maternal behavior in the golden hamster. Behav. Biol. 23: 477-486.
- Elwood, R. W. 1975. Paternal and maternal behaviour in the Mongolian gerbil. Animal Behav. 23:766-772.
- Elwood, R. W. 1983. Paternal care in rodents. John Wiley, New York, p. 235-257.
- Granados H. 1994. The volcano mouse (*Neotomodon a. alstoni*, Merriam 1898). A new laboratory animal: Strain GFC-UNAM. The FASED Journal, 8 (4): 1.
- Granados H.; J. Luis; A. Carmona; G. Espinosa & Arenas T. 1996 Comportamiento agresivo del macho del ratón de los volcanes *Neotomodon alstoni* (Rodentia: Cricetidae). Rev. Biol. Trop., 44 (2): 861-865.
- Gilbert, A. N.; R. J. Pelchat & N. T. Adler. 1980. Post partum copulatory and maternal behaviour in Norway rats under semi-natural conditions. Animal Behav. 28:989-995.
- Hofer, M. A. 1970. Physiological responses of infant rats to separation from their mothers. Science, 168:871-873.
- Horner, B. E. 1974. Paternal care of young mice in the genus *Peromyscus*. J. Mammals, 28:31-36.
- Jacobson, C. D.; J. Terkel; R. A. Gorski & C. H. Sawyer. 1980. Effects of small medial preoptic area lesions on maternal behavior retrieving and nest building in the rat. Brain Res., 194:471-478.

- King, J. A. 1963. Maternal behavior in *Peromyscus*, in: Maternal behavior in mammals (Rheingold, L. H. Ed.), John Willey, New York, p. 58-93.
- Luis, J. Carmona C, Espinosa G. y Cárdenas R. 1997. Huddling conduct in the volcano mouse male (*Neotomodon a. alstoni*, Rodentia:Cricetidae). Seventh International Theriological Congress, p. 213, Acapulco, México.
- Martín, F. E. & S. T. Álvarez. 1982. Crecimiento y desarrollo en el laboratorio de *Neotomodon a. alstoni* (Rodentia:Cricetidae). An. Esc. Nat. Cien. Biol., México, 26:55-84.
- Merrian, C. H. 1898. A new genus (*Neotomodon*) and three new species of murine rodents from the mountains of southern México. Proc. Biol. Soc. 12:127- 129.
- Miceli, M.; A. Fleming & C. Malsbury. 1983. Disruption of maternal behavior in virgin and postparturient rats following sagittal plane knife cuts in the preoptic area-hypothalamus. Behav. Brain Res. 9: 337-360.
- Miller, G. S. 1924. List of north american recent mammals 1923. Bull. Us. Not. Mus., 128(I-XVI): 1-673.
- Noirot, E. & J. Goyens. 1971. Changes in maternal behavior during gestation in the mouse. Horm. Behav. 2: 207-215.
- Noirot, E. 1972. The onset of maternal behaviour in rats, hamsters and mice, in: Advances in the study of behaviour. (Lehrman, D. S.; R. A. Hinde & E. Shaw, eds.), Vol. 4, Academic Press, New York, pp. 107-145.
- Numan, M. 1986. The role of the preoptic area in the regulation of maternal behavior in the rat, in: Reproduction and behavior, neuroendocrine sciences. Annals New York Academy of Sciences, New York, 479:227-233.

- Numan , M. 1988. Maternal behavior, in: The physiology of reproduction, (Knobil, E.; j. Neill; L. Ewing ; G. Greenwald; C. Market & D. Pfaff eds.), Raven Press, New York, p. 1569-1645.
- Olivera, L. J. 1984. Reproducción de *Neotomodon a. alstoni* (Rodentia:Cricetidae) en condiciones de laboratorio. Tesis de Maestría. UAM Iztapalapa, México.
- Pfaff, D. & B. McEwen. 1983. Actions of estrogens and progestins on nerve cells. Science 219: 808-814.
- Plaut, S. M. & J. M. Davis. 1972. Effects of mothers-litter separation on survival, growth, and brain amino acid levels. Physiol. Behav. 8:43-51.
- Priestnall, R. & S. Young. 1978. An observational study of caretaking behaviour of male and female mice housed together. Devl Psychobiol., 11:23-30.
- Raisman, G. 1972. An experimental study of the projection of the amygdala to the accessory olfactory bulb and its relationship to the concept of a dual olfactory system . Exp. Brain Res., 14:395-341.
- Ramírez, C. J. 1986. Investigación sobre el crecimiento del ratón de los volcanes (*Neotomodon a. alstoni*) silvestre y nacido en el laboratorio (F1). Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Rojas, M. A. 1984. Descripción del microhabitat de cinco especies de ratones en la Sierra del Ajusco. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Rosenblatt, J. S., H. I. Siegel & A. D. Mayer. 1979. Progress in the study of maternal behavior in the rat: hormonal, nonhormonal sensory , and

developmental aspects, in: *Advances in the study of behavior* (Rosenblatt, J. S., R. A. Hinde, E. Shaw & C. Beer, eds.) Vol. 10, Academic Press, New York, p. 2225-311.

Rosenblatt, J. S. 1983. Physiological and behavioural changes during pregnancy and parturition underlying the onset of maternal behaviour in rodents, in: *Parental behaviour of rodents*, (Elwood, R. W., eds.) John Wiley, New York, p. 23-66.

Rosenblatt, J. S. & H. I. Siegel. 1975. Hysterectomy-induced maternal behavior during pregnancy in the rat. *J. Comp. Physiol. Psychol.*, 89:685-700.

Rosenblatt, J. S. 1992. Hormone-Behavior relations in the regulation of parental behavior, in: *Behavioral Endocrinology*, (Becker, B. J.; S. M. Breedlove & D. Crews, eds.) A Bradford Book MIT Press, London, p. 219-285.

Sánchez, H. C., Rojas, A. y Chávez C. 1989. Fluctuación poblacional de *Neotomodon alstoni alstoni* (Rodentia:Cricetinae). En la Sierra del Ajusco, México, in: *Ecología Urbana*, (Gio-Argaéz, R., R. Hernández y E. Hernández Saéñz, eds.) Museo Nacional de Historia Natural, México, p. 105-112.

Siegel, H. I. 1986. Hormonal basis of maternal behavior in the rat, in: *Reproduction and behavior, neuroendocrine sciences*, *Annals New York Academy of Sciences*, New York, 474:202-215.

Siegel, H. I. & J. S. Rosenblatt. 1975a. Estrogen-induced maternal behavior in hysterectomized virgin rats. *Physiol. Behav.*, 14:465-471.

Siegel, H. I. & J. S. Rosenblatt. 1975b. Latency and duration of estrogen induction of maternal behavior in hysterectomized-ovariectomized virgin rats: Effects of pup stimulation. *Physiol. Behav.*, 14:473-476.

Soares, M. J., & F. Talamantes. 1982. Placental and serum hormone changes during the second half of pregnancy in the hamster. *Biol. Reprod.*, 27: 523-529.

Swanson, L. J. & C. S. Campbell. 1981. The role of the young in the control of the hormonal events during lactation and behavioral weaning in the golden hamster. *Horm. Behav.*, 15:1-15.

Villa, R. B. 1953. Mamíferos silvestres del Valle de México. An. Inst. Biol., UNAM, 23:269-492.

Williams, S. L. & J. Ramírez-Pulido. 1984. Morphometric variation in the volcano mouse, *Peromyscus (Neotomodon) alstoni* (Mammalia:Cricetidae). Carnegie Museum Nat. Hist., 53(6): 163-183.

Yates, L. T., R. L. Baker & R. K. Barnett. 1979. Phylogenetic analysis of karyological variation in three genera of Peromyscine rodents. Syst. Zool., 28:40-48.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**