

189
des



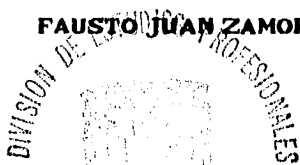
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"Estudio del comportamiento paterno en el ratón de los
volcanes (*Neotomodon a. alstoni*, Merriam 1898)"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
BIOLOGO

P R E S E N T A :
FAUSTO JUAN ZAMORA GALINDO



FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR
México, D. F.

1995

FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. EN C. VIRGINIA ABRIN BATULE
Jefe de la División de Estudios Profesionales
Facultad de Ciencias
Presente

Los abajo firmantes, comunicamos a Usted, que habiendo revisado el trabajo de Tesis que realiz(ó)ron el pasante(s) _____

Zamora Galindo Fausto Juan

con número de cuenta 7346409-5 con el Título: _____

"Estudio del comportamiento paterno en el ratón de los
volcanes (Neotomodon a. alstoni, Merriam 1898)".

Otorgamos nuestro **Voto Aprobatorio** y consideramos que a la brevedad deberá presentar su Examen Profesional para obtener el título de Biólogo

GRADO	NOMBRE(S)	APELLIDOS COMPLETOS	FIRMA
Doctora	Juana Alba	Luis Díaz	
Director de Tesis Doctor	Cornelio	Sánchez Hernández	
Bióloga	Rita Virginia	Arenas Rosas	
Doctor Suplente	Juan Servando	Núñez Farfán	
M. en C. Suplente	Graciela Gómez	Alvarez	

Tuniñu-u

**Nta-bica-ano ve-e jacua-a nasa-ani cha-shini-i
naconta-ini, najacuai-i ntija ñantichi hi ñuyibi**

**“Gracias casa de estudio que me permitiste aprender y
comprender un poco de la sabiduría que encierra la
naturaleza”.**

A la memoria de mi madre

A mi padre y hermanos

**Y en especial a mi esposa Rosalba y a mis hijos,
Ita-Hii, Dante Osvaldo, Helieta Rosalba y Yoo-Kiusi,
por su apoyo y comprensión.**

Agradecimientos

Agradezco profundamente a la Dra. Juana Luis Díaz su apoyo y constructivo interés en la dirección y desarrollo de este trabajo. Su paciencia y calidad humana que fueron elementos determinantes para concluir esta investigación.

Doy las gracias al jurado, Dra. Juana Luis Díaz, Dr. Cornelio Sánchez Hernández, Dr. Juan Servando Núñez Farfán, M. en C. Graciela Gómez Álvarez y a la Bióloga Rita Arena Rosas, por sus acertadas sugerencias, que sin duda, mejoraron este trabajo.

También manifiesto mi gratitud al Dr. Humberto Granados, al M.V.Z. Mario Soriano Bautista, que ayudaron abrir la brecha de mi interés en la investigación.

Asimismo, agradezco al M.V.Z. Agustín Carmona y a la Bióloga Teresa Arenas por su apoyo en el desarrollo de este trabajo.

Agradezco al Físico Raúl Gallardo su valiosa ayuda en el manejo estadístico de los resultados.

Deseo, también agradecer a la Sra. Gabriela Zepeda, a mis amigos, compañeros de escuela y maestros que contribuyeron en mi formación académica.

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
JUSTIFICACION.....	2
INTRODUCCION.....	4
Generalidades de la especie en estudio.....	4
Posición taxonómica.....	4
Hábitat.....	5
Biología general.....	6
Cuidado de las crías en mamíferos.....	8
Mamíferos altrícios y precoces.....	8
Concepto de cuidado paterno.....	10
Cuidados paternos en los mamíferos.....	11
Cuidados bipaternos.....	11
Evolución del cuidado paterno.....	16

SECCION EXPERIMENTAL

HIPOTESIS.....	23
OBJETIVOS.....	23
MATERIAL Y METODOS.....	24
RESULTADOS.....	29
DISCUSION.....	48
CONCLUSIONES.....	54
REFERENCIAS.....	55

RESUMEN

El presente trabajo es un estudio sobre el comportamiento paterno del ratón de los volcanes, el cual se realizó con 25 parejas de machos y hembras, capturados en la Sierra del Ajusco. Las observaciones se realizaron de las 18 a las 20 horas, en forma directa, durante los primeros 15 días de vida de las crías. Cada pareja se observó durante 1 hora, registrándose los patrones del comportamiento paterno y materno. Los resultados mostraron que el ratón de los volcanes exhibe comportamiento paterno, el cual está integrado por los siguientes patrones: Aseo de la cría, abrigo de la cría, reconstrucción del nido, reacomodo de la cría en el nido, recuperación de la cría, olfateo de la cría y vigilancia del nido. En los comportamientos de abrigo y recuperación de la cría el macho participó significativamente ($P < .05$) más que la hembra. Según los resultados obtenidos el macho del ratón de los volcanes participa en el cuidado de las crías en un 58.39 % y la hembra en un 41.61 %, esto es exceptuando el amamantamiento. La sobrevivencia de las crías a los 15 días de vida, con la participación del macho fue del 56.0%. Es posible que el ratón de los volcanes en condiciones naturales exhiba monogamia, debido a que esta estrategia reproductiva está evolutivamente asociada con la presencia de cuidados paternos.

JUSTIFICACION

El ratón de los volcanes (*Neotomodon alstoni alstoni*, Merriam 1898), es un roedor exclusivo de la fauna de México, que se distribuye en el Eje Neovolcánico Transversal de este País.

Los estudios de los mamíferos endémicos tanto en el campo como en cautiverio tienen gran importancia, debido a sus características biológicas muy específicas, y con frecuencia se obtienen conocimientos que explican el por qué de su distribución, limitada a una región geográfica, y las adaptaciones de estas especies a su medio.

Por otra parte, los estudios que se han venido realizando en el Laboratorio de Biología Animal Experimental de la Facultad de Ciencias de la UNAM, sobre la biología del ratón de los volcanes han demostrado que este roedor se caracteriza por su adaptación al laboratorio, docilidad al manejo, y un prolongado periodo reproductivo y longevidad, por lo que recientemente Granados (1994) lo ha declarado un nuevo animal de laboratorio, ofreciéndolo como la Cepa exogámica GFC-UNAM.

En uno de estos estudios realizado por Hoth (1986), se señala que en el laboratorio el mejor sistema de

apareamiento, en cuanto a rendimiento reproductivo y menor agresión, es el de por pareja o monogámico. Estos resultados llegaron a plantear la posibilidad de que en condiciones naturales el ratón de los volcanes pudiera ser monogámico, sin embargo, un estudio que puede fundamentar esta hipótesis es determinar si el macho de este roedor provee de cuidados a su descendencia, como ocurre en otros roedores que también exhiben monogamia (Fiedler 1973, Elwood 1975, McCarty y Southwick 1977).

En este contexto y con la finalidad de contribuir al conocimiento del comportamiento de este roedor, se realizó el presente trabajo.

INTRODUCCION

1. Generalidades de la especie en estudio

1.a. Posición Taxonómica

El ratón de los volcanes (*Neotomodon alstoni* *alstoni*) es un roedor descrito por Merriam en 1898, quien lo describió como género *Neotomodon* con tres especies. Miller y Rhen (1903) lo clasificaron dentro de la Subfamilia Neotominae de la Familia Muridae, sin embargo, Goldman (1910) lo coloca más tarde dentro de la Familia Cricetidae. En 1924 se publica una lista de roedores de Norteamérica en la que se incluye al Género *Neotomodon* en la Familia Cricetidae, Subfamilia Cricetinae (Miller 1924). Posteriormente Davis (1944) sugiere para el género una sola especie, *alstoni* con dos subespecies. Davis y Follansbee (1945) con base en estudios de la morfología somática y craneal corroboran lo anterior.

Hall y Kelson (1959), ubica a *Neotomodon a. alstoni*) dentro del orden Rodentia, Suborden Miomorpha, familia Cricetidae y subfamilia Cricetinae, Género *Neotomodon*, con una sola especie *alstoni* y dos subespecies,

Neotomodon a. alstoni y *Neotomodon a. perotensis*, las cuales se diferencian por su distribución geográfica.

Yates et al. (1979) señalan que *Neotomodon* es cogenérico de *Peromyscus* y que se trata de una especie politépica, Willians y Ramírez-Pulido (1984) concuerdan con lo anterior pero señalan que la especie es monotípica (*Peromyscus alstoni*). Aunque los estudios de estos autores tienen un fundamento sólido, en el presente trabajo se conservó el nombre científico original, debido a que para realizar cambios taxonómicos es necesario hacerlo en un Congreso Internacional de Zoología.

1.b. Hábitat

El ratón de los volcanes tiene su área de distribución restringida a las partes más elevadas del Eje Neovolcánico Transversal de México, con un rango altitudinal entre los 2600 y 4500 m s n m (Villa 1953), su hábitat está formado por bosque mixto de pino-encino en las partes bajas y de pino- abeto en las partes altas. La presencia de gramíneas llamadas comúnmente "zacaton" es fundamental para la vida de este roedor.

Rojas (1984) en un estudio realizado en la Sierra

del Ajusco, basándose en el tipo de vegetación, señala los siguientes microhábitats: zacatonal, ecotono-bosque-zacatonal, bosque, ecotono-bosque-pradera y pradera; conviviendo en estos hábitats con varias especies de pequeños mamíferos, entre ellos *Reithrodontomys megalotis saturatus*, *Peromyscus maniculatus labecula*, *Microtus mexicanus mexicanus*, *Peromyscus melanotis melanotis*, encontrándose que *Neotomodon alstoni alstoni* es el más abundante.

1.c. Biología general

Sobre la biología de este roedor se han realizado numerosas investigaciones tanto en el campo como en el laboratorio, de las cuales se ha obtenido la siguiente información:

El ratón de los volcanes es un roedor que presenta pelaje abundante y suave en la región dorsal, de color negrusco variando según la edad del animal, la región abdominal es blanquecina y la pectoral de color castaño. Su longitud total varía entre los 149 a 240 mm, la cola es relativamente corta, y los ojos son grandes y negros.

Se ha señalado que este roedor se reproduce todo el

año, tanto en el campo como en el laboratorio, alcanzando su mayor actividad reproductora en primavera-verano (Chávez 1988, Luis y Granados 1990). Este pico en la actividad reproductora sugiere patrones reproductivos predecibles en respuesta a ambientes predecibles, de tal forma que cuando las condiciones son favorables manifiestan un patrón poliéstrico continuo, y poliestro estacional, cuando éstas son extremosas; de acuerdo con esto el patrón reproductivo de esta especie es poliéstrico continuo con picos de actividad reproductiva durante la primavera-verano (Sánchez *et al.* 1989).

La madurez sexual en las hembras se presenta a los 49 días de edad, que es cuando se inicia el desarrollo de los primeros folículos antrales preovulatorios, y en los machos a los 59 días, edad en la que se observa la presencia de espermatozoides libres en los túbulos seminíferos del testículo (Ortiz *et al.* 1987, 1988).

El ratón de los volcanes es poliéstrico, la duración de su ciclo estral de 4.46 ± 0.4 , con un rango de variación de 3 a 7 días (Olivera 1984). Asimismo, se ha señalado que este roedor presenta estro postparto (Chávez 1988, Luis *et al.* 1993).

Este roedor tiene en promedio tres hijos por

camada aunque se han registrado algunas hasta de seis crías (Granados y Luis 1987), sus crías son altricias por lo que nacen desnudas, cubriéndose totalmente de pelo a los 11 días, la abertura de los párpados se efectúa entre los 18 y 20 días de vida, el despliegue de las orejas se inicia entre los días tres y cuatro, alcanzándose la abertura óptica después de 15 o 17 días. Los incisivos brotan a partir del día 10 de edad, y después de los 30 días el animal ya presenta su dentición completa (Martín y Álvarez 1982).

2. Cuidado de las crías en mamíferos

Los mamíferos durante su evolución desarrollaron diversas estrategias con relación al grado de desarrollo con el que nacen sus crías, lo cual determina en gran parte los cuidados que la madre o ambos padres proporcionan a su descendencia (Jameson 1988).

2.a. Mamíferos altricios y precoces

De acuerdo al grado de desarrollo con el que nacen las crías de los mamíferos, éstos pueden dividirse en dos grupos; los que paren crías altricias y los que paren

crias precoces (Vaughan 1988 , Jameson 1988).

Las crias de los mamiferos altricios nacen indefensas y desnudas, con los ojos y las orejas cubiertas por membranas, su locomoción y termoregulación están poco desarrolladas. Mientras que los mamiferos precoces paren crias bien desarrolladas, cubiertas de pelaje, con los ojos y oídos abiertos, con una locomoción y termoregulación totalmente desarrolladas.

Los mamiferos con crias altricias viven bajo condiciones inestables, con abundancia de alimento de tipo estacional o por completo impredecible; son pequeños y están sujetos a una intensa presión depredadora. Las camadas son numerosas, las crias nacen en nidos y los periodos de gestación y lactancia son breves. Las crias de los mamiferos altricios se desarrollan con rapidez y alcanzan la madurez sexual en poco tiempo, debido a que su longevidad es muy corta. El lazo entre madre e hijos es efimero y la conducta social poco compleja, el ciclo estral es corto y suele ser disparado por interacciones macho-hembra, su densidad poblacional varía de una estación a otra. Entre los mamiferos altricios se encuentran la musaraña arbórea, los insectívoros, algunos roedores y otros pequeños mamiferos (Vaughan 1988).

Los mamíferos con crías precoces viven en ambientes estables, con una alimentación predecible, suelen ser grandes y alcanzan la madurez sexual en edades avanzadas, algunos de ellos no están sometidos a una intensa presión depredadora, su ciclo estral es largo, la ovulación generalmente es espontánea y la gestación es prolongada, regularmente sólo tienen una cría la cual no nace en un nido sino que acompaña a su madre desde su nacimiento. En estos mamíferos el periodo de lactancia es prolongado, lo cual hace más estrecha la relación madre-hijo, que en varias especies puede perdurar toda la vida, su conducta social es compleja y cada individuo puede pasar toda su vida como miembro de un grupo social, tienen una tasa reproductiva baja y una alta sobrevivencia, sus poblaciones son estables por lo que la sustitución poblacional es lenta. La dependencia de estos vertebrados de un medio estable los hace vulnerables a las alteraciones del ambiente, entre estos mamíferos se pueden señalar a los ungulados, cetáceos, primates y algunos roedores (Vaughan 1988).

2.b. Concepto de cuidado paterno

Clutton-Brock (1991) define el cuidado paterno de la

siguiente forma: en el sentido más amplio, el cuidado paterno incluye la preparación del nido o madriguera, cuidado de los huevos o de los hijos, la alimentación y protección de éstos aún después de haber alcanzado la independencia alimenticia, en un sentido más restringido el cuidado paterno se refiere únicamente al cuidado de los huevos o de las crías después de la eclosión o el nacimiento.

2.c. Cuidados paternos en los mamíferos

En los animales endodermos el cuidado de las crías incluye básicamente dos aspectos; proporcionarles calor y alimento, en estas especies el gasto metabólico es muy alto en relación con la alimentación de los jóvenes, e. g., en las aves consiste en encontrar y coleccionar alimento, y en los mamíferos en la producción de leche (Clutton-Brock 1991).

2.d. Cuidados bipaternos

En los mamíferos los cuidados bipaternos no son comunes, además las especies que presentan esta estrategia no han sido ampliamente estudiadas, por lo que se ha recurrido a la información existente en aves.

En las aves el cuidado bipaterno es una norma debido a que esta estrategia la exhiben el 90% de las especies vivas (Lack 1968). El cuidado bipaterno involucra tanto la incubación de los huevos como la alimentación de las crías, estas estrategias se presentan en todas las especies de aves monogámicas con crías altricias. Sin embargo, los cuidados brindados por la hembra y el macho no son iguales; en algunas especies como los passerines la hembra se pasa más tiempo incubando, mientras el macho se ocupa de la defensa del territorio (Kendeingh 1952).

El cuidado bipaterno está asociado a tres estrategias reproductivas: (1) cuando ambos sexos son monogámicos; (2) cuando los machos son poligámicos y la hembra monogámica (Orians 1980, Clutton-Brock 1991), y (3) cuando la estrategia es poliándrica, es decir, varios machos cooperan en la reproducción y comparten el cuidado de las crías (Maynard y Ridpth 1972).

En los mamíferos las hembras son las que se ocupan principalmente del cuidado de las crías, mientras que el macho participa en el cuidado de la descendencia sólo en un 5% de las especies. En los órdenes de mamíferos en los cuales es relativamente común el cuidado paterno es en los primates, carnívoros y perisodáctilos, en los que se

ha señalado, que esta estrategia se presenta en el 30 al 40% de los géneros (Mitchel 1968, Kleiman y Malcolm 1981).

El cuidado paterno en los insectívoros, quirópteros, lagomorfos, roedores, cetáceos y artiodáctilos, se presenta en menos del 10% de los géneros, y en algunas especies de roedores este comportamiento es irregular (Clutton-Brock 1991).

El cuidado paterno en los mamíferos está estrechamente asociado con la monogamia y con el nivel de organización social (Clutton-Brock y Harvey 1976, Kleiman y Malcolm 1981, Rood 1986), por lo cual los cuidados paternos son más comunes en los mamíferos monogámicos que en los poligámicos, e. g., en el ratón de la pradera *Microtus ochrogaster*, que es una especie monogámica, los machos y las hembras contribuyen de igual forma en todos los aspectos relacionados con el cuidado de las crías, excepto en la lactancia; las actividades paternas incluyen, construcción del nido, acopio de alimento, limpieza, dar abrigo y recuperación de las crías (Getz y Carter 1980, Getz, et al. 1981). Asimismo, se ha señalado que cuando la hembra llega a tener una camada mayor que la del tamaño promedio, el macho puede construir un segundo nido y la camada es

dividida, quedándose el macho a cargo de uno de los nidos (Thomas y Birney 1979).

En el mapache japonés *Nycterentes procyonoides*, que es una especie monogámica, el macho atiende a la hembra durante el parto y toma parte en todos los cuidados que se proporcionan a las crías excepto en la lactancia (Yamamoto 1987).

En algunos grupos pequeños de mamíferos las crías son cuidadas en forma cooperativa por la hembra y más de un macho, e. g., en el perro silvestre de Africa *Lycaon pictus*, en los cuales los grupos están constituidos de una hembra y de uno a 10 machos adultos, la hembra lactante y sus hijos dependen por completo del alimento que es traído a la madriguera por los miembros de la manada (Malcolm y Marten 1982, Moehlmann 1988)

En los mamíferos el cuidado de las crías depende principalmente de las hembras. Sin embargo, en algunas aves la incubación y el cuidado de los polluelos, predominantemente lo realiza el macho, y a veces solamente él. Estas especies de aves tienen crías precoces y la mayoría son cursoriales o chapoteadoras (Elwood 1983).

La evolución del cuidado paterno es de particular interés en estas especies, ya que en algunos casos está

asociado con la competencia entre las hembras por los machos.

En especies bipaternas se podría esperar que la sobrevivencia de los hijos fuera superior en relación con las especies que presentan cuidados unipaternos, sin embargo, también podría esperarse que no solamente la sobrevivencia fuera afectada por este factor, sino también el éxito reproductivo de los hijos, pero esto es difícil de demostrar. En las aves se ha observado que no existe una tendencia consistente en el éxito de emplume de aquellas especies que muestran cuidado bipaterno en relación con las especies que exhiben cuidados unipaternos. Esto podría deberse a que el cuidado bipaterno se origina en circunstancias en las que la sobrevivencia de la camada es baja. Sin embargo, en algunas especies altricias, la muerte de uno de los padres ocasiona la reducción en el número de las crías que alcanzan el emplume (Clutton-Brock 1991).

Experimentalmente se ha evaluado el efecto del cuidado paterno sobre las crías, aislando al macho en especies bipaternas. En aves altricias se ha observado que la separación del macho de la hembra, reduce la tasa de crecimiento y sobrevivencia de los polluelos durante la nidación y el emplume (Mock y Fijioka 1990). En otras

especies los cuidados proporcionados por el macho parecen no tener ningún efecto hasta la edad del emplume, pero tiene gran influencia en otras etapas y en el éxito reproductivo, e. g., en el *Junco hyamalis* el aislamiento del macho dentro de los dos días siguientes de la eclosión tiene poca influencia sobre la sobrevivencia de los polluelos hasta la edad del emplume, no obstante, afecta en forma notoria la sobrevivencia de los polluelos después de esta edad (Clutton-Brock 1991).

En otras especies la asistencia del macho es muy importante durante el período de anidación, pues se ha observado que cuando el macho se aísla en este período, la hembra no es capaz por si sola de proporcionar a las crías el alimento suficiente (Clutton-Brock 1991).

2.e. Evolución del cuidado paterno

En los mamíferos placentarios la estrategia reproductiva incluye la fertilización interna seguida de una larga preñez al término de la cual los hijos dependen de la madre, ya que es la única que puede proporcionar el alimento. Estas estrategias en la reproducción de los mamíferos son las que conducen en parte a la deserción del macho en el

cuidado de las crías. En los mamíferos el macho puede dejar a la hembra la responsabilidad de la crianza de los hijos. El cuidado paterno en estos vertebrados parece no tener un papel importante en la sobrevivencia y adecuación biológica de los hijos, por lo cual los machos pueden intentar incrementar su éxito reproductivo apareándose con otras hembras antes que brindar cuidados paternos (Elwood 1983).

La deserción de la pareja por el macho es común entre mamíferos y aún más específicamente entre los roedores, e. g., se ha señalado que las especies de *Gerbillus* tienden a no exhibir cuidado paternos, mientras que las especies filogenéticamente más avanzadas como los *Meriones* presentan cuidados paternos; esto ha hecho suponer que la ausencia de cuidados paternos es una estrategia reproductiva primordial en la reproducción de los mamíferos, mientras que el cuidado paterno podría ser una adaptación secundaria posterior en el tiempo (Elwood 1983).

Elwood (1983) señala algunos factores por los cuales el macho de los mamíferos, y particularmente el de los roedores podría permanecer junto a la hembra:

1. Cuando el macho deserta de la pareja establecida difícilmente puede encontrar a otra hembra con la cual

aparearse, debido a que las épocas de reproducción son sincrónicas.

2. El macho al permanecer cerca de la hembra tiene la oportunidad de aparearse con la misma hembra por segunda ocasión, debido a que la mayoría de los roedores exhiben estro postparto.

3. Al permanecer el macho junto a la hembra, ésta puede ganar protección, puesto que en pareja sería más fácil detectar la presencia de los depredadores, y ambos se benefician en esta forma .

4. Al permanecer el macho en pareja podría beneficiarse en la adquisición del alimento, sobre todo en aquellos medios en los cuales la fuente de alimentos es escasa, debido a que la competencia por éste se incrementa y un animal solitario puede ser desplazado fácilmente por una pequeña unidad social.

5. En condiciones ambientales extremas un grupo pequeño de animales pueden sobrevivir mejor que un individuo, esto es particularmente cierto para los mamíferos pequeños que viven en climas fríos en donde proporcionarse calor unos a otros, reduce la pérdida de energía y aumenta la sobrevivencia.

Estos son algunos de los factores que pueden

determinar que el macho permanezca con la hembra o deserte después del apareamiento. Sin embargo, cuando el macho permanece con la hembra pierde la oportunidad de acceso a otras hembras, por lo que se esperaría que el macho mejorara su éxito reproductivo brindando cuidados paternos, por lo tanto se espera que cuando el macho permanezca con la hembra, haya una fuerte presión de selección hacia la exhibición de cuidados paternos, y esto podría dar más cohesión al grupo social y conducir evolutivamente a grupos sociales más complejos, tales como los sistemas familiares (Elwood 1983).

Se ha sugerido que una de las causas por las que el macho de los roedores permanece en el grupo social es la de brindar cuidados a las crías (Clutton-Brock y Harvey 1976, Crook *et al* 1976, Kleiman 1977), sin embargo, Elwood (1983) señala que el proporcionar cuidados paternos no es la causa por la cual el macho permanece con la hembra sino la consecuencia evolutiva de la permanencia en pareja.

Según Elwood (1983), en condiciones naturales y sólo en algunas especies de roedores los cuidados brindados a las crías por el padre o por algún otro miembro del grupo social consisten básicamente en :

1. Provisión del alimento; los machos de muchas especies almacenan alimento en la madriguera materna, este

alimento es utilizado por la hembra durante la lactancia, o por las crías cuando llegan a la edad de destete. Al tener la hembra el alimento en el nido, permanece más tiempo con sus hijos.

2. Protección hacia los depredadores; el macho en varias especies de roedores es el encargado de defender a la hembra y a las crías de los depredadores, e. g., los hijos de la marmota blanca con frecuencia juegan fuera de la madriguera, mientras el macho vigila celosamente. Asimismo, protege a las crías de los ataques de otros miembros de la misma especie; en los roedores es frecuente el canibalismo y el infanticidio, y en este sentido el macho puede ser capaz de dar protección a sus hijos.

3. Protección a factores ambientales; la mayoría de las crías de los roedores son incapaces de regular la temperatura corporal en los primeros días de vida, por lo que en algunas especies no sólo la hembra brinda calor sino también el macho.

4. Construcción del nido o madriguera; en algunas especies de roedores, el macho participa en la construcción de madrigueras o áreas de nidación.

5. Aseo de la cría; el macho puede ayudar en la limpieza de las crías y así estimular la eliminación de los

desechos sólidos o parásitos.

6. Recuperación de las crías; en las especies de roedores en las que el macho presenta cuidados paternos, éste regresa a las crías que se salen del nido.

7. Sociabilización; en algunos roedores el macho ayuda a los jóvenes a conocer su medio social y físico, así como las fuentes de alimento.

Los cuidados paternos varían según las condiciones ecológicas, por lo cual se podría esperar que éste sea más benéfico en ciertas condiciones que en otras. Se ha mencionado que cuando los cuidados paternos benefician grandemente a las crías, éstos son más extensos que cuando el beneficio es menor (Elwood 1983).

Por otra parte, cuando el macho permanece con la hembra las crías pueden beneficiarse de manera directa o indirecta; cuando el beneficio es directo las acciones del macho tienen un efecto inmediato sobre las crías, e. g., cuando el macho proporciona calor y alimento a sus hijos. En el caso indirecto las acciones benefician a la hembra, e. g., la hembra come el alimento almacenado por el macho, esto reduce el tiempo que ella invertiría en el forrajeo. Existen otras formas en las que el macho puede reducir la carga de trabajo de la hembra y con ello contribuir a

que se mantenga saludable, lo cual beneficia a las crías (Elwood 1983).

Son pocas las especies de roedores en los que se ha estudiado la existencia de cuidados paternos, a pesar de que este comportamiento puede tener un gran efecto sobre la evolución de la estructura social de estos mamíferos, de ahí la importancia de investigar que otras especies de roedores presentan este comportamiento.

SECCION EXPERIMENTAL**HIPOTESIS**

Si el macho del ratón de los volcanes *Neotomodon a. alstoni* exhibe comportamiento paterno se espera que los patrones conductuales que integren este comportamiento sean similares a los descritos para otros roedores (Dudley 1974, Getz y Carter 1980, Getz et al. 1981, Elwood 1983).

OBJETIVOS

1. Determinar si el macho del ratón de los volcanes *Neotomodon a. alstoni* provee a sus crías de cuidados paternos.

2. Si el macho participa en el cuidado de sus crías, describir los principales patrones que integran el comportamiento paterno en este roedor.

3. Evaluar el grado de participación del macho en el cuidado de las crías con relación a los cuidados proporcionados por la hembra.

MATERIAL Y METODOS

En el presente trabajo se utilizaron 40 hembras y 40 machos silvestres del ratón de los volcanes, que fueron capturados de mayo a noviembre de 1992. Las capturas se efectuaron en los zacatonales de varios sitios de la Sierra del Volcán Ajusco, en una zona comprendida entre los km 39 y 45 de la carretera federal a Cuernavaca, con una altitud de 2900 a 3000 m s n m, cerca de Parrés, Tlalpan, México, D. F.

Para las capturas se utilizaron trampas de aluminio sherman plegables, las cuales se colocaron entre las 16 y 18 horas y fueron recogidas al día siguiente entre las 8 y 10 horas, empleándose como cebo hojuelas de avena.

Los animales capturados se separaron por sexo y fueron transportados al laboratorio, en donde fueron ectodesparasitados (Ramírez 1986). Posteriormente fueron pesados y marcados en la oreja, utilizando el sistema de muescas.

Se mantuvieron bajo condiciones de temperatura y humedad del laboratorio, con fotoperíodos de 12 horas (luz artificial), en jaulas de acrílico con cama de aserrín.

Se les proporcionó como alimento Nutricubos Purina

para roedores pequeños como bebida agua corriente *ad libitum*.

Después de una cuarentena se formaron parejas al azar, las cuales fueron apareadas por el sistema monogámico, permaneciendo juntos desde el apareamiento hasta el destete de las crías. A los 22 días siguientes a la fecha del apareamiento las hembras fueron palpadas para detectar su posible preñez, esto con la finalidad de registrar cada parto oportunamente.

El estudio del comportamiento paterno de este roedor se realizó de junio de 1992 a diciembre de 1993, periodo durante el cual se observaron 25 parejas. Las observaciones se realizaron en forma directa de las 18 a las 20 horas, utilizando como iluminación luz roja. Cada pareja fue observada en su jaula de nidación durante una hora.

Se registraron los comportamientos exhibidos por los padres desde el día del nacimiento de las crías, que fue tomado como el día uno hasta los 15 días de edad de los hijos.

Para determinar qué patrones del comportamiento paterno y materno se debían registrar, se realizó un

estudio preliminar para elaborar el etograma de investigación (que se anexa al final de la metodología), el cual quedó constituido por los siguientes patrones: 1) Aseo de la cría (AC); 2) Abrigo de la cría (AB); 3) Reconstrucción del nido (RN); 4) Reacomodo de la cría en el nido (RCN); Recuperación de la cría (RC); 6) Olfateo de la cría (OC); 7) Salidas del nido (SN); 8) Vigilancia del nido (VN) y 9) Amamanta a la cría (AM).

Se realizaron registros de las frecuencias de los comportamientos de ambos padres, para evaluar la participación del macho en el cuidado de las crías con relación a los cuidados proporcionados por la hembra.

Para evaluar la participación del macho en el cuidado de las crías se analizaron los 8 patrones del comportamiento paterno y materno, mencionados anteriormente.

Para obtener el porcentaje de participación de cada uno de los padres se sumaron las frecuencias relativas, obtenidas de los comportamientos de los machos y las hembras durante los 15 días de observación. La suma total se tomó como el ciento por ciento, y a partir de ésta se determinó el porcentaje de participación del padre y la madre. Cabe señalar que el comportamiento "Salidas del nido" no se tomó en cuenta por no estar directamente relacionado con el

cuidado de las crías.

Por otra parte, se registró la sobrevivencia de las crías a la semana de vida y a los a 15 días de edad.

Los resultados se organizaron en tablas y se obtuvieron las medias de las frecuencias de los comportamientos observados, con las cuales se hicieron las representaciones gráficas.

Para determinar si había diferencias significativas entre las frecuencias de los comportamientos paterno y materno se aplicó la prueba U de Mann-whitney y la de Kolmogorov-Smirnov.

**ETOGRAMA PRELIMINAR QUE SE USO COMO BASE PARA EL ESTUDIO DEL
COMPORTAMIENTO PATERNO DEL RATON DE LOS VOLCANES**

FECHA DE OBSERVACION _____ NUM. DE MACHO _____

HORA DE OBSERVACION _____ NUM. DE HEMBRA _____

DIA DE OBSERVACION _____ NUM. DE CRIAS _____

PATRON OBSERVADO	REGISTROS		FRECUENCIA/HORA	
	MACHO	HEMBRA	MACHO	HEMBRA
Aseo de la cría				
Abrigo de la cría				
Reconstrucción del nido				
Reacomodo de la cría en el nido				
Recuperación de la ría				
Olfateo de la cría				
Salidas del nido				
Vigilancia del nido				
Amamantamiento				
Aseo del macho				
Aseo de la hembra				
La hembra asea al macho				
El macho asea a la hembra				
Alimentación				

OBSERVACIONES GENERALES _____

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la presente investigación, se muestran en las Tablas de la 1 a la 6, y en las Figuras de la 1 a la 8; en la Tabla 1 se incluyen los patrones del comportamiento paterno y materno observados en el ratón de los volcanes, así como su descripción. Estos patrones son: 1) Aseo de la cría (AC); 2) Abrigo de la cría (AB); 3) Reconstrucción del nido (RN); 4) Reacomodo de la cría en el nido (RCN); 5) Recuperación de la cría (RC); 6) Olfateo de la cría (OC); 7) Salidas del nido (SN); Vigilancia del nido (VN) y 9) Amamanta a la cría.

En la Tabla 2 se presentan las frecuencias absolutas del comportamiento paterno, y en la Tabla 3 las del comportamiento materno, registradas desde el día uno al día 15 de observación. En estas Tablas se muestra que la frecuencia del comportamiento "Aseo de la cría" tanto para el macho (Tabla 2) como para la hembra (Tabla 3) en el día uno de observación (66 y 60, respectivamente) fue mayor a la registrada en los días siguientes, en los cuales estas frecuencias fueron irregulares.

Al comparar las frecuencias de este comportamiento exhibidas por el macho y la hembra, se observa que aunque el macho registra frecuencias más altas en el día 7, en el día 10 y en el día 14 como se muestra en la Fig. 1, esta

diferencia no fue significativa ($P > 0.05$).

En el comportamiento "Abrigo de la cría" tanto el macho (Tabla 2) como la hembra (Tabla 3) en el día uno de observación exhibieron las frecuencias más altas (44 y 34, respectivamente). En los días siguientes estas frecuencias fueron irregulares, observándose que en el día 15 la frecuencia de este comportamiento disminuyó notoriamente con relación a los primeros días (macho, 10 y hembra, 11).

Comparando las frecuencias paterna y materna de este comportamiento (Fig. 2), se observa que el macho exhibió frecuencias más altas que la hembra, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$).

Con relación al comportamiento "Reconstrucción del nido" se observa que las frecuencias registradas desde el día uno hasta el día 15 de observación fueron muy irregulares tanto para el macho (Tabla 2) como para la hembra (Tabla 3); en el día uno el macho exhibió la frecuencia más alta (10), mientras que en la hembra se registró el día 12 (14). En la Figura 3 se representan gráficamente las frecuencias de este comportamiento exhibidas por ambos padres, observándose que fueron muy similares.

En el comportamiento "Reacomodo de la cría en el nido" las frecuencias tanto para el macho (Tabla 2) como para la hembra (Tabla 3) fueron irregulares; el macho

presentó la frecuencia más alta el día 10 (14), y la hembra el día uno (16).

En la Fig. 4 se muestra que el macho exhibió ligeramente frecuencias más altas de este comportamiento que la hembra pero esta diferencia no fue significativa ($P > .05$).

Con respecto al comportamiento "Recuperación de la cría", se observó que éste se presentó en forma esporádica tanto en el macho (Tabla 2) como en la hembra (Tabla 3).

El macho exhibió frecuencias de recuperación más altas que la hembra como se muestra en la Fig. 5, siendo esta diferencia significativa ($P < .05$).

En el comportamiento "Olfateo de la cría" las frecuencias registradas en el macho (Tabla 2) y en la hembra (Tabla 3) fueron irregulares, observándose que en el macho la frecuencia más alta (9) se presentó en los días 8 y 9, y en la hembra el día 2 (9). Comparativamente el macho exhibió una frecuencia mayor que la hembra como se muestra en la Fig. 6, aunque esta diferencia no fue significativa ($P > .05$).

Con respecto al comportamiento "Salidas del nido" se observa que en general siguió un patrón regular, tanto en el macho (Tabla 2) como en la hembra (Tabla 3),

ya que la frecuencia fue de menor a mayor, conforme las crías alcanzaban más edad (Fig. 7). Asimismo, se observó que la hembra mostró una mayor frecuencia de este comportamiento que el macho ($P < .05$).

Otro comportamiento observado fue el de "Vigilancia del nido" exhibido con mayor frecuencia por el macho, principalmente en los primeros días de vida de las crías (Tabla 2), mientras que en la hembra se registró esporádicamente (Tabla 3 y Fig. 8), siendo esta diferencia significativa ($P < .05$).

En la Tabla 4 se incluyen las frecuencias relativas de los comportamientos registrados del macho y de la hembra en los 15 días de observación, teniéndose que la sumatoria total para el macho fue de 84.5 y para la hembra de 60.2, correspondiendo al macho un 58.39 %, y a la hembra 41.61 % de participación.

Se observó que la sobrevivencia de los hijos a la primera semana de vida fue del 84.0%, y a los 15 días del 56.0%.

Por otra parte, se observó que los cuidados paternos se mantuvieron durante los 15 días de observación, es decir, que este comportamiento fue constante y no esporádico (prueba de Kolmogorov-Smirnov).



Macho del *Neotomodon s. alstoni* asiendo a las crías.



Macho del *Neotomodon s. alstoni*, abrigando a las crías.

TABLA 1

**PATRONES DEL COMPORTAMIENTO PATERNO Y MATERNO
DEL RATON DE LOS VOLCANES**

COMPORTAMIENTO	DESCRIPCION
1. Aseo de la cría (AC)	Lame a la cría sosteniéndola con los miembros anteriores, acentuándose esta acción en la región genital.
2. Abrigo de la cría (AB)	Con el cuerpo arqueado cubren a las crías
3. Reconstrucción del nido (RN)	Con los miembros anteriores jalan el material de nidal para dar mayor concavidad al nido.
4. Reacomodo de la cría en el nido (RCN)	Con los miembros anteriores y/o el hocico mueven a las crías dentro del nido para cambiarlas de posición.
5. Recuperación de la cría (RC)	Con el hocico sujetan a la cría, trayéndola al nido.
6. Olfateo de la cría (OC)	Aproximan el hocico a la cría, moviendo rítmicamente la nariz y las vibrisas.
7. Vigilancia del nido (VN)	El macho mantiene la cabeza levantada, los ojos abiertos y las orejas paradas.
8. Amamantamiento (AM)	Se observaron diversas posiciones pero la más común fue en la que con el cuerpo curvado mantienen a las crías debajo del abdomen. Acostada dorsalmente mantiene a las crías sobre el abdomen.

TABLA 2
FRECUENCIA ABSOLUTA DE LOS PATRONES DEL COMPORTAMIENTO
PATERNO DEL RATON DE LOS VOLCANES

Día de Observación	Comportamiento (Frecuencia/hora)							
	AC	AB	RN	RCN	RC	OC	SN	VN
1	66	44	10	3	3	7	2	4
2	21	25	7	4	2	7	5	4
3	21	16	1	7	0	2	6	5
4	22	16	2	1	0	3	6	10
5	26	16	0	5	0	0	2	0
6	22	28	5	0	0	5	3	7
7	37	25	3	0	4	9	1	0
8	15	9	1	0	0	9	16	1
9	27	21	4	3	0	0	13	0
10	40	21	4	14	3	0	14	0
11	4	26	0	0	0	3	9	0
12	41	11	5	2	0	5	13	0
13	5	9	4	0	0	4	10	0
14	25	35	1	2	3	6	23	0
15	23	10	4	0	1	3	24	1

N=25 machos

AC:aseo de la cría

RN:reconstrucción del nido

RC:recuperación de la cría

OC:olfateo de la cría

VN:vigilancia del nido

AB:abrigo de la cría

RCN:reacomodo de la cría
en el nido

SN:salidas del nido

TABLA 3

FRECUENCIA ABSOLUTA DE LOS PATRONES DEL COMPORTAMIENTO
MATERNO DEL RATON DE LOS VOLCANES

Dia de obsevación	Comportamiento (frecuencia/hora)							
	AC	AB	RN	RCN	RC	OC	SN	VN
1	60	34	8	16	0	6	9	0
2	42	13	4	3	4	9	20	0
3	18	6	1	2	0	1	11	0
4	19	7	2	1	0	2	23	0
5	12	8	2	4	0	0	6	0
6	26	13	0	0	0	8	20	1
7	22	15	1	3	0	2	26	0
8	15	2	2	3	0	1	24	0
9	14	5	1	1	1	0	18	0
10	21	11	0	0	0	2	21	0
11	12	1	5	0	0	0	24	0
12	40	1	14	5	1	3	13	1
13	15	6	6	1	0	0	4	0
14	24	1	2	0	2	8	50	0
15	34	11	3	6	0	2	39	0

N=25 hembras

TABLA 4

FRECUENCIA PROMEDIO DE LOS PATRONES DEL
 COMPORTAMIENTO PATERNO DEL
 RATON DE LOS VOLCANES

Día de observación	Comportamiento							
	AC	AB	RN	RCN	RC	OC	SN	VN
1	2.8	1.8	0.4	0.1	0.1	0.2	1.0	0.1
2	1.3	1.5	0.4	0.2	0.1	0.4	1.5	0.2
3	2.6	2.0	0.1	0.7	0.0	0.2	1.1	0.6
4	1.6	1.2	0.1	0.0	0.0	0.2	1.0	0.7
5	2.1	1.2	0.0	0.3	0.0	0.0	0.7	0.0
6	2.4	3.1	0.5	0.0	0.0	0.5	1.5	0.7
7	2.4	1.9	0.2	0.0	0.3	0.7	1.0	0.0
8	2.5	1.1	0.1	0.0	0.0	1.0	2.2	0.1
9	2.4	1.9	0.3	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0
10	5.7	3.0	0.4	2.0	0.3	0.0	0.3	0.0
11	0.8	5.2	0.0	0.0	0.0	0.6	0.3	0.0
12	4.1	1.3	0.5	0.2	0.0	0.5	0.6	0.0
13	0.6	1.0	0.5	0.0	0.0	0.5	0.6	0.0
14	2.7	3.5	0.1	0.2	0.3	0.6	0.5	0.0
15	2.3	1.2	0.4	0.0	0.1	0.3	0.4	0.1

N=25 machos

TABLA 5

FRECUENCIA PROMEDIO DE LOS PATRONES DEL
 COMPORTAMIENTO MATERNO DEL
 RATON DE LOS VOLCANES

Día de observación	Comportamiento							
	AC	AB	RN	RCN	RC	OC	SN	VN
1	2.6	1.4	0.3	0.6	0.0	0.2	1.6	0.0
2	2.6	0.8	0.2	0.2	0.2	0.6	3.3	0.0
3	2.2	0.7	0.1	0.2	0.0	0.1	0.4	0.0
4	1.4	0.5	0.1	0.0	0.0	0.1	1.0	0.0
5	1.0	0.6	0.6	0.3	0.0	0.0	2.0	0.0
6	2.8	1.4	0.0	0.0	0.0	0.8	2.6	0.2
7	1.4	1.1	0.0	0.2	0.0	0.1	1.5	0.0
8	3.0	0.2	0.2	0.3	0.0	0.1	3.0	0.0
9	1.4	0.5	0.0	0.0	0.1	0.0	2.8	0.0
10	3.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.2	2.5	0.0
11	2.0	0.1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0
12	4.0	0.1	1.5	0.5	0.1	0.3	2.5	0.1
13	2.1	0.2	0.6	0.1	0.0	0.0	1.3	0.0
14	3.0	1.2	0.2	0.0	0.2	0.8	2.2	0.0
15	3.4	0.9	0.2	0.6	0.0	0.2	1.5	0.0

N=25 hembras

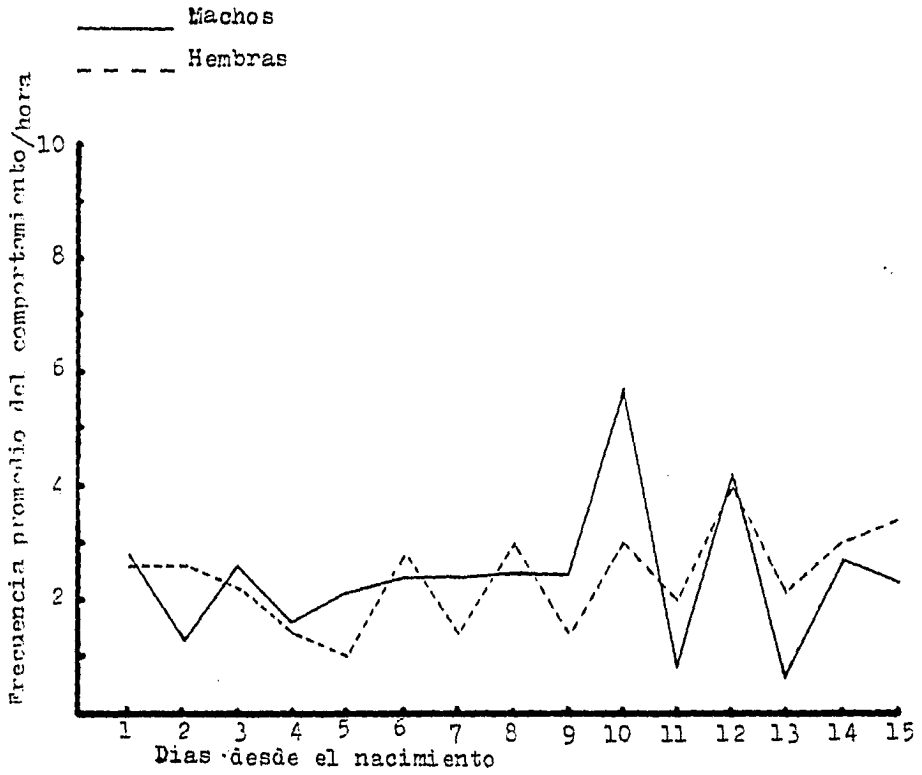


Fig. 1. Aseo de la cría

La frecuencia de este comportamiento fue similar en los machos y hembras del ratón de los volcanes.

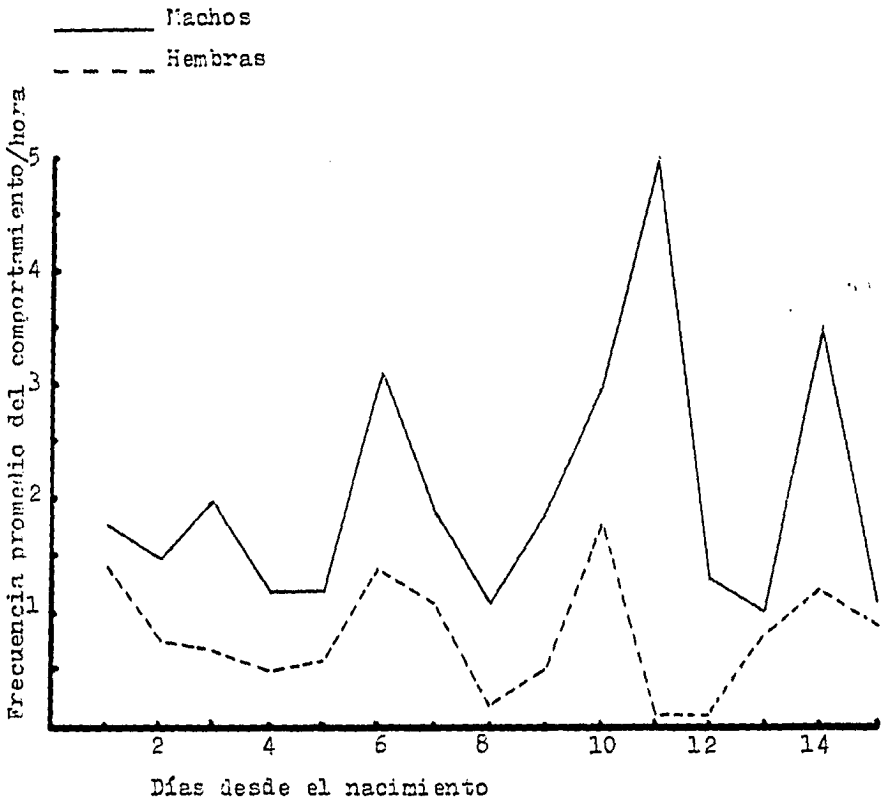


Fig. 2. Abrigo de la cría

Los machos del ratón de los volcanes proporcionaron mayor abrigo a las crías que las hembras.

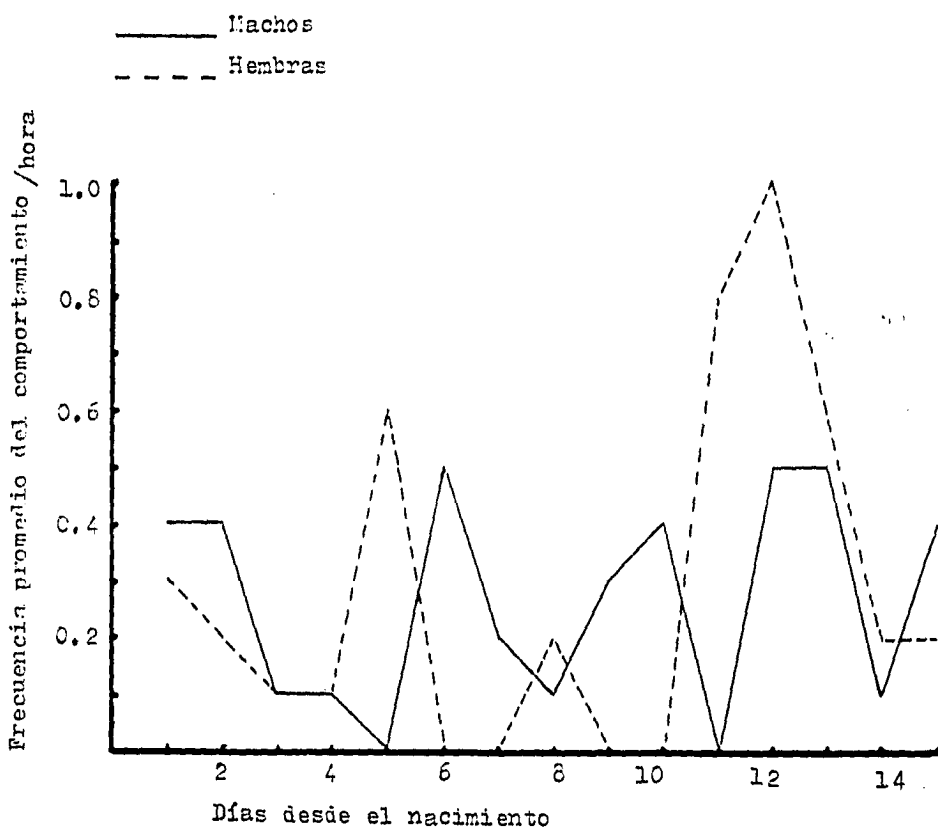


Fig. 3. Reconstrucción del nido

En este comportamiento la participación de los machos del ratón de los volcanes fue similar a la de la hembra.

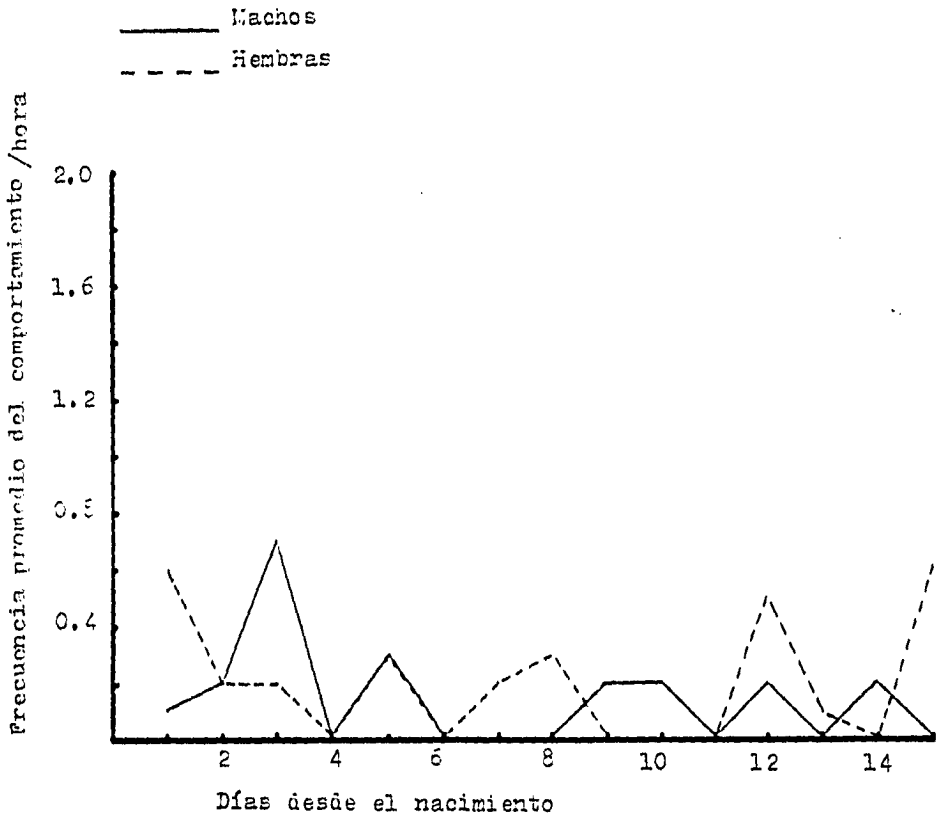


Fig. 4. Reacomodo de la cría en el nido

Las frecuencias de este comportamiento exhibidas por los machos del ratón de los volcanes fueron similares a las de las hembras.

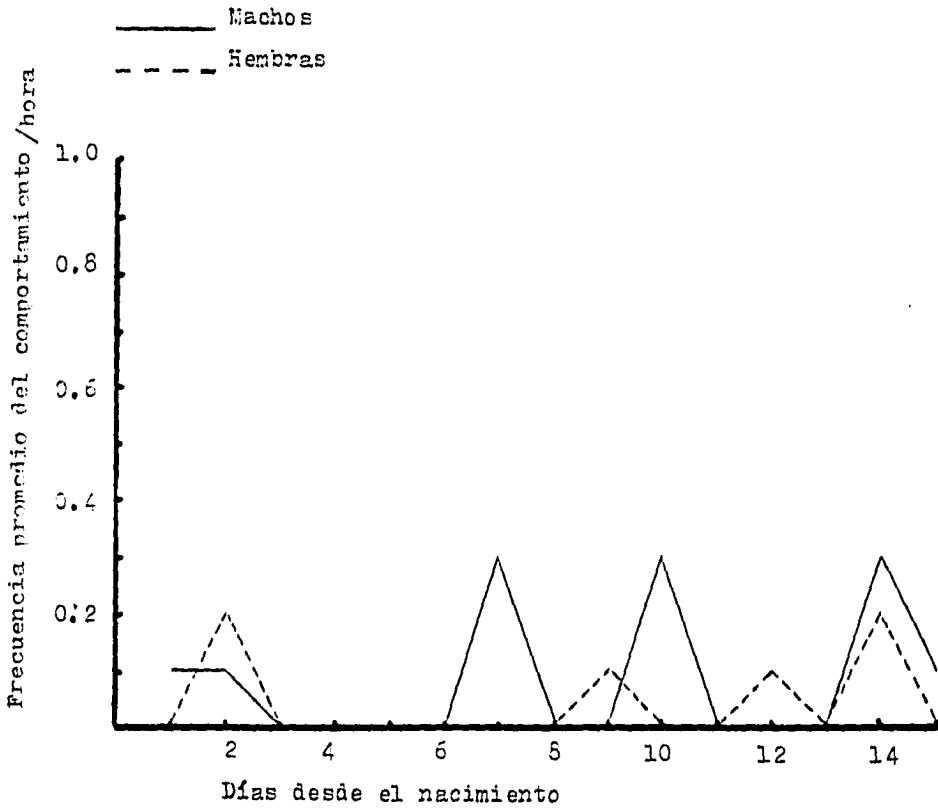


Fig. 5. Recuperación de la cría

Frecuencias que exhibieron los machos y hembras del ratón de los volcanes.

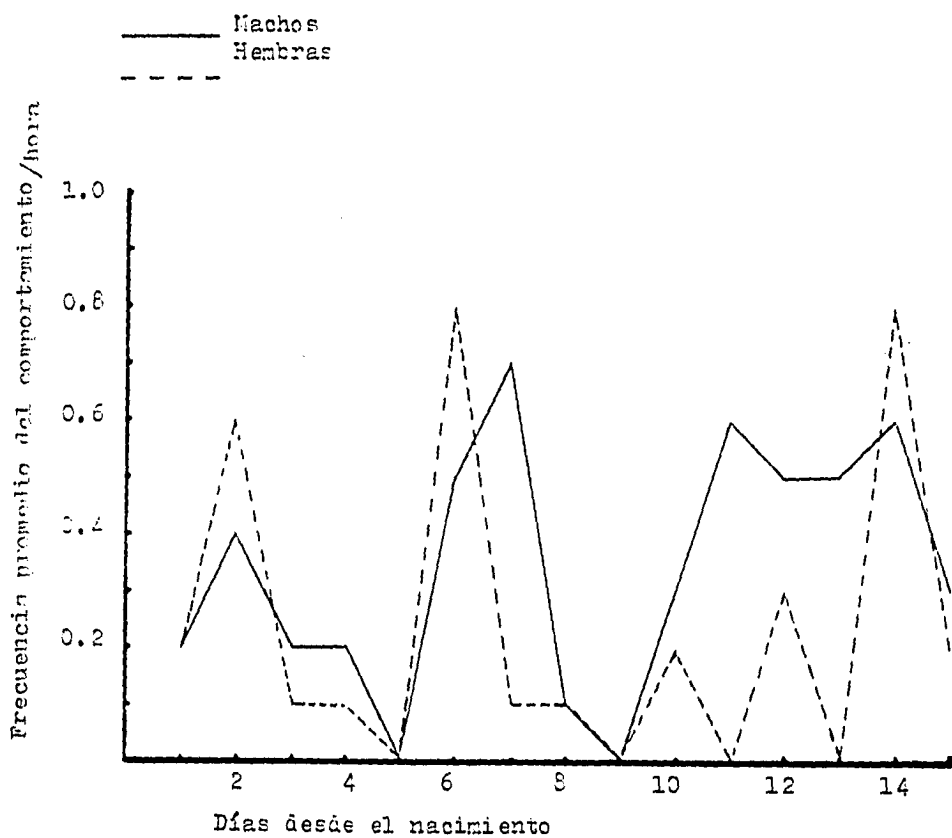


Fig. 6. Olfateo de la cría

Las frecuencias de este comportamiento exhibidas por los machos y hembras del ratón de los volcanes fueron irregulares.

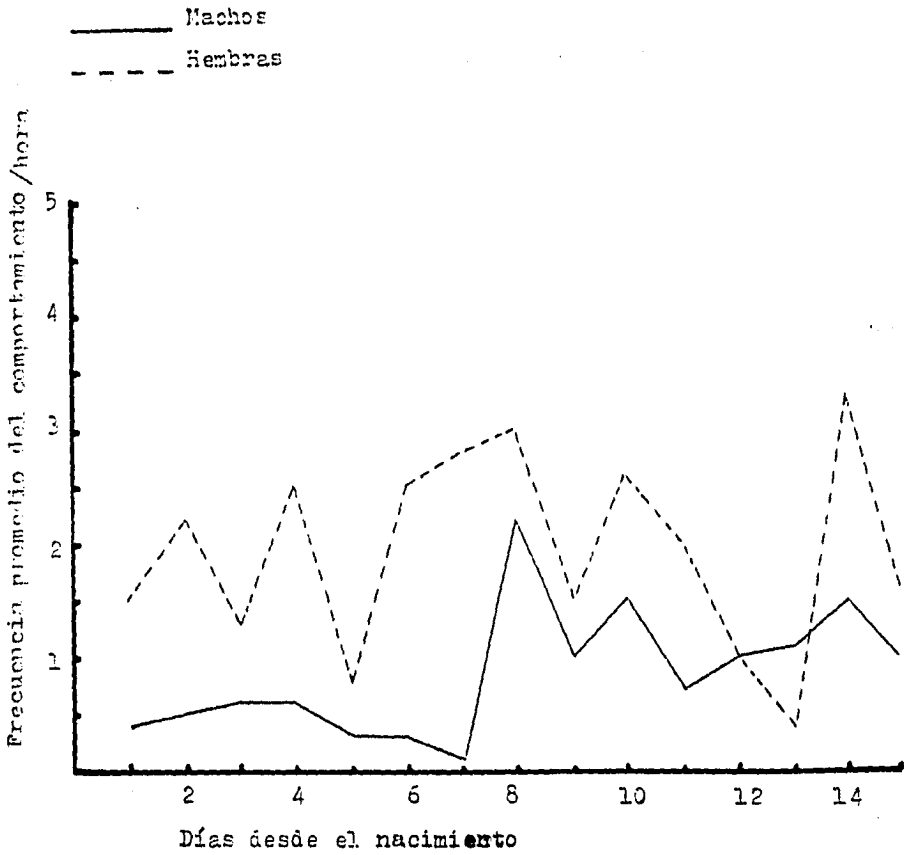


Fig. 7. Salidas del nido

Las hembras del ratón de los volcanes salieron del nido con mayor frecuencia que los machos.

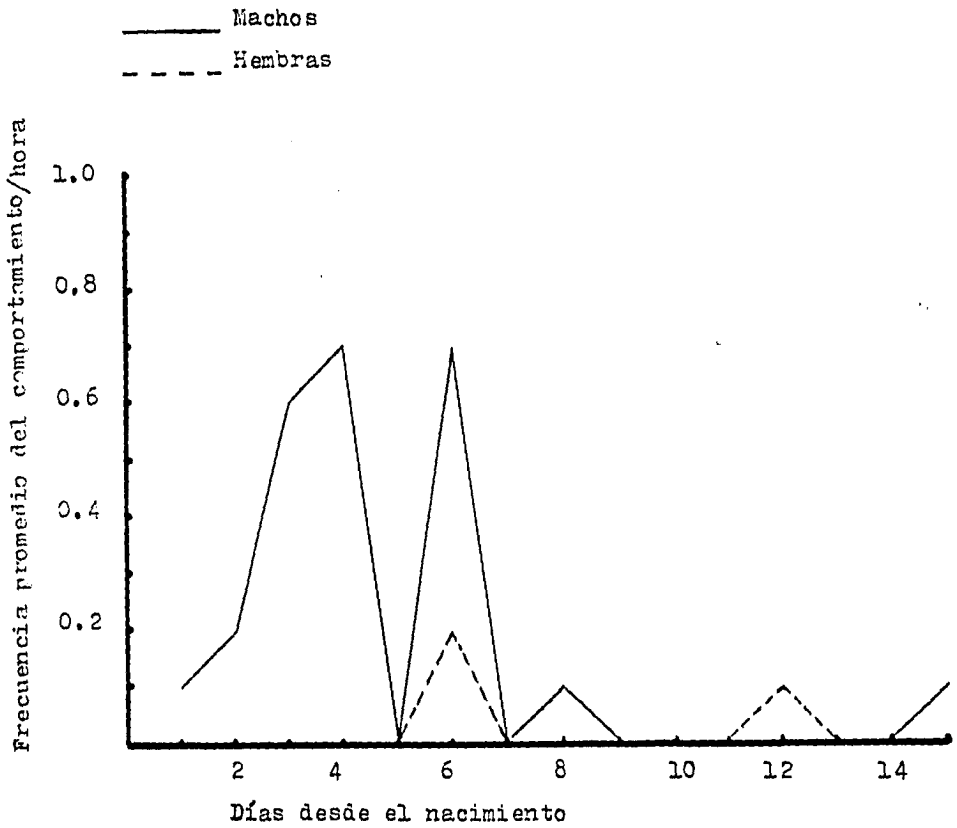


Fig. 8. Vigilancia del nido

Los machos del ratón de los volcanes exhibieron con mayor frecuencia este comportamiento.

TABLA 6

EVALUACION DE LA PARTICIPACION DEL MACHO DEL RATON DE
VOLCANES EN EL CUIDADO DE LAS CRIAS

Comportamiento	Frecuencia promedio	
	Machos	Hembras
Aseo de la cría	36.3	35.9
Abrigo de la cría	30.9	12.1
Reconstrucción del nido	4.0	4.8
Reacomodo de la cría en el nido	3.9	3.0
Recuperación de la cría	1.2	0.6
Olfateo de la cría	5.7	3.5
Vigilancia del nido	2.5	0.3
Total	84.5	60.2
Porcentaje de participación	58.39	41.61

DISCUSION

Los patrones observados en el macho del ratón de los volcanes muestran que este roedor en cautiverio exhibe comportamiento paterno, y que los patrones básicos que integran este comportamiento son: Aseo de la cría, Abrigo de la cría, Reconstrucción del nido, Reacomodo de la cría, Recuperación de la cría, Olfateo de la cría y Vigilancia del nido.

El comportamiento paterno, no sólo se presenta en el ratón de los volcanes, ya que otros estudios señalan que los machos del género *Microtus* (Hatfield 1935, Hartung y Dewsbury 1979), *Onychomys* (Horner 1947, Dudley 1974a, Hatton y Meyer, 1973), *Meriones* (Fiedler 1973, Elwood 1975), también participan en el cuidado de la cría.

Los patrones del comportamiento paterno exhibidos por el ratón de los volcanes tales como, el aseo, abrigo y recuperación de las crías, han sido observados en los machos de la especie de *Onychomys torridus* y *Peromyscus leocopus* (McCarty y Southwick 1977a).

Por otra parte, exceptuando el amamantamiento se puede decir que los patrones que conforman el comportamiento paterno de este roedor son similares a los exhibidos por la madre.

Al analizar el grado de participación del macho del ratón de los volcanes en el cuidado de las crías, con relación a los cuidados otorgados por la madre, se tiene que en el Aseo de la cría, Reconstrucción del nido, Reacomodo y Olfateo de la cría, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > .05$) en las frecuencias de estos patrones, aunque en el último comportamiento el macho exhibió una frecuencia comparativamente más alta que la hembra.

En la conducta Abrigo de la cría el macho participó significativamente ($P < .05$) más que la hembra, lo cual puede indicar que el macho posiblemente proporciona más calor y protección a las crías.

En la Recuperación de la cría el macho también tuvo significativamente ($P < .05$) una mayor participación que la hembra, aunque se debe mencionar que este comportamiento ocurre en forma accidental, por lo menos durante los primeros 15 días de vida, debido a que las crías son llevadas fuera del nido cuando son arrastrados por la madre prendidos en los pesones, durante el amamantamiento. En *Meriones unguiculatus* a diferencia de lo observado en este ratón, la hembra presenta más conducta de recuperación que el macho (Waring y Pepper 1979).

Por otra parte, como la hembra salió significativamente ($P < .05$) con mayor frecuencia que el macho esto podría indicar de manera indirecta, que el macho del ratón de los volcanes posiblemente permanezca más tiempo en el nido que la hembra, aunque no se haya cuantificado el tiempo que permanecieron fuera de éste. Esta posibilidad es apoyada por el hecho de que el macho de este roedor abriga significativamente más a las crías que la hembra ($P < .05$). En otros roedores como *Onychomys torridus* y *peromyscus leucopus*, se ha señalado que las hembras permanecen más tiempo en el nido que los machos (McMarty y Southwick 1977a).

En el comportamiento Vigilancia del nido el macho fue el que se mantuvo atento a cualquier cambio del entorno (e. g., ruido, presencia del observador, etc.), mientras la hembra amamantaba o dormía con las crías, esta conducta fue más frecuente durante los primeros días de vida de las crías. Elwood (1983), señala un comportamiento semejante en el macho de la marmota blanca. Sin embargo, es posible que esta conducta también la exhiban en otras circunstancias no relacionadas con el cuidado de las crías, e. g. durante el apareamiento.

Con respecto a las frecuencias de los patrones del comportamiento paterno y materno registrados en los 15 días

de observación, se tiene que estos tuvieron una frecuencia considerablemente más alta en el día uno (día de nacimiento), y que en general, progresivamente disminuyeron con la edad de las crías. Esto muestra que tanto el macho como la hembra proporcionan más cuidados a sus hijos en los primeros días de vida.

Según la evaluación de los resultados obtenidos en este estudio, el macho del ratón de los volcanes participa en el cuidado de las crías en un 58.39 % y la hembra en un 41.61%. Exceptuando el amamantamiento, se puede decir que el macho de este roedor proporciona más cuidados a las crías que la hembra y que este comportamiento se mantiene a través del tiempo. A este respecto se ha señalado que en *Onychomys torridus* y *Microtus californicus* el macho también proporciona a las crías más cuidados que la hembra (Elwood 1983).

La sobrevivencia de las crías a la primera semana de vida con la participación del macho fue del 84.0%, mientras que en su ausencia, se ha señalado que es el 73.0% (Luis y Granados 1990), porcentaje que es menor al aquí obtenido. Esta mayor sobrevivencia pudo deberse a la presencia del macho.

En ausencia del macho después de la semana de

vida aproximadamente el 90.0% de las crías alcanzan la edad de destete (Luis 1989), sin embargo, la sobrevivencia obtenida en esta investigación a los 15 días fue menor (56.0%), lo cual posiblemente se debió entre otros factores a una reducción del espacio individual. En otros roedores tales como *Meriones unguiculatus* (Gerling y Yahr 1979) y *Onychomys torridus* (McCarty y Southwick 1977a) la sobrevivencia de las crías parece no ser afectada por la presencia o ausencia del macho.

Finalmente, con respecto a que los cuidados paternos sean un artificio de las condiciones del laboratorio (Hatfield 1935), o un comportamiento natural (Horner 1947, Fiedler 1973); con base en los resultados obtenidos, en los que se mostró que en algunos aspectos el macho tiene significativamente mayor participación en el cuidado de las crías que la hembra, y que esta conducta se mantuvo en el tiempo de observación, se puede sugerir que el comportamiento paterno es un fenómeno natural, debido a que está integrado por patrones motores complejos, que difícilmente podrían ser originados por las condiciones del laboratorio. Sin

embargo, sólo investigaciones futuras podrán definirlo.

Por otra parte, la presencia de cuidados paternos en el ratón de los volcanes da mayor fundamento a la hipótesis de que en condiciones naturales este roedor sea monogámico.

CONCLUSIONES

1. El macho del ratón de los volcanes en cautiverio exhibe comportamiento paterno, el cual fue observado en el 100% de los machos estudiados.

2. Los patrones que integran el comportamiento paterno del ratón de los volcanes son similares a los del comportamiento materno, excepto por el amamantamiento.

3. Según los resultados obtenidos el macho del ratón de los volcanes participa en el cuidado de las crías en un 58.39%.

4. La sobrevivencia de las crías a la semana de vida fue ligeramente mayor a la señalada en ausencia del macho, sin embargo, disminuyó notoriamente a los 15 días de vida.

5.- Es posible que en condiciones naturales el ratón de los volcanes sea una especie monogámica, ya que en los roedores esta modalidad de apareamiento está evolutivamente relacionada con la presencia de cuidados paternos.

REFERENCIAS

Canela, R. M. 1981. Ambito hogareño del ratón de los volcanes *Neotomodon a. alstoni* (Rodentia:cricetinae) en la Sierra del Ajusco. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Chávez, T. C. 1988. Diversidad y comportamiento poblacional de una comunidad de roedores de la Sierra del Ajusco. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Clutton-Brock, T. H. y P. H. Harvey. 1976. Evolutionary rules and primates societies, In: Bateson P. y R. A. Hinde (ed), *Growing points. Ethology.* Cambridge University Press, Cambridge, p. 195-237.

Clutton-Brock, T. H. 1991. The evolution of parental care, (Monographs in behavior and ecology). Princeton University Press, Princeton, New Jersey, p. 12-130.

Crook, J. H. ; J. E. Ellis y J. D. Goss-Custard. 1976. Mamalian social systems:structure and function. *Anim. Behav.*, 24:261-274.

Davis, W. B. 1944. Notes on mexican mammals. *J. Mamm.*, 25 (4):370-403.

Davis, W. B. y L. A. Foolsome. 1945. The mexican volcano mouse *Neotomodon*. *J. Mamm.*, 26(4):401-411.

- Dudley, D. 1974a. Paternal behavior in the california mouse *Peromyscus*. *Behav. Biol.*, 11:247-251.
- Elwood, R. W. 1975. Paternal and maternal behaviour of the mongolian gerbil, *Anim. Behav.*, 23:722-766.
- Elwood, R. W. 1983. Paternal care in rodents. John Willey and sons Ltd, New York, p. 235-257.
- Fiedler, U. Von. 1973. Observation of the biology of some Gerbillinae (Jirds) especially of *Gerbillus (Dipodillus) dasyurus* in captivity. I. Behaviour, *Z. Saugertierkunde*, 38:321-340.
- Gerling, S. y P. Yahr. 1979. Effect of the male parent on pup survival in Mongolian gerbils (*Meriones unguiculatus*). *Anim. Behav.*, 27:310-311.
- Getz, L. C. Carter. 1980. Social organization in *Microtus ochrogaster* populations. *The Biologist*, 62:56-69.
- Getz, L. L., C. Carter y L. Gavish. 1981. The mating sistem of the prairie vole, *Microtus ochrogaster* field and laboratory evidence for pair bonding. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 8:189-194.
- Goldman, E. A. 1910. Revision of the wood rats of the genus *Neotomodon*. *N. Amer. Faun.*, 31:1-124.
- Granados, H. y J. Luis. 1987. Estudios sobre la biología del ratón de los volcanes (*N. a. alstoni*). XI. Investigación

comparativa sobre la reproducción de hembras silvestres en el laboratorio, apareadas durante uno y dos ciclos estrales. Arch. Invest. Méd. (Méx.), 18:111-118.

Granados, H. 1994. The volcano mouse (*Neotomodon a. alstoni*, Merriam 1898), A new laboratory animal: Strain GFC-UNAM. The FASEB Journal, 8(4):1.

Hall, E. R. y Kelson, N. R. 1959. The animals of north america. vol. II. The Ronald Press Co., New York.

Hatfield, D. M. 1935. A natural history study *Microtus californicus*. J. Mammal., 116:261.

Hatton, D. C. y M. E Meyer. 1973. Paternal behaviour in cactus mice (*Peromyscus eremicus*). Bull. Psychonom. Soc., 2:330, (abstract).

Hartung, T. G. y D. Dewsbury. 1979. Paternal behaviour in six species of muroid rodents. Behav. Neur. Biol., 26:466-478.

Horner, B. E. 1947. Paternal care of young mice in the genus *Peromyscus*. J. Mammal., 28:31-36.

Hoth, M. K. 1986. Estudio sobre tres sistemas de apareamiento del ratón de los volcanes (*Neotomodon a. alstoni*) silvestre y nacido en el laboratorio. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Jameson, E. W. 1988. Vertebrate reproduction. John Willey and

sons, New York, p. 104-109.

Kendelgh, S. C. 1952. Parental care and its evolution in birds. Illinois Biological Monograph, 22:1-258.

Kleiman, D. G. 1977. Monomy in mammals, Q. Rev. Biol., 52:39-69.

Kleiman, D. G. y J. R. Malcolm 1981. The evolution of male parental investment in mammals, In: D. J. Gubernick y P. H. Lack, D. 1968. Ecological adaptations for breeding in birds. Methuen y Co., London, p. 286.

Luis, D. J. y H. Granados 1990. Estudios sobre la biología del ratón de los volcanes (*N. a. alstoni*). XXI. Capacidad reproductora de hembras silvestres en 15 apareamientos sucesivos. Arch. Invest. Méd. (Méx.), 21:51-56.

Luis, J.; T. Arenas; Espinosa, G. y H. Granados. 1993. Estudios sobre la biología del ratón de los volcanes. XXVIII. Existencia de estro postparto. Rev. Fac. Med. UNAM, 36:41-44.

Luis, D. J. 1993. Estudio sobre el estro postparto y el comportamiento agonístico en el ratón de los volcanes (*Neotomodon a. alstoni*, Merriam 1898). Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Malcolm, J. R. y K. Marten. 1982. Natural selection and the communal rearing of pups in african wild dogs (*Lycaon*

pictus), Behav. Ecol. Sociobiol., 10:1-13.

Martin, F. E. y Álvarez, S. T. 1982. Crecimiento y desarrollo en el laboratorio de *Neotomodon a. alstoni* (Rodentia:Cricetidae). An. esc. Nal. Cien. Biol., México, 26:55-84.

Maynard, S. J. y M. G. Ridph. 1972. White sharing in the tasmanian native hen *Tribonyx mortierri*: A case of Kin selecton. Am. Nat., 106:447-452.

McCarty, R. y Southwick, C. 1977a. Paternal care and the development of behaviour in the southern grasshopper mouse, *Onychomys torridus*., Behav. Biol., 19:476-490.

McCarty, R. y Southwick, C. H. 1977c. Patern of parental care in two cricetid rodents, *Onychomys torridus* and *Peromyscus leucopus*, Anim. Behav., 25:945-948.

Merriam, C. H. 1898. A new genus (*Neotomodon*) and Three new species of murine rodents from the montains of southern México. Proc. Biol. Soc. Washington, 12:127-129.

Miller, G. S. JR. y J. A. Rhen. 1901. Sistematic results of the study of north American land mammals to the clase of the year 1900. Procc. Boston Soc. Nat. Hist., 30 (1):1-352.

Miller, G. S. 1924. List of north american recent mammals. 1923. Bull. Us. Not. Mus.,128(I-XVI): 1-673.

Mitchel, G. D. 1968. Paternalistic Behaviour in primates. Psychol. Bull., 7:399-417.

Mock, D. W. y M. Fujioka. 1990. Monogamy and long-term pair bonding in vertebrates. *Trends in ecology and evolution*, 5:39-43.

Moehlmann, P. 1988. Intraespecific variation in canid mating systems, In: Gittleman, J. L. (ed.), *Carnivore behaviour, ecology and evolution*, Cornell University Press, Ithaca, New York, p. 143-163.

Olivera, L. J. 1984. Reproducción de *Neotomodon a. alstoni*. (Rodentia:Cricetidae) en condiciones de laboratorio. Tesis de Maestría. UAM Iztapalapa, México.

Orians, G. H. 1980. *Some adaptation of marsh-nesting blackbirds*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, p. 140.

Ortiz, R.; C. Aguilar y H. Granados. 1987. Histología de la madurez gonadal en la hembra del ratón de los volcanes (*Neotomodon alstoni alstoni*) XXX Congr. Nal. Cien. Fisiol. Jalapa, Ver., Resumen A27.

Ortiz, R.; C. Aguilar y H. Granados. 1988. Estudios sobre la biología del ratón de los volcanes (*N. a. alstoni*). XVIII. Histología de la madurez testicular. XXXI Congr. Nal. Cien. Fisiol., Querétaro, Qro, Resumen C17.

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 microhábitat de cinco especies de ratones en la sierra del Ajusco. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Rood, J. P. 1986. Ecology and social evolution in the mon gooses, In: Rubenstein D. I. y R. W. Wranghan (ed), Ecological aspects of social evolution, Preinceton University Press-Princeton, New York, p. 131-152.

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

Thomas, J. A. y E. C. Birney. 1979. Parental care and mating system of the prairie vole *Microtus ochrogaster*. Behav. Ecol. Sociobiol., 5:171-186.

Vaughan, T. A. 1988. Mamíferos. 3a. Edición, Interamericana McGraw-Hill, México, p. 431-487.

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

Waring, A. y T. Pepper. 1979. Parental behaviour in the

mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*). *Petrieval. Anim. Behav.*, 27:1091-1097.

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

Yamamoto, I. 1987. Male parental care in the racoon dog *Nyctereutes procyonoides* during the early rearing period, In: Ito, Y.; J. L. Brown y J. Kikkawa (Eds.), *Guimal Societies Japan Societies Scientific Press, Tokyo*, p. 189-196.

Yates, T. L. ; R. J. Baker y R. K. Barnett. 1979. Phylogenetic analysis of karyological variation in three genera of peromyscine rodents. *Syst. Zool.*, 28:40-48.