

127  
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DENSIDAD DE POBLACION DE LOS ROEDORES  
CRICETIDOS DEL VOLCAN MALINCHE,  
TLAXCALA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

BIOLOGO

P R E S E N T A :

CONCEPCION RAMÍREZ OLIVOS

DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES



FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION ESCOLAR  
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  
AVENIDA DE  
MEXICO

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:

DENSIDAD DE POBLACION DE LOS ROEDORES CRICETIDOS DEL VOLCAN MALINCHE,  
TLAXCALA.

realizado por RAMIREZ OLIVOS CONCEPCION

con número de cuenta 8524247-2 , pasante de la carrera de BIOLOGIA

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis Propietario	M. en C. Graciela Gómez Alvarez.	<i>Graciela Gómez</i>
Propietario	Biologo Sabel René Reyes Gómez.	<i>Sabel R. Reyes</i>
Propietario	M. V. Z. Guillermo Islas Y Donde.	<i>Guillermo Islas Y Donde</i>
Suplente	M. en C. Oscar Gustavo Retana Guíascon.	<i>Oscar Gustavo Retana</i>
Suplente	Biologo Carlos Julio Alvarez Rivero.	<i>Carlos J. Alvarez</i>

Consejo Departamental de Biología

M. en C. *María del Carmen* Martínez Mena

COORDINACION GENERAL  
DE BIOLOGIA

**Este trabajo se lo dedico:**

**A mis Padres, Concepción Olivos Varela y Joaquín Ramírez Villafranca, sin el constante apoyo que siempre me han brindado no sería posible el logro de este objetivo.**

**A mis hermanos, Mario, Sergio, Joaquín, David, Ana Lilia y Juan Carlos, por ser siempre un estímulo en mi carrera y por su gran apoyo. En especial a mi hermana Ana Lilia por el gran amor, confianza y cariño que nos ha unido y siempre nos mantendra de igual manera.**

## **AGRADECIMIENTOS.**

Quiero agradecer muy sinceramente a todas aquellas personas que con su apoyo y ayuda contribuyeron a la realización de este trabajo.

Mi gratitud a la M. en C. Graciela Gómez Alvarez por la acertada dirección de esta tesis, por su confianza, paciencia y por permitirme haber colaborado con ella.

Así también agradezco todo el apoyo y las facilidades otorgadas por el Biol. Sabel René Reyes Gómez para desarrollar tanto el trabajo de campo, como el de escritorio y por su invaluable amistad.

De igual forma mi especial agradecimiento a los demás sinodales, M.V.Z. Guillermo Islas y Donde, M. en C. Oscar Gustavo Retana Guiascon y al Biol. Carlos Julio Alvarez Rivero, por su revisión del manuscrito, aportaciones y sugerencias al presente trabajo.

Al equipo de trabajo del Laboratorio de Vertebrados Terrestres, de la Facultad de Ciencias, UNAM., integrado por Verónica Corona Torres, Irma Sofía Salinas Hernández, Ana Margarita Díaz de Sandy, Laura , Berenice , Norma Desiré , Gerardo Waldemar Díaz Camacho, Gerardo García Martínez, Jesus Israel Villavisencio y al Biol. Victor García Valdovino, por su ayuda desinteresada en el trabajo de campo y de escritorio.

Al laboratorio de Vertebrados Terrestres, Facultad de Ciencias, UNAM., en especial al Coordinador Biol. Carlos Juárez López, por todas las facilidades brindadas para la elaboración del presente.

A la M. en C. Kathleen Ann Babb Stanley por su amable ayuda en la realización de algunos de los esquemas incluidos en el presente trabajo.

A Diana Sofía Herrera por su gran disposición, paciencia y ayuda desinteresada tanto en el procesamiento del texto, como de los estadísticos.

A cada uno de mis amigos y compañeros de generación, que me resulta difícil enlistarlos por miedo a suprimir algún nombre y que siempre me tendieron la mano a lo largo de mi carrera, pues sin su ayuda mucho de lo que logre hasta hoy sería muy difícil tener.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	1
INTRODUCCION .....	2
I. Generalidades .....	2
II. Antecedentes de estudio en poblaciones de cricétidos .....	5
1. Modelos de reproducción .....	5
2. Factores que regulan las poblaciones ....	7
3. Fluctuaciones en las poblaciones .....	10
4. Factores que influyen en la actividad....	16
III. Hipotesis .....	20
IV. Objetivos .....	21
AREA DE ESTUDIO .....	22
1. Ubicación y acceso .....	22
2. Antecedentes del área de estudio .....	26
3. Fisiografía .....	27
4. Clima .....	28
5. Geología y edafología .....	28
6. Vegetación .....	29
MATERIALES Y METODOS .....	32
RESULTADOS .....	38
DISCUSION .....	49
CONCLUSIONES .....	54
LITERATURA CITADA .....	55
APENDICE .....	65

## RESUMEN

En el presente trabajo se estudia la densidad poblacional de los roedores cricétidos a lo largo de un transecto altitudinal, en la ladera norte del Volcán Malinche, Tlaxcala. Durante un año se valoró la densidad poblacional por medio del método de Captura-recaptura (Lincoln 1930), en tres hábitats característicos en el Volcán Malinche: cultivo de maíz-trigo, ecotono y bosque de pino-aile. Para tal efecto se fijaron tres cuadrantes de 6400 m<sup>2</sup> en cada hábitat. En la captura de los roedores se emplearon trampas tipo Sherman, las que se ubicaron en cada uno de los cuadrantes, estableciendo retículas de 10 m. por lado, cuyos vértices constituyeron 81 estaciones de muestreo. La densidad promedio durante todo el año, siempre fue mayor en el bosque de pino-aile y menor en la zona de cultivo, el ecotono mostró una densidad intermedia entre los dos hábitats. Durante las estaciones del año, la primavera fue la que reportó mayor densidad tanto en el bosque de pino-aile como en los cultivos, contrariamente con el ecotono en que la densidad máxima se registró en invierno. A mayor altitud la densidad aumenta debido a que el tamaño de la camada es mayor. Asimismo, en zonas más bajas el patrón reproductivo se alarga de primavera a otoño y por consiguiente, las poblaciones tienden a disminuir. Sin embargo, durante el periodo de cortejo los machos son más aparentes por ampliar su actividad en busca de la hembra, aunque las condiciones climáticas y los incendios inciden de manera importante en la actividad de éstos organismos. Las especies de cricétidos omnívoros registraron la mayor distribución y densidad.

## INTRODUCCION.

### I. GENERALIDADES.

Los roedores son los mamíferos más abundantes en los ecosistemas de todo el mundo, incluyen al 40% de todas las especies de mamíferos. Comprende 34 familias vivientes, 418 géneros y alrededor de 1750 especies. Se caracterizan por su rápido crecimiento y desarrollo y un alto poder reproductivo. Son de una gran importancia económica ya, que constituyen alternativas de alimento y vestido, asimismo, numerosas especies son plaga y otras tantas son transmisoras de enfermedades, que afectan la salud del hombre y de otros animales (Sánchez *et al.* 1989). Por otra parte, la presencia o ausencia de ciertas especies pueden considerarse como indicadoras de alteraciones del habitat (Sánchez 1981).

Para México el orden Rodentia comprende tres Subórdenes: Sciuromorpha, Myomorpha e Hystricomorpha. Asi como ocho Familias: Sciuridae, Geomydae, Heteromydae, Muridae, Castoridae, Erethizontidae, Dasyproctidae y la Arvicolidae, considerada por Ramirez-Pulido *et al.* (1983). Cabe mencionar que la Familia Muridae, comprende las tres especies de roedores introducidos *Rattus rattus*, *Rattus norvegicus* y *Mus musculus*, (Hall 1981).

En la Familia Muridae se encuentra comprendida la Subfamilia Cricetinae, formada por los llamados ratas y ratones del nuevo mundo, constituye casi un tercio de las especies vivientes de roedores (Schmidly 1983) ya que ésta incluye a 716 especies distribuidas en 99 géneros en el mundo. En México existen 115 especies agrupadas en 16 géneros (Ramírez-Pulido *et al.* 1982).

Los cricétidos están ampliamente distribuidos en América desde las zonas áridas hasta los bosques templados y selvas tropicales. Tienen tamaños variables y son principalmente de hábitos terrestres. La mayoría corren, saltan o caban y algunos son semiarbóricolas o semiacuáticos, por lo general hacen sus nidos de vegetación seca, en troncos tirados, grietas o túneles en el suelo. Algunos utilizan veredas en sus desplazamientos. Hay especies gregarias y hasta sociales, mientras que otras son solitarias.

En esta Familia se observan fluctuaciones notables en la abundancia de las poblaciones. La mayoría se alimentan de vegetales e invertebrados. Algunas formas incluyen la carroña en sus dietas y muchas otras almacenan alimentos. Generalmente se reproducen todo el año pero con una mayor frecuencia dentro de los meses de abril hasta noviembre. La pubertad aparece unas cuantas semanas después del nacimiento. Son especies poliéstricas y de gestaciones cortas, pudiendo producir varias camadas consecutivas durante una temporada de apareamiento. La extensión del ámbito hogareño es muy variable siendo desde aproximadamente 404.7 m<sup>2</sup> hasta 40470 m<sup>2</sup>, éste puede estar influenciado por las características del habitat, más sin embargo, en estudios de campo no ha sido posible

separar el habitat de otros factores tales como alimento y densidad de población (King 1968).

En ésta Subfamilia se encuentran especies tan pequeñas como *Baiomys musculus*, y los géneros *Reithrodontomys*, *Peromyscus*, *Oryzomys*, *Sigmodon*, *Neotomodon*, *Microtus* y la rata *Neotoma*. Cabe mencionar que tan solo del género *Peromyscus* existen 57 especies, siendo uno de los mamíferos más comunes en muchas áreas, ya que se encuentran en una gran cantidad de habitats. (Ceballos y Galindo 1984). Sin embargo aunque *Peromyscus maniculatus* es la especie con mayor distribución también es altamente oportunista constituyendo su alimentación de lo que se encuentre disponible. Cuando se encuentran dos o más especies de roedores juntas sufren una severa limitación de su distribución local; las restricciones ecológicas pueden ser precedidas, esto dependiendo de el número de especies encontradas en un área (King 1968).

## II. ANTECEDENTES DE ESTUDIO EN POBLACIONES DE CRICETIDOS.

### 1. Modelos de reproducción.

Muchos roedores presentan modelos típicos de reproducción, en los que a menudo una porción considerable de la progenie se reproduce a las pocas semanas de haber nacido. Aunado a lo anterior de acuerdo con Delany (1981) existe una madurez temprana, al celo del posparto y a un periodo de gestación de 20 a 30 días, es por lo que se observa un incremento drástico de sus poblaciones en un periodo muy corto. Asimismo, afirma el mismo autor que el nacimiento de las crías en general coincide con una época del año que ofrece condiciones ambientales favorables. Por consiguiente, el patrón reproductivo que se propone para los roedores que habitan los climas templados, es de primavera a otoño, mientras que en los trópicos con estaciones definidas, es al final del periodo de lluvias. En cambio en las zonas desérticas, según MacMillen (1958) el periodo reproductivo se restringe de manera notable (escasamente dos meses, marzo y mayo), concordando con el periodo de lluvias en estas zonas, que ofrecen condiciones alimenticias favorables para la reproducción. Delany (1981) sin embargo, comenta que esta generalización no es válida para todas las especies.

Dumire (1960) ha expuesto que en las zonas templadas a medida que se asciende en un gradiente altitudinal, la duración del periodo de crianza tiende a disminuir. Esta relación la encontró en el ratón de campo *Peromyscus maniculatus* en California, indicando que por

encima de los 2300 m.s.n.m., la crianza de esta especie se realiza de primavera a otoño; en tanto que por arriba de los 3200 m.s.n.m., se observa de primavera a verano. Según Beer y MacLEOD (1966) confirmaron este patrón al estudiar la misma especie a bajas altitudes en una región templada de los Estados Unidos. Esto se debe a las repuestas intraespecíficas de las especies a las condiciones ambientales, ya que las poblaciones pueden ser estudiadas bajo diversas condiciones en cortas distancias geográficas, dando como resultado variaciones en la riqueza y diversidad de las comunidades (Rickart **et al.** 1991 y Romo 1993). En ocasiones las diferencias en crianza estacional, tamaño de la camada, éxito en la sobrevivencia de las crías y tasas de crecimiento no varían de manera consistente conforme se asciende o desciende en un gradiente altitudinal, pero llega a registrarse que a grandes altitudes la crianza de postparto, es decir el que se presenten varios eventos de crianza como resultado de que las hembras sean poliestras, llega a ser una estrategia para lograr el éxito en la sobrevivencia de las crías (Millar e Innes 1984).

Otro aspecto que se encuentra relacionado con la reproducción es el tamaño de la camada (número de individuos paridos por hembra), que sin duda tiene que ver directamente con el incremento potencial de la población. Lord (1960) al estudiar 10 especies de microtininos encontró que a nivel de género existe una correlación significativa entre la latitud y el tamaño de la camada, observando que a 20° Norte la cifra para *Microtus quasiater* era de poco más de dos individuos, y

a 60° Norte se acercaba a siete en *Microtus pennsylvanicus*. En el caso particular de *Peromyscus maniculatus* de las Montañas de Colorado, el tamaño de la camada aumentaba con la altitud, observándose un promedio de cuatro crías a una altitud entre los 1675 a 1735 m. y de 5.4 entre los 2600 a 3400 m. (Spencer y Steinhoff 1968).

## **2. Factores que regulan las poblaciones.**

La regulación de las poblaciones animales es un hecho que se observa naturalmente en las especies silvestres. Los factores que intervienen en estos cambios suelen agruparse en dos grandes categorías: 1) los que **dependen** de la densidad, que son aquellos cuyo efecto sobre la población varía de acuerdo con ésta, operando a través del crecimiento completo de la población, y no solo en un momento determinado de tiempo. Estos regulan el crecimiento de la población, evitando la sobrepoblación en la mayoría de las especies animales, ejemplos de estos factores son; entre otros, la competencia intraespecífica, agentes patógenos y la emigración; y 2) los que son **independientes** de la densidad, teniendo en cuenta que se trate de un factor limitante o favorable es independiente de la densidad (en términos de la población total), porque su efecto es el mismo independientemente del número de individuos en la población como por ejemplo los factores ambientales: físicos, climáticos y de temperatura, entre otros (Emmel 1975).

En lo que se refiere a factores relacionados con la densidad en las poblaciones de roedores, son diversos los autores que han estudiado este aspecto. Brambell y Rowlands (1936) por ejemplo, relacionaron en sus trabajos la mortalidad de embriones *in utero* como una respuesta intraespecífica a favor de la producción de un menor número de juveniles. Por otro lado Sadleir (1965) menciona casos de regulación intraespecífica en ***Peromyscus maniculatus***, argumentando que esta especie presenta mecanismos de agresividad hacia individuos juveniles en los periodos de crianza, expulsándolos de su área de influencia. Petticrew y Sadleir (1974) así como Galindo y Krebs (1987) confirmaron éste hecho, pero además sostienen que la regulación del número de hembras está en función de la longitud de la época reproductiva, asimismo, indican que las hembras determinan el reclutamiento y cuidado de los juveniles, siendo también los machos un factor importante en la regulación de la población, ya que la migración de éstos durante la estación reproductiva se ve fuertemente incrementada. Por último, Fairbairn (1977) al estudiar la dispersión durante primavera de ***Peromyscus maniculatus***, encontró que la desaparición de hembras en las áreas de influencia se debe principalmente a la mortalidad de parto, que trae como consecuencia una disminución en la época de reproducción.

El fuego es uno de los factores más severos en la eliminación de una gran parte de la población de la zona afectada (Delany 1981). En la estación de secas en zonas templadas son muy comunes los incendios, sobre todo cuando gran parte de la vegetación herbácea (zacatonés)

muere. La recuperación de las poblaciones de roedores post-incendio, la han descrito en detalle Gashwiler (1959) y Neal (1970) quienes examinan el comportamiento de *Peromyscus maniculatus* después de un abrasamiento en un bosque de pino de Douglas en los Estados Unidos; la población decae entre cero y 2.5 ind./acre. Los roedores se refugian en las riberas del fuego, después retornan a sus hogares, incrementándose la densidad de dos a tres veces más que antes del incendio. El resto de las especies son obligadas a abandonar la zona. Los sobrevivientes se enfrentan a una drástica modificación del habitat donde el suministro de alimento y el refugio pueden ser nulos.

En Norte América, en los últimos años se han realizado muchos estudios para tratar de esclarecer las causas de las fluctuaciones poblacionales. Se han propuesto interacciones conductuales e intraespecíficas para regular las poblaciones ya que los individuos de la misma especie pueden competir por un recurso de suministro limitado y, en estas condiciones, la población solo puede acomodarse a una determinada densidad máxima (Emmel 1975).

Desde los años 40's, diversos investigadores han tratado de esclarecer los mecanismos que regulan las poblaciones, utilizando principalmente a los roedores como modelo. Chitty (1954) ha propuesto que el recurso alimentario es un factor que determina esta función. Pitelka (1964) y Schultz (1969) indicaron que la depredación interviene en tal sentido, en tanto que Krebs y Myers (1974) dan una explicación más amplia,

estudiando principalmente al género *Microtus*, concluyeron que las enfermedades son las principales causas de la regulación poblacional. Aunque, según Boonstra (1977) la mayoría de los autores han fracasado en sus hipótesis, sólo Krebs y Myers (1974) han ofrecido una explicación más clara, argumentando que son las interacciones conductuales las que causan las fluctuaciones poblacionales; ya que en sus experimentos se observó que el crecimiento desenfrenado de las poblaciones sugiere un mecanismo obvio de regulación que es la dispersión, y ésta parece selectivamente remover a los individuos que son intolerantes a multitudes y tienen efectos significativos en la población solamente cuando la densidad es creciente. Así que la causa del declive de una población será su composición misma, donde los animales más agresivos pero menos prolíficos, son aparentemente más susceptibles que otros a causas ordinarias de mortalidad.

### **3. Fluctuaciones en las poblaciones.**

Taitt y Krebs (1985) recientemente han efectuado estudios sobre la dinámica poblacional de roedores en Estados Unidos, encontrando que estos presentan tres patrones demográficos que son: a) **Fluctuaciones multianuales**; b) **Fluctuaciones anuales** y c) **ambos en secuencia**. Sin embargo, la presencia de estos patrones demográficos todavía no es conocida ampliamente en todos los ratones del género *Peromyscus* y del género *Microtus* (Sánchez et al. 1989).

Las fluctuaciones multianuales de las poblaciones de pequeños mamíferos fueron consideradas por primera vez por Elton (1924) quien propone ciclos que representan generalmente picos en intervalos de tres a cuatro años, aunque también propuso que pueden observarse de dos a cinco años. La magnitud de los cambios entre máximos y mínimos y su regularidad en producirse, fué la causa que estimuló a diversos ecólogos a investigar al respecto.

Sin embargo, las oscilaciones de la densidad a largo plazo no se relacionan evidentemente con los cambios estacionales o anuales, y podrán comprender ciclos notablemente regulares de abundancia, con muchos años entre picos máximos y mínimos (Emmel 1975). Myers y Krebs (1974) afirmaron que las poblaciones de pequeños roedores silvestres, fluctúan en un ciclo de tres a cuatro años y que un cambio periódico en la constitución genética de la población se asocia con esas fluctuaciones. Lo anterior lo demostraron estudiando a ***Microtus pensylvanicus*** en el centro y en el este de los Estados Unidos, indicando que dicho acto comienza a finales de primavera o principios de verano con un periodo de población mínima. Posteriormente hay un incremento de la densidad extremadamente rápida en la siguiente primavera, para continuar así hasta el invierno de ese mismo periodo. La máxima densidad reportada fué de 100 animales por acre. Durante la primavera del siguiente periodo se encontró una baja repentina y la población fue disminuyendo notablemente, sobre todo en el número de machos más que en el de hembras. Durante el verano de ese mismo periodo la población comenzó a recobrase y para el otoño ya había alcanzado niveles altos.

A raíz de las anteriores investigaciones se dió mayor énfasis a los factores intrínsecos, es decir, a los efectos de los individuos entre sí, que a los factores extrínsecos como por ejemplo, el alimento y los depredadores. Chitty (1967) esbozó en un trabajo anterior la misma idea, en la cual concebía la hipótesis de que los cambios en la composición genética y el comportamiento a lo largo del ciclo, ejercen una influencia importante sobre los cambios que ocurren dentro del ciclo.

Las **fluctuaciones anuales** en las poblaciones animales, suelen verse en los cambios estacionales o anuales de densidad. Estos cambios se relacionan a menudo con variaciones estacionales o anuales, tales como la temperatura y la precipitación pluvial (Emmel 1975). Asimismo, éste autor argumentó que en las regiones templadas las poblaciones responden ante todas las variaciones estacionales en materia de temperatura, por lo tanto, en los ambientes tropicales como en los templados, el crecimiento de la población esta adaptado a periodos favorables en el ciclo anual. Así que durante los periodos ambientales desfavorables en el curso de un ciclo anual, la densidad de la población podrá bajar considerablemente, al perecer una porción de la población por diversos factores limitantes, como la escasez de alimento, depredación y condiciones climáticas entre otros (Zipko 1979).

Delany (1981) propuso un ciclo típico para el género *Microtus*, que indica que éste presenta un incremento rápido en cuanto a su densidad durante otoño del primer

año, alcanzándose un pico a mitad de invierno, luego una pequeña disminución en primavera y una recuperación en verano del segundo año.

Krebs (1966) en un estudio que realizó con *Microtus mexicanus* infiere que los cambios de las poblaciones en ésta especie varían extremadamente de una estación a otra, por lo que algunas poblaciones se incrementan sistemáticamente en la estación reproductiva, mientras que otras solo se incrementan irregularmente. Otro punto de vista es el de Van Wijngaarden *et al.* (1965) quien realizó un experimento con ratones encerrados en cuadrantes de aproximadamente 20 por 20 pies, encontrando que el estrés asociado con una alta densidad, no puede ser la causa suficiente de la declinación abrupta en las poblaciones de roedores. Estos experimentos revelaron que los mecanismos de regulación en roedores de campo no pueden ser tan fácilmente detectables a través de simples trampeos.

Mills *et al.* (1991) al relacionar la densidad de roedores en campos de cultivo en Argentina, encontró que los picos de densidad relativa en estos habitats fueron en verano y principios de otoño para algunas especies del género *Peromyscus*. Estas entraron en decline en invierno coincidiendo con la cosecha, en contraste con otras especies como *Liomys irroratus* y *Orizomys flavescens*, en que la fluctuación máxima fué a finales de otoño con un decline en la primavera. Los autores concluyeron que las diferencias en cuanto a las fluctuaciones anuales de densidad en una comunidad de roedores no se muestran igual para todas las especies, teniendo que ver esto

directamente con la distribución temporal del recurso y la competencia interespecífica.

En las **fluctuaciones en secuencia**, Myers y Krebs (1974) afirmaron que las poblaciones de roedores silvestres están fluctuando de año en año ya que una población que puede ser muy estable en una estación, puede declinar abruptamente en otra, llegando a perecer parcialmente o desaparecer totalmente. Asimismo, las reducciones abruptas en las poblaciones de pequeños roedores pueden ser causadas por diversas epidemias.

Sánchez *et al.* (1989) en un estudio, realizado en la Sierra del Ajusco en el Eje Neovolcánico, sobre la fluctuación poblacional de ***Neotomodon alstoni alstoni***, encontraron cuatro fases en la densidad de esta especie durante el periodo de estudio. La primera fase fué una densidad moderada a finales de verano de 1979, la segunda consistió en una densidad mínima durante el verano de 1980, incrementandose constantemente a partir de otoño de 1980, la tercera comprendió un pico poblacional para otoño de 1982 y en la cuarta fase de densidad se observó una disminución considerable desde invierno de 1982 al verano de 1983, observando nuevamente una densidad moderada después de ese periodo.

Boonstra y Rodd (1983) investigaron la densidad de ***Microtus pensylvanicus***, demostrando que en los polígamos de ésta especie la densidad está determinada por la crianza de las hembras que compiten por el espacio para criar a los juveniles. Los machos compiten directamente por el acceso a ellas y no por el ámbito hogareño,

directamente con la distribución temporal del recurso y la competencia interespecifica.

En las **fluctuaciones en secuencia**, Myers y Krebs (1974) afirmaron que las poblaciones de roedores silvestres están fluctuando de año en año ya que una población que puede ser muy estable en una estación, puede declinar abruptamente en otra, llegando a perecer parcialmente o desaparecer totalmente. Asimismo, las reducciones abruptas en las poblaciones de pequeños roedores pueden ser causadas por diversas epidemias.

Sánchez **et al.** (1989) en un estudio, realizado en la Sierra del Ajusco en el Eje Neovolcánico, sobre la fluctuación poblacional de **Neotomodon alstoni alstoni**, encontraron cuatro fases en la densidad de esta especie durante el periodo de estudio. La primera fase fué una densidad moderada a finales de verano de 1979, la segunda consistió en una densidad mínima durante el verano de 1980, incrementandose constantemente a partir de otoño de 1980, la tercera comprendió un pico poblacional para otoño de 1982 y en la cuarta fase de densidad se observó una disminución considerable desde invierno de 1982 al verano de 1983, observando nuevamente una densidad moderada después de ese periodo.

Boonstra y Rodd (1983) investigaron la densidad de **Microtus pensylvanicus**, demostrando que en los polígamos de ésta especie la densidad está determinada por la crianza de las hembras que compiten por el espacio para criar a los juveniles. Los machos compiten directamente por el acceso a ellas y no por el ámbito hogareño,

formando una jerarquía dominante para ganar a las hembras, trayendo como consecuencia un aumento en la densidad en la época de apareamiento. Estos mismos autores concluyen que las hembras microtininas receptivas, regulan la densidad en un punto de la población, restringiendo el reclutamiento de otras hembras receptivas, independientemente de la presencia del macho. Otros autores como Heske *et al.* (1984) proponen que entre *Microtus californicus* y *Reithrodontomys megalotis*, existen interacciones competitivas en cuanto a la densidad reproductiva, encontrando que la densidad de *M. californicus* se encuentra correlacionada negativamente con la actividad reproductiva de *R. megalotis*. Aunque esto no fue del todo comprobado según los autores, ya que durante el periodo de crianza de *R. megalotis*, sólo una hembra preñada fue capturada en un cuadrante donde *M. californicus* fue excluido. Posteriormente Heske y Repp (1986) proponen que el mecanismo de regulación entre dichas especies está en el "olor" que expide *M. californicus*, obligando a *R. megalotis* a excluirse del área. La época reproductiva de otra especie similar *Microtus mexicanus*, ha sido estudiada en Arizona por Hilton (1992) señalando que la época de crianza es principalmente en verano con una disminución en invierno. Esto fue corroborado por el hecho de que en la última estación los machos no presentaron testículos escrotados, tampoco se colectaron hembras preñadas en esta época.

Delany (1981) menciona algunos patrones proporcionando datos sobre el número de individuos en las poblaciones de pequeños mamíferos por unidad de superficie, y dice que éstos varían de cero individuos

cuando es el final de la estación adversa, hasta un máximo de 150 individuos por hectárea en los picos más altos de la población. Asimismo, menciona que en el caso de las zonas templadas el máximo para las especies parece estar cerca de los 40 individuos por hectárea.

#### **4. Factores que influyen en la actividad.**

El esclarecimiento de los patrones de movimiento de pequeños mamíferos en condiciones naturales es esencial para el conocimiento de su ecología, ya que factores bióticos y abióticos influyen en su actividad (Blaustein 1981).

En numerosos trabajos se han discutido los factores, tanto climáticos como de otra índole, que influyen en la actividad de los pequeños mamíferos. Borowski y Dehnel (1952) encuentran que las noches lluviosas influyen en una mayor actividad de los roedores, causando con esto un marcado incremento en el número de capturas, con una tendencia a sobreestimar los resultados. Sidorowicz (1960) examinó la influencia de la lluvia y las bajas temperaturas en los organismos capturados, sometiendo los resultados a análisis estadísticos. El autor encontró que el factor lluvia está directamente relacionado con el factor captura. Las pruebas estadísticas también demostraron que las bajas temperaturas no tienen un efecto directo en la disminución de la actividad de los organismos. Por el contrario Marten (1973) observó una correlación negativa

entre la actividad de *Peromyscus truei* y las noches de lluvia con bajas temperaturas.

Factores que sin duda inducen a una gran exposición al trampeo de machos de *P. maniculatus* son los grandes recorridos que realizan éstos en la época de apareamiento, que de alguna forma los expone con una mayor facilidad a las capturas (Terman y Sassaman 1967 y Marten 1973). Lo anterior está relacionado directamente con la emigración y la inmigración de los organismos hacia un área determinada. La emigración es un componente de la estimación de la mortalidad que se ve aumentada con el trampéo en vivo. Cuando un ratón desaparece del cuadrante muestreado, es porque ha muerto o ha migrado, sin embargo, es imposible conocer cuál es la causa en ambas situaciones (Fairbairn 1977). La actividad temporal de algunas especies durante la noche refleja también otra tendencia a desvirtuar los resultados, ya que algunas especies como *Peromyscus californicus* tienen una actividad más acentuada al amanecer, en cambio la de *Peromyscus maniculatus* se acentúa en las primeras horas de la noche. Lo anterior fue revelado al monitoriar electrónicamente a dichas especies (Marten 1973).

Otros factores no menos importantes, que desvirtúan los resultados durante los muestreos en vivo con trampas Sherman se han discutido recientemente. Autores como Bergstrom (1986) consideró estos métodos como nulos para muestrear una población aleatoriamente, argumentando que éstos falsean frecuentemente los resultados. En primer término porque el mecanismo de la propia trampa impide muchas veces la captura; en segundo término, cuando una

pareja de roedores oscila junto a una trampa, sólomente se puede capturar un solo individuo. Lo mismo ocurre para los juveniles, que suelen realizar sus recorridos con sus padres. Este autor concluyó, que los métodos de captura múltiple en vivo para roedores, deben ser utilizados preferentemente por muy largos periodos para tratar de corregir estos sesgos.

El presente trabajo se llevo a cabo en el Volcán Malinche, asentado en la Cordillera Neovolcánica, en el Estado de Tlaxcala. Es importante señalar que los bosques templados que forman parte de la citada Cordillera ofrecen, por su situación geográfica, los mayores niveles de endemismos de mamíferos en el país (Ceballos y Navarro 1991) la cual está fuertemente amenazada por la explotación irracional de los recursos naturales y la destrucción del habitat.

La transformación de éstas áreas en agroecosistemas ha modificado sin duda el paisaje y por ende los refugios, densidad, distribución, movimientos y hábitos alimentarios de las especies nativas de roedores cuya presencia o ausencia suelen ser indicadoras de alteraciones de uso del suelo (John y Morales 1991) obligando a aquellas a adaptarse a las nuevas condiciones, a desaparecer o a desplazarse cada vez más hacia las áreas boscosas restantes, condición que se interpreta como una restricción de sus habitats. Aunado a esto, las zonas transformadas en agroecosistemas ofrecen una mayor exposición a la depredación de los roedores por parte de sus enemigos naturales (Marti 1986). Los roedores que permanecen en estas zonas, se ven obligados a cambiar sus patrones reproductivos adaptándolos a la

época donde el recurso alimenticio se encuentra disponible que generalmente coincide con la época de cosecha de temporal (Kotler et al. 1988). Las zonas de transición (ecotonos) suelen ser zonas de confluencia con las especies de roedores que habitan los bosques y las zonas transformadas.

En México son limitadas las investigaciones acerca de las especies de mamíferos que habitan las regiones templadas, existiendo en este sentido una mayor fuente de información sobre distribución y sistemática. Contrariamente, son escasos los aportes donde se tratan temas de la historia natural de estos organismos.

### III. HIPOTESIS.

-- Debido a que el patrón reproductivo se observa de primavera a otoño en bosques templados se debe observar mayor densidad durante este periodo.

-- Por arriba de los 3200 m.s.n.m., el periodo de reproducción se restringe a primavera y verano.

-- A mayor altitud el número de crías por parto aumenta, por consiguiente la densidad debe ser mayor.

-- Durante la etapa de cortejo la migración de los machos se ve fuertemente incrementada, por lo tanto la densidad de éstos será mayor durante ésta época.

-- La predominancia de ciertas especies está fuertemente relacionada con la especialización de su dieta, las poblaciones de *Peromyscus maniculatus* por ser altamente omnívoras deben ser mayores.

#### **IV. OBJETIVOS**

##### **General**

Analizar la densidad de población de roedores cricétidos, en el Volcán Malinche, Tlaxcala.

##### **Particulares**

- 1.- Conocer la densidad poblacional de roedores cricétidos, en tres habitats a lo largo de un gradiente altitudinal; cultivos (2575 m.), ecotono (2760 m.) y bosque de pino-aile (3145 m.).
- 2.- Determinar la variación estacional de las poblaciones de roedores en los habitats.
- 3.- Conocer la proporción de sexos en las poblaciones de roedores durante las cuatro estaciones del año.
- 4.- Determinar la especie más abundantemente representada dentro de las poblaciones de cricétidos.

## AREA DE ESTUDIO

### I. Ubicación y acceso.

El área de estudio se encuentra ubicada en la parte del Volcán Malinche, perteneciente al Estado de Tlaxcala (Figura 1).

El Volcán Malinche, es sin duda el rasgo geográfico más prominente de la entidad; fué decretado como Parque Nacional por el Presidente Lázaro Cárdenas el 21 de septiembre de 1938 (Diario Oficial de la Federación 1938). Esta reserva se encuentra en la Cuenca del Río Balsas, en el Valle de Atoyac en su parte más norteña (Fernández 1987). El Parque Nacional tiene en su totalidad un área de 45,711 hectáreas, de las cuáles 33,679 corresponden al Estado de Tlaxcala y 12,679 al Estado de Puebla (Melo 1977). Por su superficie, que es poco más de 30 km<sup>2</sup> de diámetro ocupa el cuarto lugar en el país en cuanto a su extensión territorial se refiere (Vargas 1984).

La zona de estudio se encuentra localizada aproximadamente entre las coordenadas 19° 15' a 19° 19' latitud norte y 97° 59' a 98° 02' longitud oeste del Meridiano de Greenwich (Figura 2).

Se puede llegar al lugar de estudio por la Carretera Federal número 136 San Martín Texmelucan-Apizaco-Huamantla, Estado de Tlaxcala; se toma hacia el poblado de Teacálco donde se encuentra un ascenso al

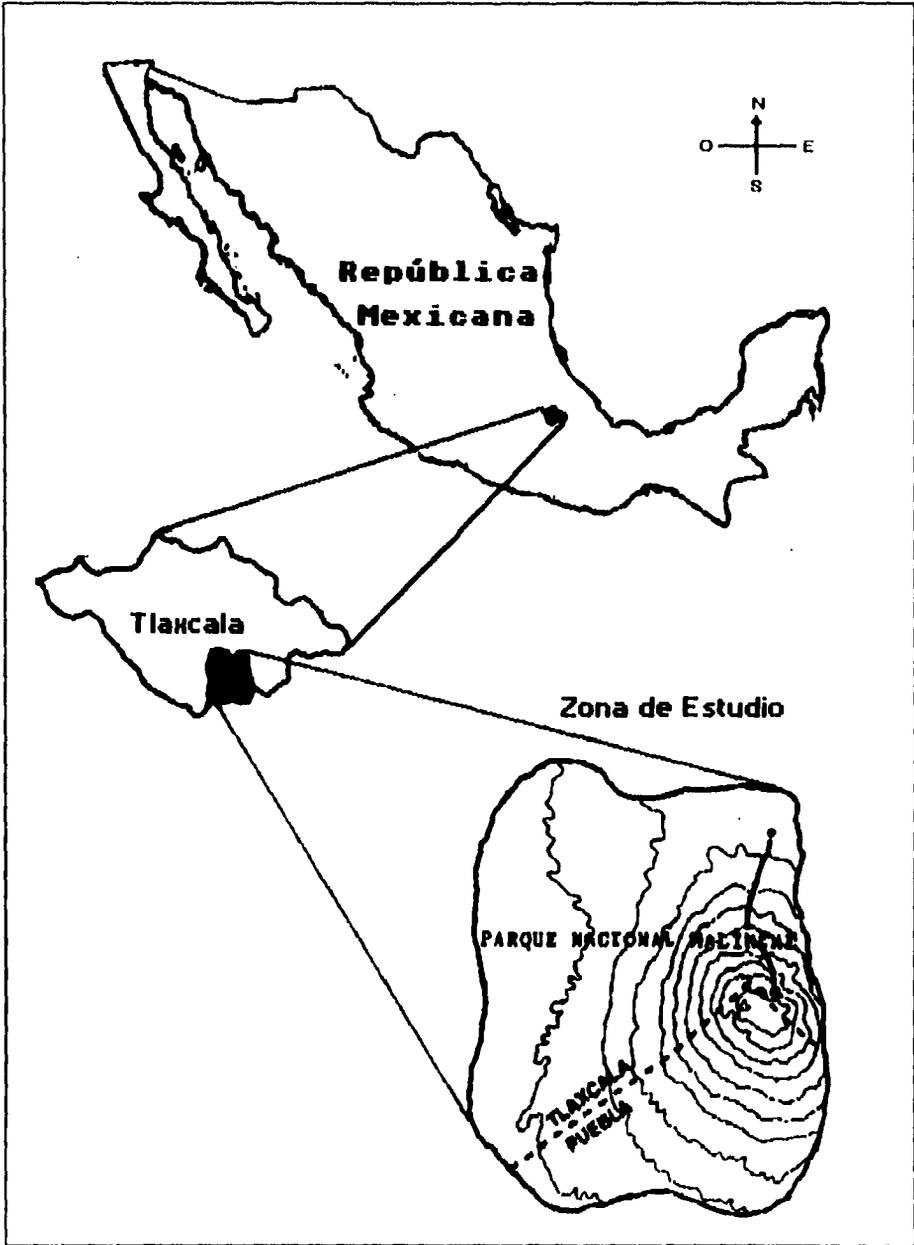


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

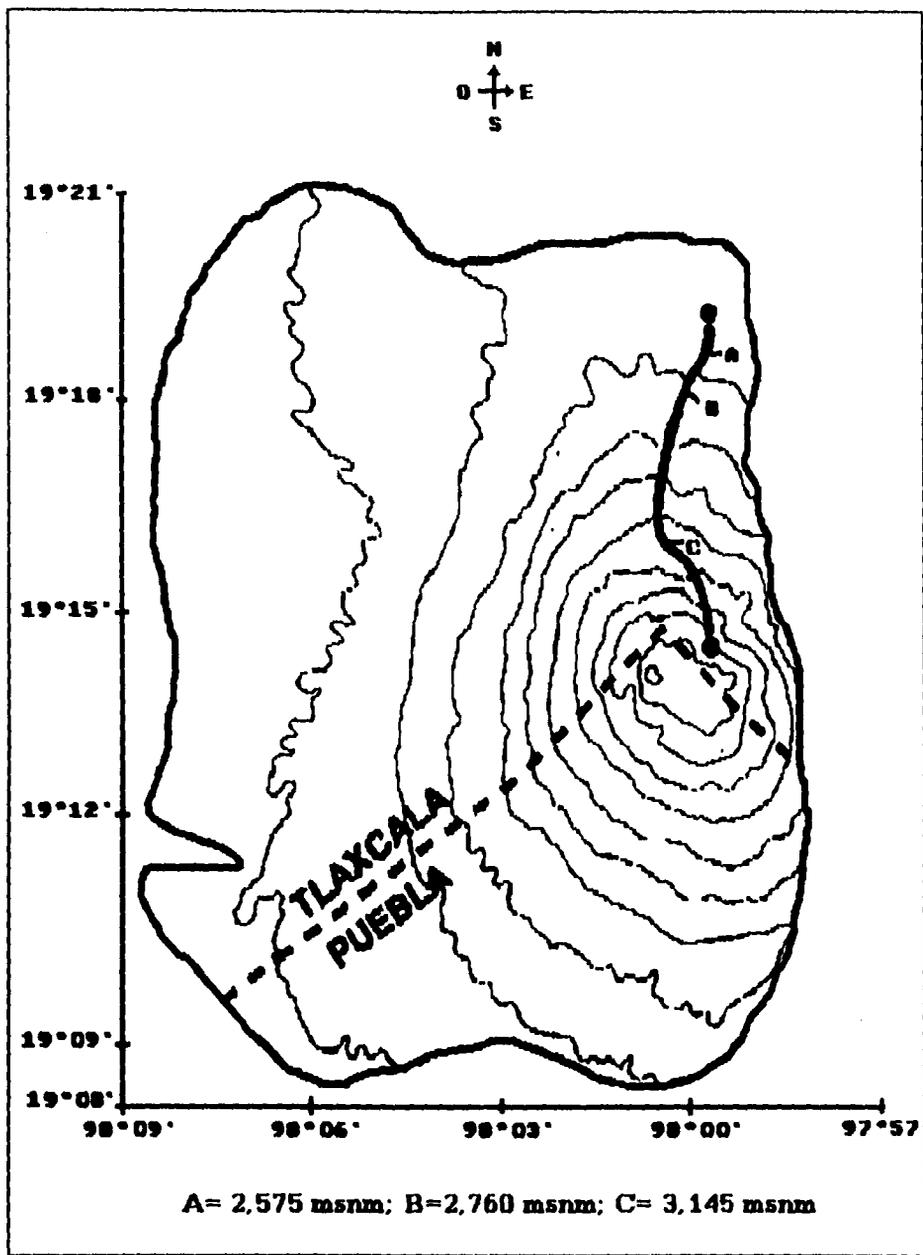


Figura 2. Zona y sitios de estudio dentro del Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala, México.

Parque Nacional en su lado norte. Dentro de esta reserva y a los 2950 m.s.n.m., se encuentra un centro vacacional alpino, perteneciente al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

Los poblados que circundan la zona de estudio son: al este el poblado de Altamira de Guadalupe, al oeste la Población de Tepatláxco y al norte el poblado de Teacalco; la primera población pertenece al Municipio de Huamantla de Juárez y las dos últimas pertenecen al Municipio de Santa Ana Chiautémpan.

Las faldas del volcán están caracterizadas por presentar asentamientos humanos cada vez mayores que en los últimos cinco años se han incrementado alarmantemente, así como zonas de vegetación secundaria y de cultivo de temporal que son producto de la transformación de la vegetación natural en la búsqueda de una fuente de empleo, encontrándose en un rango que va desde los 2500 a los 2700 m.s.n.m., lugar donde se encuentran zonas con suelos fértiles de mediana profundidad (Rzedowki 1983).

En el reciente foro del Plan Nacional de Desarrollo y Política Ambiental, Adamme (1995) proporciona datos relevantes a este respecto concluyendo que el Parque Nacional Malinche cuenta actualmente con solo 18 mil hectáreas de bosque.

Terminando la zona de cultivo comienza una de transición (ecotono), a los 2760 m.s.n.m., donde se encuentran mezclados los cultivos con un bosque de pino, las especies predominantes en este ambiente son: **Pinus**

*hartwegii* y *Pinus montezumae*. Este tipo de habitat se ve modificado a los 2970 m.s.n.m., con la aparición de otras dos especies de hojosas, *Alnus firmifolia* y *Alnus jorullensis*, para formar un bosque de pino-aile en cuyo piso son abundantes las gramíneas amacolladas que constituyen los principales refugios de pequeños mamíferos. Cabe mencionar que en esta zona son muy frecuentes los incendios provocados por el hombre con la finalidad de inducir el renuevo que sirve de alimento al "ganado".

## **2. Antecedentes del área de estudio**

En el Estado de Tlaxcala existen en la actualidad alrededor de 30 trabajos, que refieren aspectos florísticos y faunísticos de la región, involucrando de alguna manera al Parque Nacional Malinche. Sólo existe una trabajo sobre anfibios y reptiles (Sánchez de Tagle 1978); 6 de aves (Reyes 1993, Reyes y Gómez 1993, Gómez *et al.* 1994, Reyes *et al.* 1994, García 1994, García *et al.* 1994); 10 sobre Mamíferos (Schmidly y Jones 1984, Williams y Ramírez 1984, Ramírez y Mudespacher 1987, Rennet y Kilpatrick 1987, Schmidly *et al.* 1988, León y Romo 1991, Tumilson 1991, Gómez *et al.* 1991, Castro *et al.* 1993 y Salinas *et al.* 1994) y 12 donde se abordan aspectos generales de la flora y de la fauna (Muñoz 1947, Sosa 1956, Melo 1977, Meade 1982, Fernández 1987, Chávez *et al.* 1990, Gutiérrez 1991, González 1991, Buendía 1992, Domínguez *et al.* 1993, Gómez *et al.* 1993 y Gutiérrez *et al.* 1993).

### **3. Fisiografía**

El Volcán Malinche cuenta con una altitud de 4461 m., y se le considera la quinta montaña más alta en México. Por su edad es una de las más viejas de la Cordillera Neovolcánica, debido a que su formación data de las postrimerias del Mioceno (Fernández 1987). Meade (1986), considera que es la montaña aislada más importante del país.

Desde el punto de vista geomorfológico, se trata de un cono volcánico perfectamente aislado, circunstancia que raramente ocurre en los grandes aparatos plutónicos. En cuanto a los accidentes geográficos esta montaña ofrece un perfil uniforme y majestuoso con una diadema de rocas, sus picachos secundarios son la Tetilla y el Xaltonate (Sánchez de Tagle 1978).

La precipitación pluvial en esta área es de 800 a 1200 mm., de lluvia anual; las condiciones del suelo, subsuelo y las fuertes pendientes, hacen que el drenaje sea rápido, registrándose sólo una corriente permanente que se origina en el lado este y se conoce como Río Barranca de la Malinche, las demás corrientes son temporales; seis de ellas se ubican en nuestra zona de estudio y pertenecen a los Municipios de Santa Ana Chiautempan y de Huamantla de Juárez.

#### **4. Clima**

En el área del Volcán Malinche por debajo de la cota altitudinal de los 2800 m., presenta los siguientes climas según la clasificación de Koppen, modificada por García (1964): C (W<sub>2</sub>) (W) (h') ig, de donde C, es un clima templado húmedo. (W<sub>2</sub>), el más húmedo de los templados subhúmedos con lluvias en Verano. (W), con lluvia invernal menos del 5% de la anual. (h'), muy cálido, con temperatura media anual mayor que 22°C. i, con oscilación isothermal menor a 5°C. g, con el mes más caliente del año antes del mes de junio. Por arriba de la cota altitudinal de más de los 2800 m., según los mismos autores se encuentra el siguiente clima, E, T, H, W, . E, el mes más caliente es menor a 6.5 °C. T, la temperatura media anual es entre -2 °C y 5 °C, la del mes más caliente entre 0 °C y 6.5 °C. H, son grandes altitudes. W, con lluvias en verano.

#### **5. Geología y edafología**

Según Weyl (1974) en el Volcán Malinche se reconoce la presencia de rocas del cuaternario, las cuales presentan contenidos minerales y una composición química de la siguiente manera: Desitas, leuco-cuarzo-latiansitas, leuco-andesitas, minerales típicos con hornoblenda y biotita, así como depósitos lacustres, rocas volcánicas, aluviones y depósitos volcánicos (CETENAL 1981). En esta misma zona también se encuentran rocas con predominio de

tobas y cenizas volcánicas del cuaternario pertenecientes al grupo Chichináutzin, así como aluvión y domos volcánicos (Erffa 1976).

Los principales tipos de suelo que predominan en este volcán de conformidad con el sistema de clasificación de la F.A.O. (Warner 1976) son los siguientes: **litosoles**, que se encuentran propagados en la cima del Volcán y en las paredes de las barrancas; **regosoles** que se distribuyen en los flancos del volcán, entre los 2500 a los 2600 m.s.n.m., **ranker** que son **lahar** endurecido y **légamo** gravoso arenoso, localizados en el flanco noreste y occidental del volcán; **cambiosoles-andosoles**, se distribuyen entre los 3500 hasta los 3800 m.s.n.m., y **andosoles** que se encuentran desde los 2800 hasta los 3500 m.s.n.m., **regosoles-andosoles**, se localizan en una altitud de 2500 a los 2700 m., en lo que corresponde al flanco norte y oeste del volcán; **fluviosoles** de la clase de textura 3, con distribución principalmente al pie del Volcán; **fluviosoles** de la clase de textura 4, también se encuentran al pie del Volcán y son suelos desfavorables para la agricultura; **fluviosoles** de la clase de textura 5, están hacia el lado norte del Volcán y son suelos que se consideran útiles para la agricultura.

## **6. Vegetación**

En el bosque de pino-aile según Fernández (1987) se pueden distinguir con facilidad cuatro estratos que conforman las comunidades vegetales: el estrato razante

que esta compuesto de hierbas que van de cero a 20 centímetros de alto y en las que se encuentran principalmente especies como *Acaena elongata*, *Alchemilla procumbens*, *Geranium potentilliefolium* y *Oxalis alpina*. En el estrato herbáceo de hasta un metro de altura se pueden distinguir numerosas gramíneas amacolladas entre las cuales destacan especies como *Epicampes macroura*, *Muhlenbergia macroura*, *Festuca toluensis*, *Stipa ichu*, así como numerosas herbáceas, entre las más comunes se encuentran especies como: *Penstemon gentianoides*, *Halenia candida* y *Lupinus montanus*. Los arbustos más predominantes en esta zona que van de uno a tres metros son especies como *Senecio salignis*, *S. platanifolius*, *S. cinerarioides*, *Buddleia microphyla*, *Oxilobus arbutifolius*, *Salix paradoxa* y *Eryngium monocephalum*. El estrato arbóreo de más de tres metros de altura, está compuesto por dos especies de hojosas: *Alnus firmifolia* y *A. jorullensis*, dos especies de aciculadas: *Pinus hartwegii* y *P. montezumae* y en forma aislada *Abies religiosa*.

En el ecotono siendo una zona de transición entre dos comunidades, se observa claramente la mezcla de los cultivos y el bosque de pino, además de numerosas especies de arbustos que conforman la vegetación secundaria, en donde destacan los géneros; *Senecio*, *Buddleia*, *Juniperus*, *Eupatorium*, *Baccharis*, *Archibaccharis*, *Salvia*, *Stevia*, *Ribes*, *Salix* y *Agave* (Fernandez 1987). Los cultivos de temporal predominantes en este punto son básicamente gramíneas como maíz y trigo que muchas veces se siembran en bicultivos, también se plantan alternadamente leguminosas como haba y chicharo, siendo los más importantes: maíz (51.5%), cebada en grano

(16.1%), papa (4.8%), trigo (4.5%), haba (3%) y frijol (2.4%)., siendo estos cultivos anuales, bianuales o de ciclo corto y son los que ocupan más del 98% del total de la superficie cosechada y el resto es ocupada por plantaciones frutales tales como capulín (*Prunus capuli*), tejocote (*Crataegus pubescens*) y pera (*Pera barbellata*). Cabe mencionar que aún cuando se manejan algunos cultivos intercalados el que más predomina es el binomio maíz-frijol. En las faldas del volcán es extenso el cultivo del maguey (*Agave atrovirens*), especie que es muy explotada en este Estado en la producción de aguamiel, los magueyes son plantados en surcos alineados y tratando de conservar una distancia constante para formar así un acunamiento, que funciona como una barrera y cortina rompivientos que impide la erosión del suelo, además de servir como refugio a numerosas especies silvestres (Gobierno del Estado de Tlaxcala 1986).

## MATERIALES Y METODOS

El área de estudio consideró a tres hábitats característicos, siguiendo un gradiente altitudinal entre los 2590 y 3145 m., entre las coordenadas 19° 15' y 19° 19', latitud norte y 97° 59' a 98° 02', longitud oeste del meridiano de Greenwich en el lado norte del Volcán Malinche, Estado de Tlaxcala.

Este estudio se inició en marzo de 1994 y se concluyó en enero de 1995. El trabajo abarcó un total de nueve salidas a campo al inicio y al término de cada estación del año con una duración de cuatro días cada una. Se fijaron tres cuadrantes de 6400 m<sup>2</sup>, uno por cada zona de estudio; cultivos, ecotono y bosque de pino-áile respectivamente. Los tres hábitats antes mencionados fueron seleccionados en virtud de tener una marcada diferencia en cuanto a sus comunidades vegetales se refiere.

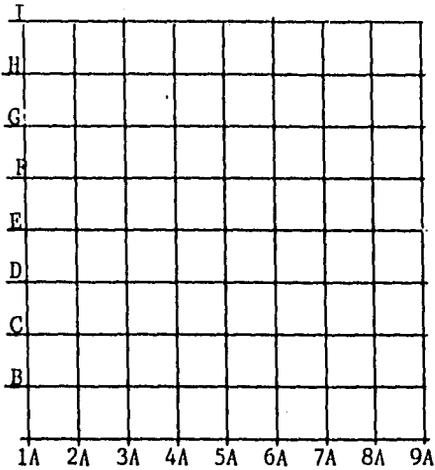
Para este trabajo se siguió el método de captura-recaptura propuesto por Lincoln (1930). Aunque los métodos de captura-recaptura, han sido censurados por algunos autores (e.j. Sarrazin y Bider 1973) como inexactos para evaluar la densidad poblacional, autores como Jolly (1965) en su afán de adecuarlos más a la realidad, han intentado modificarlos e incluir la tasa de dilución, la tasa de mortalidad y la varianza de ambas estimaciones. Por otro lado Eberhardt (1969) infiere que los métodos de captura-recaptura arrojan resultados mucho

menores que los niveles reales, sin embargo Seber (1973) insiste en que este método es considerado uno de los más útiles sobre todo cuando no se cuenta con recursos de material y tiempo. Por otro lado Delany (1981) comenta que el método más sencillo sin duda es el de Lincoln (1930) aunque éste proporciona una estimación menos exacta, siendo de útil aplicación cuando la situación experimental del investigador no imponga una precisión estricta.

Para las capturas de los roedores se emplearon trampas tipo Sherman, las cuales se ubicaron en cada uno de los cuadrantes, éstos fueron reticulados estableciendo cuadros de 10 m. por lado, cuyos vértices constituían las estaciones de muestreo, haciendo un total de 81 estaciones por transecto. Cada estación de muestreo fue precebada utilizando como cebo una mezcla de avena, crema de cacahuate, extracto de vainilla y plátano. En cada estación se colocó una trampa Sherman previamente cebada durante dos noches continuas a partir de las 18:00 hrs., con una revisión al día siguiente a las 7:00 hrs. (Figura 3).

Los roedores capturados la primera noche, fueron marcados utilizando una banda plástica de color que se les colocó en una de las extremidades posteriores, así como esmalte, con el que se les tiñó las uñas de la extremidad posterior izquierda. En cada muestreo se obtenían los siguientes datos: Número total de ejemplares capturados y marcados la primera noche, nombre de la especie colectada, medidas somáticas, condiciones reproductivas (en machos si los testículos eran escrotados o inguinales y en hembras si la vagina se

CAUDRANTE



C L A V E S

- \* Trampa con organismo
- Abierta con cebo o sin disparar
- ⊗ Abierta sin cebo ( con actividad de organismo incluso excretas)
- △ Cerrada y sin organismo o disparada sin organismo ( con el cebo)

Figura 3. Cuadrante para estimaciones de muestreo.

encontraba turgida o cornificada y si estaban preñadas o lactando), así como las categorías de edad (adulto o juvenil); para determinar este último parámetro se utilizó, de acuerdo con Martín y Alvarez (1982) el desgaste del pelaje y el desgaste de la dentición (Figura 4).

Todos los ejemplares capturados la primera noche ( $X_1$ ) eran marcados y liberados en la misma estación de muestreo. De los ejemplares capturados la segunda noche ( $X_2$ ), se verificaron las recapturas ( $Y$ ), por medio de la existencia de alguna de las marcas colocadas con anterioridad.

La densidad de la población por muestreo, se calculó siguiendo el índice de Lincoln aplicando la siguiente fórmula:

$$N = X_1 X_2 / Y \text{ (Lincoln 1930)}.$$

De donde  $N$  es la población total existente en el área.  $X_1$  es el número de animales capturados, marcados y liberados en el primer muestreo.  $X_2$  es el número total de capturados en el segundo muestreo.  $Y$  es el número de individuos de  $X_1$  que ya habían sido marcados en el primer muestreo.



El Error Estándar fué calculado mediante la fórmula:

$$S = \frac{\sqrt{(X_1)^2 X_2 (X_2 - Y)}}{Y^3} \quad \text{Bailey (1951).}$$

de donde **S** es el error estándar; **X<sub>1</sub>** es el número de animales capturados, marcados y liberados en el primer muestreo; **X<sub>2</sub>** es el número total de capturados en el segundo muestreo; e **Y** es el número de individuos de **X<sub>1</sub>** que ya habían sido marcados en el primer muestreo.

Finalmente en cada muestreo se hizo un análisis de la proporción de sexos y condiciones reproductivas, (juveniles o adultos), así como de las diferentes especies colectadas en cada transecto muestreado.

## RESULTADOS.

Conforme al análisis de datos obtenidos se obtuvo que la densidad promedio en cada habitat muestreado, fué mayor en el bosque de pino-aile (35.25 ind/ha), en cambio en las zonas de cultivos la densidad fué menor (3.25 ind/ha). El ecotono mostró una densidad intermedia de 17.25 ind/ha (Tabla 1 y Figura 5).

La densidad en zonas de cultivo fué mayor en primavera (7 ind/ha), y constante en verano, otoño e invierno con 2 ind/ha respectivamente. Para el ecotono la densidad de roedores en la estación de primavera fué de 19 ind/ha, para declinar en verano a 2 ind/ha, y después incrementarse en otoño a 13 ind/ha, alcanzando un pico máximo en invierno de 34 ind/ha. En el bosque de pino-aile se observó la mayor densidad en primavera, verano y otoño en comparación con los otros habitats resultando para primavera 55 ind/ha, para verano 36 ind/ha, para otoño 22 ind/ha. En invierno se observó un ligero aumento (28 ind/ha), con respecto a otoño (Figura 6).

En cuanto a la proporción de sexos para la zona de cultivos solamente se obtuvo una densidad constante de machos en otoño e invierno (2 ind/ha), mientras que para las hembras la densidad fué de 3 ind/ha para primavera y 2 ind/ha para verano, sin obtener ningun valor para las estaciones restantes.

Tabla 1. Densidad (ind/ha) por estación y promedio de cricétidos.

---

<u>Habitat</u>	<u>Primavera</u>	<u>Verano</u>	<u>Otoño</u>	<u>Invierno</u>	<u>Promedio</u>
<b>Cultivo</b>	7 + 0	2 + 0	2 + 0	2 + 0	<b>3.25</b>
<b>Ecotono</b>	19 + 4.24	2 + 0	13 + 2.37	34 + 4.91	<b>17</b>
<b>Bosque de Pino-Alle</b>	55 + 7.93	36 + 6.49	22 + 9.16	28 + 12	<b>35.25</b>

---

Nota: Las densidades por estación se muestran con su respectivo Error Estandar.

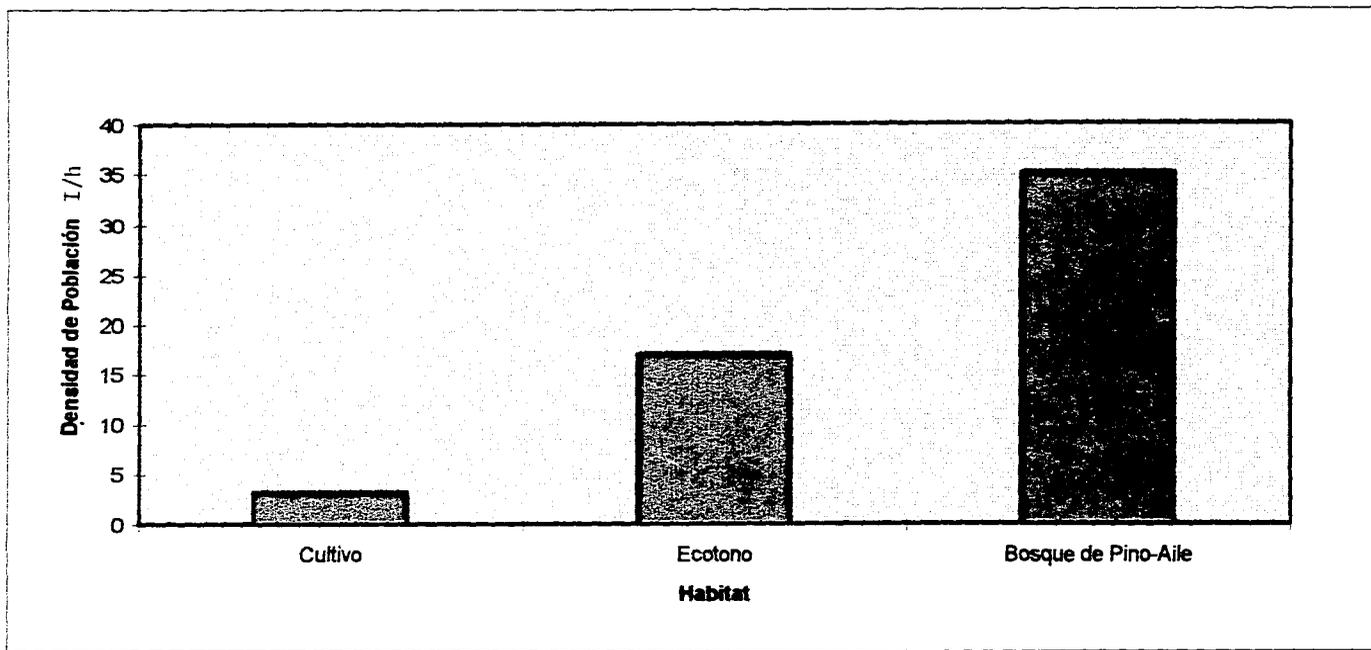


Figura 5. Muestra la densidad promedio por cada habitat.

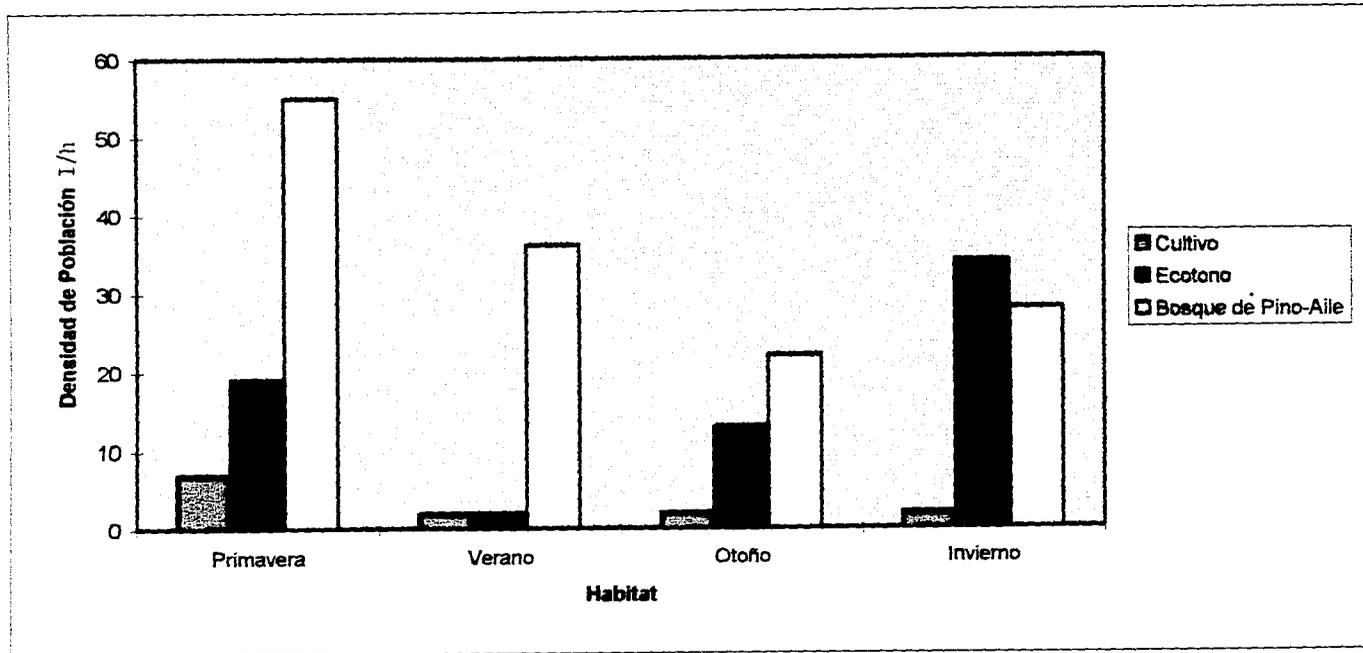


Figura 6. Muestra la densidad para cada habitat y estación del año.

En la zona de ecotono sí se observaron machos para todas las estaciones del año, obteniendo densidades fluctuantes siendo para primavera 9 ind/ha, declinando a 2 ind/ha para el verano, con un incremento y durante el otoño e invierno (13 ind/ha). En comparación, la densidad obtenida para hembras fué de 8 ind/ha para primavera, la cual declinó por completo en verano ya que no se registro ningun valor, una pequeña recuperación en el otoño (3 ind/ha) y un marcado incremento durante el invierno (17 ind/ha).

En el bosque de pino-aile se observó la mayor densidad para machos, (22 ind/ha) en primavera, con un pequeño incremento para el verano (25 ind/ha), observándose un decremento para el otoño (13 ind/ha), para continuar declinando totalmente en el invierno. La densidad obtenida para hembras fué alta para primavera (27 ind/ha), observándose un decline durante el verano (7 ind/ha), y continuar totalmente este decline durante el otoño sin haber obtenido ningun valor, sin embargo, se observó una recuperación (6 ind/ha), durante el invierno (Tabla 2 y Figura 7).

La densidad obtenida para juveniles en la zona de cultivos fué muy baja, ya que solamente se registró para invierno, siendo de 2 ind/ha, en comparación la densidad obtenida para los adultos en esta zona fué: en primavera de 3 ind/ha, para incrementarse durante el verano (6 ind/ha), y sufrir una disminución durante el otoño (2 ind/ha), llegando a declinar por completo durante en invierno.

Tabla 2. Densidad (ind/ha) de cricétidos machos y hembras por estación y habitat.

	Cultivo				Ecotono				Bosque Pino-Aile			
	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I
M A C H O S	*		2+0	2+0	9+3.46	2+0	13+4.89	13+0	22+3.24	25+5.16	13+4.89	*
H E M B R A S	3+0	2+0			8+0		3+0	17+1.98	27+6.09	7+0	*	6+0

Nota: \* No hubo recaptura.

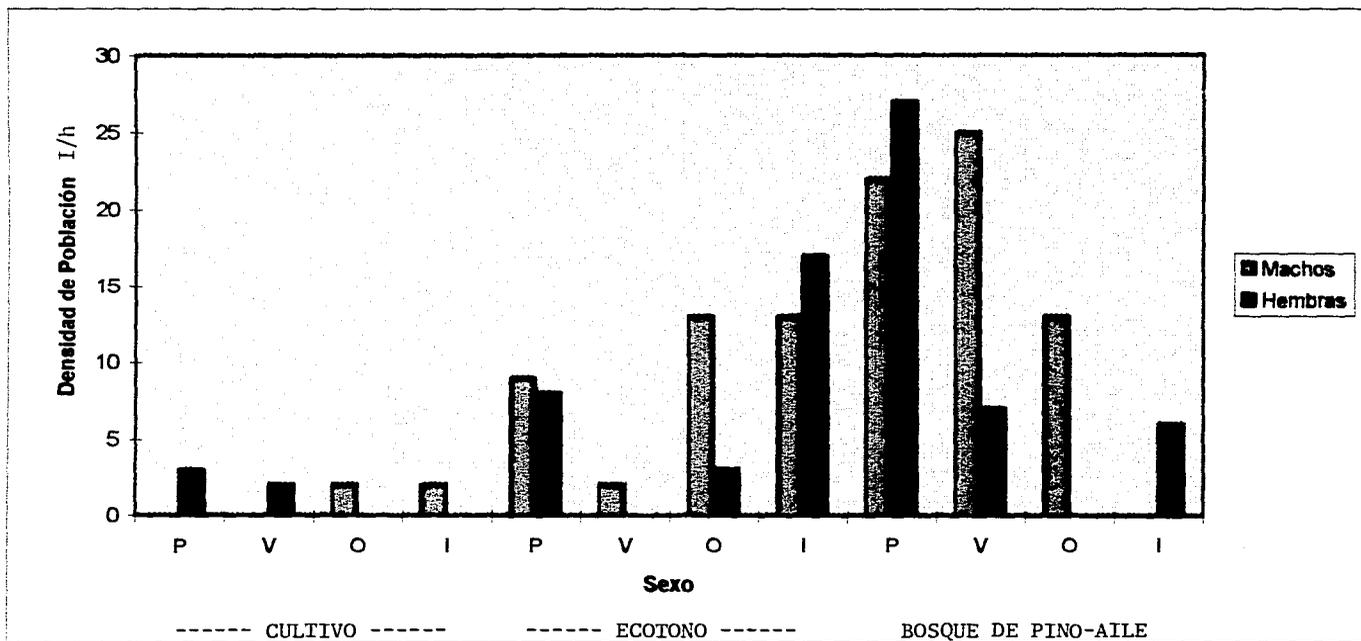


Figura 7. Muestra la densidad por sexo para cada estación del año.

Para la zona de ecotono la densidad de juveniles para primavera fué de 9 ind/ha, observándose un decline total durante el verano y otoño, ya que no se logró obtener ningun valor, sin embargo, se observó una recuperación para el invierno (16 ind/ha). En cambio la densidad para los adultos en esta zona fué un poco más constante, obteniéndose una densidad para primavera de 8 ind/ha, con un decline en verano (2 ind/ha), pero con una recuperación para el otoño, regresando a ser de 8 ind/ha, y continuar incrementandose hasta llegar a 22 ind/ha, durante el invierno.

En el bosque de pino-aile para juveniles se obtuvo una densidad de 3 ind/ha, observándose un incremento para el verano (14 ind/ha), comenzando a declinar durante el otoño (9 ind/ha), y declinando totalmente en el invierno. En cambio para los adultos se obtuvo una densidad marcadamente mayor para primavera (42 ind/ha), con una declinación durante el verano (16 ind/ha), llegando a ser cero en el otoño, sin embargo, para el invierno se obtuvo una recuperación importante de 28 ind/ha.

Las densidades obtenidas para cada una de las especies varían mucho, encontrando que en la zona de cultivos solamente se registró **Peromyscus maniculatus**, con una densidad de 3 ind/ha en primavera, con una ligera declinación para mantenerse constante (2 ind/ha) durante el verano, otoño e invierno.

En la zona de ecotono se registró la mayor variedad de especies: **Microtus mexicanus**, cuya densidad en

primavera fué de 6 ind/ha, sin embargo no se registra en verano y otoño, para invierno la densidad de esta especie es de 3 ind/ha. *Peromyscus melanotis* solamente se registró en invierno con una densidad de 6 ind/ha. *Peromyscus maniculatus* presentó una densidad en primavera de 7 ind/ha, en verano no se presentó, en otoño la densidad fué de 3 ind/ha y para el invierno se obtuvo la mayor densidad (38 ind/ha). Para *Peromyscus difficilis* la densidad obtenida en el verano fué de 2 ind/ha, con un incremento en otoño (6 ind/ha) y un decline en el invierno (3 ind/ha).

En el bosque de pino-aile se observó una densidad de *Microtus mexicanus* para primavera de 33 ind/ha, registrándose un pequeño decline en el verano (28 ind/ha), y en invierno de 13 ind/ha. *Peromyscus maniculatus* presentó, en primavera una densidad de 6 ind/ha, y un pequeño incremento durante el verano de 9 ind/ha). *Peromyscus boylii* solamente se registró durante el otoño, presentando una densidad de 2 ind/ha. (Tabla 3 y Figura 8).

Tabla. 3 Se muestra la densidad obtenida de organismos por especie para cada habitat y estación del año.

	Cultivo				Ecotono				Bosque Pino-Aile			
	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I
M.m.					6+0			3+0	33+4.46	28+8.48	*	13+4.89
P.me.	*				*			6+0	*		*	*
P.ma.	3+0	2+0	2+0	2+0	7+0		3+0	38+18.97	6+2	9+1.73		
P.d.					*	2+0	6+2	3+0				
P.b.									*		2+0	*
R.m.							*		*			

Nota: \* Hubo organismos pero sin recaptura.

M.m. *Microtus mexicanus*  
P.me. *Peromyscus melanotis*  
P.ma. *Peromyscus maniculatus*  
P.d. *Peromyscus difficilis*  
P.b. *Peromyscus boylii*  
R.m. *Reithrodontomys megalotis*

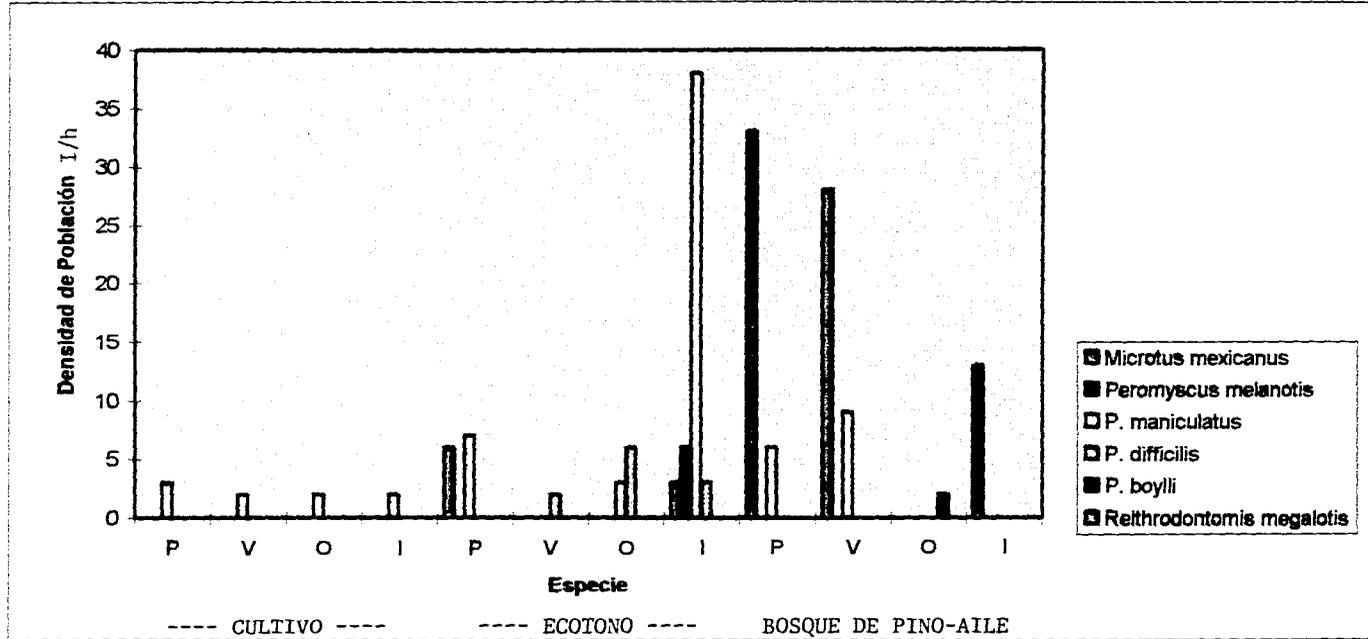


Figura 8. Muestra la densidad obtenida para cada especie por estación del año.

## DISCUSION.

Al comparar las densidades por estaciones del año, Delany (1981) propone que las especies de roedores que habitan bosques templados presentan un patrón reproductivo que va de primavera a otoño. Dumire (1960) apoya lo anterior, pero además concluye que en regiones templadas, a medida que se asciende en un gradiente altitudinal, el periodo de crianza tiende a disminuir, restringiéndose solamente a primavera y verano.

Considerando lo anterior se observa en nuestros resultados un patrón similar para el bosque de pino-aile debido a que la máxima densidad para esta altitud (3145 m.) se registró en primavera, lo cuál concuerda con la hipótesis planteada en relación a que la mayor densidad en bosques templados, durante primavera a otoño, está influenciada por el patrón reproductivo. En verano se registró menor densidad que en primavera, probablemente debido a los cambios de las condiciones climáticas, ya que en este periodo se detectaron lluvias muy abundantes que trajeron como consecuencia una baja de la temperatura, situación que indudablemente influye en el decremento de la actividad de los roedores. En otoño se detectó una disminución considerable de la densidad al parecer debido a un incendio forestal en el bosque de pino-aile que sucedió al momento del muestreo. Estas situaciones se dan muy frecuentemente en esta época del año debido a la temporada de secas. Sin embargo, durante el invierno se observó una ligera recuperación de la población, obteniéndose una densidad un poco mayor que

para otoño, esto concuerda con lo observado por Gashwiler (1959) y Neal (1970) quienes proponen que en un periodo posterior a un incendio la densidad se incrementa, debido a que éste favorece el renuevo del estrato herbáceo, incrementando el recurso alimenticio.

En la zona de cultivo la densidad tuvo un comportamiento muy diferente al bosque de pino-aile, ya que las densidades en las cuatro estaciones del año fueron muy bajas. Mills *et al.* (1991) al respecto discuten que las fluctuaciones anuales en campos de cultivo son muy variables, teniendo que ver directamente con la distribución temporal del recurso. En el caso particular del Volcán Malinche, la zona de cultivo presenta una sola época de cosecha que se encuentra entre las estaciones de otoño e invierno, y si además tomamos en cuenta que el patrón reproductivo para los cricétidos en bosques templados se observa de primavera a otoño, se esperaba que la mayor densidad se viera reflejada de primavera a otoño, situación que se observó solo en parte, ya que únicamente se obtuvo un ligero incremento en primavera mientras que durante verano, otoño e invierno además de un pequeño decline, la densidad se mantuvo constante, siendo esta muy baja.

Considerando lo propuesto por Dumire (1960) de que en regiones templadas a medida que se asciende en un gradiente altitudinal, el periodo de crianza tiende a disminuir, los resultados concuerdan con esto, ya que en el cultivo, zona de menor altitud, donde el periodo estacional de reproducción es más largo, las poblaciones por consiguiente son más pequeñas y por lo tanto esto se ve reflejado en la densidad obtenida en dicha zona. Lo

anterior puede concordar con lo propuesto por Marti (1986) de que la depredación de roedores en zonas abiertas como son los campos barbechados en la Malinche es mayor que en las zonas de bosque.

En la zona de ecotono durante primavera se obtuvo una densidad menor que en la misma estación del bosque de pino-aile, esto puede estar influenciado, por el hecho de que en esta época en la zona de cultivos las semillas para la cosecha ya fueron depositadas en el suelo, constituyendo de alguna manera una fuente de recursos alimenticios para los organismos. En verano se obtuvo una disminución drástica de la densidad, lo cuál puede atribuirse a que en esta época los cultivos que se encuentran formando parte del ecotono no presentan suficientes recursos alimenticios disponibles, tomando en cuenta que estos apenas se encuentran en etapa de maduración. Además las temperaturas se registran muy bajas y las lluvias persisten toda la noche. Durante el otoño se observó un incremento en la densidad, debido a que en la época de cosecha, de los cultivos algunas especies de roedores incursionan en estas áreas por la disponibilidad del recurso. En invierno se registró un pico máximo de densidad para esta zona, esto se debe a que durante este período, los cultivos están siendo cosechados y el campesino forma montículos con lo colectado, situación que propicia una cobertura y alimento adicional fácilmente disponible para los cricétidos.

Los resultados obtenidos, coinciden con los propuestos por Spencer y Steinhoff (1968) y Lord (1960) estos autores proponen que para zonas templadas las

camadas son más grandes conforme se asciende en un gradiente altitudinal, y por lo tanto la densidad de roedores debe ser mayor en estos gradientes, lo cual se pudo corroborar en el presente trabajo, en donde el bosque de pino-aile mostró la mayor densidad a una altitud 3145 m., contrariamente a la zona de cultivo a 2575 m. donde se observó la menor densidad. La zona de ecotono que es una zona intermedia en cuanto a altitud (2760 m.) mostró una densidad moderada. Esto concuerda con nuestra hipótesis planteada de que a mayor altitud las camadas son más grandes, por consiguiente la densidad deberá incrementarse.

En cuanto a la proporción de sexos en los tres habitats estudiados, se esperaba que en la etapa de cortejo los machos fueran los predominantes, esto pudo observarse mejor en el bosque de pino-aile, ya que las densidades obtenidas fueron las más elevadas, aunque en primavera en esta zona la densidad de hembras fue un poco mayor que la densidad obtenida para machos, esto pudo ser debido a que por ser apenas el principio de la época reproductiva anual, las hembras presentan un rango de movimiento similar al de los machos. Durante el verano y otoño se obtuvo una densidad marcadamente mayor de machos sobre hembras, lo cual concuerda con lo propuesto por Terman (1967) y Marten (1973) de que los machos en la etapa de cortejo quedan más expuestos a las capturas por ampliar sus rangos de incursionamiento en busca de las hembras.

En la zona de ecotono se logró observar éste patrón totalmente, ya que durante primavera, verano y otoño la densidad obtenida para los machos, siempre fué

mayor que la obtenida para las hembras. En la zona de cultivo en primavera y verano la densidad obtenida para hembras fué más alta que para machos y solamente en otoño la densidad de machos se registró mayor que para hembras, sin embargo, en esta zona el número de capturas fué poco representativa para éste parámetro, por lo que faltaría más información para tratar de esclarecer este aspecto particularmente en esta zona.

En cuanto a la hipótesis de que las especies omnívoras tienen un mayor éxito debido a su generalismo alimentario, esto se vió efectivamente, reflejado en los resultados al encontrar que **Peromyscus maniculatus** que se encuentra en este caso, siempre fue la especie más abundante en los tres habitats estudiados, seguido por **Microtus mexicanus** del cual se sabe que su dieta es también omnívora (King 1968 y Sánchez 1989). (Ver Apendice).

## CONCLUSIONES.

1.- La densidad de roedores cricétidos está en relación con la cantidad y disponibilidad del recurso, así como la duración del periodo de crianza.

2.- A mayor altitud la densidad aumenta debido a que el tamaño de la camada es mayor. Asimismo, en zonas más bajas el periodo de reproducción se alarga y por consiguiente, las poblaciones tienden a disminuir. Lo mismo ocurre, en zonas abiertas donde la depredación es mayor.

3.- Las condiciones climáticas y los incendios inciden de manera importante temporalmente en la densidad de éste grupo de roedores.

4.- Durante el periodo de cortejo dentro de la época reproductiva, los machos amplian su actividad en busca de la hembra. Debido a este factor quedan más expuestos a las capturas, por lo que el número de individuos machos en esta época tiende a ser más aparente.

5.- Las especies de cricétidos omnívoros, es decir que muestren una alimentación más generalista registraron la mayor distribución y por tanto mayor densidad, un ejemplo de esto es *Peromyscus maniculatus* y *Microtus mexicanus*.

## LITERATURA CITADA

- Adame, C. 1995. Plan Nacional de Desarrollo y Política Ambiental. (foro en prensa)
- Bailey, J. 1951. On estimating the size of mobile Populations from recapture data. *Biometrika*, 38: 293-306.
- Beer, J. y C. MacLEOD. 1966. Seasonal Population Changes in the Prairie Deer Mouse. *The Amer. Midl. Nat.*, 76:277-289.
- Bergstrom, B. 1986. An analysis of captures in *Peromyscus* with a critique on methodology. *Can. Jour. Zool.*, 64:1407-1411.
- Blaustein, A. 1981. Activity patterns of *Reithrodontomys megalotis* in Santa Barbara, California. *Jour. Mamm.*, 62:195-199.
- Boonstra, R. 1977. Effect of conspecifics on survival during population declines in *Microtus townsendii*. *Jour. Anim. Ecol.*, 46:835-851.
- Boonstra, R. y H. Rood. 1983. Regulation of breeding density in *Microtus pennsylvanicus*. *Jour. Anim. Ecol.*, 52:757-780.
- Borowski, S. y A. Dehnel. 1952. Materialy do biologii *Soricidae*. *Ann. Univ. M. Curie Sklodowska, Sect. C.*, Vol.7, 6:305-448.
- Brambell, R. y I. Rowlands. 1936. Reproduction of the bank vole. I. The oestrous cycle of the female. *Phil. Trans., London, B.*, 226:71-120.
- Buendía Suárez, A. 1992. Efectos del fuego en Bosque de *Pinus montezumae* sobre el reciclamiento de nutrimentos en el Volcan de la Malintzi Estado de Tlaxcala. *Mem. Rep. Serv. Soc. Departamento de Biología. UAM, Xochimilco.*

- Castro Campillo, A., O. Gonzalez Robles y J. Ramirez Pulido. 1993. Determination of age groups in *Thomomys umbrinus*. (Rodentia:Geomydae). Texas. Jour. Sci., 45:217-230.
- CETENAL. 1981. Carta Geológica. E14B33, E14B34, E14B43 y E14B44. Tlaxcala, Huamantla, Apizaco y Tepetlaxco., 1:50 México.
- Ceballos, G. y C. Galindo. 1984. Mamíferos silvestres de la cuenca de México. ed. Limusa. México D.F.
- Ceballos, G. y D. Navarro. 1991. Diversity and Conservation of Mexican Mammals. Pp:167-197. De. Michael A. Mares y David J. Schmidly. Publicado en Latin American Mammal.
- Chávez, J., M. Ramos y T. Nuri. 1990. Plan de Manejo Integral para el Parque Nacional "La Malinche", Tlaxcala y su Area de Amortiguamiento. Cuadernos del CIIH, UNAM: Serie, Seminarios Pp.217-237.
- Chitty, D. 1954. Tuberculosis among wild voles: whit a discussion of other pathological conditions among certain mammals and birds. Ecology, 35:227-237.
- Chitty, D. 1967. The natural selection of self-regulatory behaviour in animal populations. Proc. Ecol. Soc. Aust., 2: 51-78.
- Delany, J. 1981. Ecología de los Micromamíferos. Ed. Omega. Barcelona España.
- Domínguez Rubio I., S. Ortega Avelar, A. Buendia Suárez y A. Sánchez Aguilar. 1993. Avances en el estudio del suelo y Bosque en el Volcan la Malintzi, Tlaxcala, México. I Congreso Sobre Parques Nacionales y Areas Naturales Protegidas de México: pasado presente y futuro.

- Dumire, W. 1960. An altitudinal survey of reproduction in *Peromyscus maniculatus*. Ecology, 80:272-279.
- Eberhardt, L. 1969. Population estimates from recapture frecuencies. Jour. Wildl. Manage., 33(1): 28-39.
- Elton, S. 1924. Fluctuations in the Numbers of Animals: Their Cause and Effect. Brit. Jour. Exp. Biol., 2: 119-163.
- Emmel, T. 1975. Ecología y Biología de las Poblaciones. Ed. Interamericana, México D.F.
- Erffa, A. 1976. Geología de la cuenca alta de Puebla-Tlaxcala y sus contornos. Fundación Alemana para la Investigación Científica. México, Comunicaciones, 13:96-106.
- Fairbairn, D. 1977. The spring decline mice: death or dispersal? Can. Jour. Zool., 55:84-92.
- Fernandez, T. 1987. Estudio ecológico del bosque de Abies religiosa (H.B.K.), en el Parque Nacional "La Malintzin" en el Estado de Tlaxcala, México. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Galindo, C. y C. Krebs. 1987. Population regulation in deer mice: the role of females. Jour. Anim. Ecol., 56:11-23.
- García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM.
- García Valdovino V. 1994. Análisis comparativo de diversos métodos para censar poblaciones de aves. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM.
- García Valdovino V., G. Gómez Alvarez y R. Reyes Gómez. 1994. Comparación de tres métodos para evaluar la densidad de aves. III Simposio Internacional de Zoología. La Habana Cuba.
- Gashwiler, J. 1959. Small Mammal study in west-central Oregon. Jour. Mamm., 40:128-139.

- Gobierno del Estado de Tlaxcala. 1986. Cuaderno de información para la planeación. INEGI.
- Gobierno Federal. 1938. Organo del Gobierno Constiucional de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación 6 de octubre.
- Gómez Alvarez G., G. García Martínez y R. Reyes Gómez. 1991. Los mamíferos del Parque Nacional de la Malinche, Edo. de Tlaxcala. Memorias del I Congreso Nacional de Mastozoología, AMMAC.
- Gómez Alvarez G., R. Reyes Gómez, G. García Martínez y R. Terán Olguín. 1993. Fauna Silvestre del Parque Nacional "La Malintzi", Tlaxcala. UNAM. Memorias del I Congreso sobre Parques Nacionales y Areas Naturales Protegidas de México: pasado, presente y futuro.
- Gómez Alvarez G., R. Reyes Gómez, A. Durán Díaz y R. Terán Olguín. 1994. Evaluación de la estructura de las comunidades de aves en el Volcán Malinche, Tlaxcala, México. Memorias del III Simposio Internacional de Zoología. La Habana Cuba.
- González Dalhaus, E. 1991. Aspectos Morfológicos, Morfométricos y de Habitat de la Mastofauna en el Parque Nacional Malintzi, dentro del Municipio de Huamantla Edo. de Tlaxcala. Mem. Rep. Serv. Soc. Departamento de Biología UAM, Xochimilco.
- Gutierrez Rodríguez, J. L. 1991. Aspectos Ecológicos del Bosque de Abies Religiosa en la Malintzi, Tlaxcala. Mem. Rep. Serv. Soc. Departamento de Biología UAM, Xochimilco.
- Gutierrez Domínguez, M., Y. Betancourt Aguilar, M. Cruz Flores, S. Cabrera Blancas y J. Rojas Elizalde. 1993. Sistema estatal de Areas Naturales Protegidas de Tlaxcala. I Congreso sobre Parques Nacionales y Areas Naturales Protegidas de México: pasado, presente y futuro.

- Hall, R. 1981. The Mammals of North America. Jhon Wiley y Sons, N.Y., U.S.A.
- Heske, E., R. Ostfeld y W. Lidicker. 1984. Competitive interactions between *Microtus californicus* and *Reithrodontomys megalotis* during two peaks of *Microtus* abundance. Jour. Mamm., 65:271-280.
- Heske, E. y M. Reep. 1986. Laboratory and field evidence for the avoidance of California voles (*Microtus californicus*.) by western harvest mice (*Reithrodontomys megalotis*.) Can. Jour. Zool., 64:1530-1534.
- Hilton, B. 1992. Reproduction in the vole, *Microtus mexicanus*. Jour. Mamm., 73:586-590.
- John, E. y L. Morales. 1991. Mammals and Protected areas in the Trans-Mexican Neovolcanic Belt. Univ. Oclahoma. Press. Pp:199-226.
- Jolly, M. 1965. Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration-stochastic model. Biometrika, 52: 225-247.
- King, A. 1968. Biology of *Peromyscus* (Rodentia). The Amer. Soc. Mamm., U.S.A. Pp. 373-411.
- Kotler, B., M. Gaines, B. Danielson. 1988. The Effects of Vegetative Cover on the Community Structure of Prairie Rodents. Acta Theriol., 33:379-392.
- Krebs, C. 1966. Demographic changes in fluctuating populations of *Microtus californicus*. Ecol. Monog., 36:239-273.
- Krebs, C. y J. Myers. 1974. Population cycles in small mammals. Adv. ecol. Res., 8:267-399.
- León, P. y V. Romo. 1991. Catalogo de Mamíferos (Vertebrata:Mammalia). Serie Catálogos del Museo de Zoología "Alfonzo L. Herrera". Facultad de Ciencias UNAM. Cat. 2:1-68.

- Lincoln, C. 1930. Calculating waterfowl abundance on the basis of banding returns. U.S.D.A. Dept. Agric. Circ., 118: 1-4.
- Lord, D. 1960. Litter size and Latitude in North American Mammals. Amer. Midl. Natur., 64:488
- MacMillen, R. 1958. Population ecology, water relations, and social behavior of a southern California semidesert rodent fauna. Univ. Calif. Pub. Zool., p:1-59.
- Marten, G. 1973. Time patterns of *Peromyscus* activity and their correlations with weather. Jour. Mamm., 51: 169-188.
- Marti, C. 1986. Barn owl (*Tyto alba*) diet includes mammal species new to the island fauna of the great salt lake (UTAH). Great Bas. Natur., 46:307-309.
- Martín, E. y T. Alvarez. 1982. Crecimiento y desarrollo en laboratorio de *Neotomodon alstoni* (Rodentia:Cricetidae). An. Esc. Nac. Cienc. Biol., Méx., 26:55-84.
- Meade, M. 1982. Tlaxcala, antiguos volcanes y sus llanos. Monografía Estatal. S.E.P. Tlaxcala, México.
- Meade, M. 1986. Monografía de Contla, Ed. Centro de Estudios Monográficos de Tlaxcala, México.
- Melo, C. 1977. Parques Nacionales (Conferencias). Instituto de Geografía, UNAM. Series Varios. Tomo I No.2
- Millar, J. y D. Innes. 1984. Breeding by *Peromyscus maniculatus* over an elevational gradient. Can. Jour. Zool., 63:124-129.
- Mills, J., B. Ellis, K. McKee, J. Maiztegui y J. Childs 1991. Habitat associations and relative densities of rodent populations in cultivated areas of central Argentina. Jour. Mamm., 72:470-479.

- Muñoz, D. 1947. Historia de Tlaxcala. Pub. Ateneo de Ciencias y Artes de México. 2da. Ed. México.
- Myers, J. y C. Krebs. 1974. Population Cycles in Rodents. *Scient. Amer.*, 6:38-46.
- Neal, R. 1970. The habitat distribution and activity of a rodent population in western Uganda, with particulae reference to the effects of burning. *Revue Zool. Bot. Afr.*, 81:29-50.
- Petticrew, G. y R. Sadleir. 1974. The ecology of deer mouse *Peromyscus maniculatus* in a coastal coniferous forest. I. Population dynamics. *Can. Jour. Zool.*, 52:107-118.
- Pitelka, A. 1964. The nutrient-recovery hypotesis for Arctic microtine cycles. I. Introduction. *Grazing in Terrestrial a Publications*, Oxford.
- Ramírez Pulido J. M. Britton, A. Perdomo, y A. Castro. 1983. Guía de los mamíferos de México. U.A.M.I. México.
- Ramírez Pulido J., R. López Wilchis, C. Mudespacher, e Y. Lira. 1982. Catalogo de los mamíferos terrestres nativos de México. Ed. Trillas. México, D.F.
- Ramírez Pulido J. y C. Mudespacher. 1987. Formulas dentarias anormales en algunos murciélagos mexicanos. *Acta Zool. Mex. (ns)*, 23:1-54.
- Rennert, P. y W. Kilpatrick. 1987. Biochemical systematics of *Peromyscus boylii*. I. Populations from east central México with low fundamental numbers. *Jour. Mamm.*, 67:481-488.
- Reyes Gómez R. 1993. Densidad de población, reproducción, uso de la vegetación y hábitos alimenticios del chipe orejas de plata *Ergaticus ruber* (Aves: Emberizidae), en el Volcán Malinche, Tlaxcala. Tesis profesional, Facultad de Ciencias. UNAM.

- Reyes Gómez R. y G. Gómez Alvarez. 1993. Aspectos sobre la biología del Chipe orejas de plata ***Ergaticus ruber***, ave endémica de los bosques templados mexicanos. Memorias del XI Simposio Nacional y I Internacional en Fauna Silvestre.
- Reyes Gómez R., G. Gómez Alvarez y V. García Valdovino. 1994. Densidad, reproducción y hábitos alimenticios del Chipe orejas de plata ***Ergaticus ruber***, ave endémica de los bosques templados mexicanos. Memorias del III Simposio Internacional de Zoología. La Habana Cuba.
- Rickart, A., R. Heaney y R. Uzzurum. 1991. Distribution and ecology of small mammals along an elevational transect in southeastern Luzon, Philippines. Jour. Mamm., 72:458-469
- Romo, E. 1993. Distribución altitudinal de los roedores al noroeste del Estado de Queretaro. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Rzedowski, J. 1983. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F.
- Sadleir, S. 1965. The relationship between agonistic behavior and population changes in the deer mouse, ***Peromyscus maniculatus***. Jour. Anim. Ecol., 34:331-352.
- Salinas Hernández I., G. Gómez Alvarez y R. Reyes Gómez. 1994. Densidad de población del ***Lynx rufus escuinapae*** (Carnívora:Felidae), en el Volcán Malinche, Edo. de Tlaxcala, México. Memorias del XVII Simposio de Biologías de Campo y XI Coloquio Estudiantil de 3ra. etapa. UNAM. Campus Iztacala.
- Sánchez de Tagle, C. 1978. Contribución al conocimiento de la "Fauna Herpetológica del Parque Nacional Malinche". Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM.

- Sánchez Hernández C., A. Rojas Martínez y C. Chávez Tapia. 1989. Fluctuación de Población de **Neotomodon alstoni alstoni** (Rodentia: Cricetinae) en la Sierra del Ajusco, México. In: Ecología Urbana (A. R. Gio, R. Y. Hernández y H. E. Sáinz, eds.) Vol. Esp. Soc. Méx. Hist. Nat.
- Sánchez Hernández C. 1981. Biología y dinámica poblacional de **Microtus mexicanus mexicanus** Rodentia: Microtinae, en el sur de la Ciudad de México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Sarrazin, R. y J. Bider. 1973. Activity, a neglected parameter in population estimates - the development of a new technique. Jour. Mamm., 54: 369-382.
- Schultz, M. 1969. A study on an ecosystem: the Arctic Tundra. The Ecosystem Concept in Natural Resource Management (Eds. G.M. Van Dyne), Pp. 77-93. Academic Press, New York.
- Schmidly, D. 1983. Texas Mammals east of the Rolcones Fouth Zone. Texas. M. Univ. Press., Texas. U.S.A.
- Schmidly, D. Y J. Jones. 1984. Holotypes of Recent mammals in Texas Natural History Collections. Occas. Papers Mus., Texas Tech. Univ., 97:1-40.
- Schmidly, D., R. Bradley y P. Cato. 1988. Morphometric differentiation and taxonomy of three chromosomally characterized groups of **Peromyscus boylii** from east-central México. Jour. Mamm., 69:462-480.
- Seber, F. 1973. The estimation of animal abundance and related parameters. Hafner Press, New York.
- Sidorowicz, J. 1960. Influence of the Weather on Capture of Micrommamalia. I. Rodents (Rodentia). Acta Theriol., 9:139-157.
- Sosa, A. 1956. Introducción al analisis ecológico. Mex. For. 5:9-10.

- Spencer, W. y W. Steinhoff. 1968. An explanation of Geographic variation in Litter size. Jour. Mamm., 49:281-286.
- Taitt, J. y C. Krebs. 1985. Population dynamics and cycles, p.567-620. R.H. Tamarin (Ed.) In: Biology of New World Microtus. Special Publ. Num. 8. The Amer. Soc. Mamm.
- Terman, R. y J. Sassaman. 1967. Sex ratio in deer mouse populations. Jour. Mamm., 48:589-597.
- Tumlison, R. 1991. Bats of the genus *Plecotus* in México: discrimination and distribution. Occas. Papers Mus., Texas Tech. Univ., 140:1-19.
- Vargas, F. 1984. Parques Nacionales de México y Reservas Equivalentes. Inst. Inv. Econ., UNAM.
- Van Wijngaarden, A. Borstlap, J. Kortenoever, E. Morzer, Bruijns, M. Kruizinga, D. Butot, y W. Dounde Van Troostwijk. 1965. Recreation and the preservation of nature in the North Holland Dune Reservation. Supplement 3: Fauna. Medel Inst. Toegepast. Biol. Onderz Natuur 69 D. 5-72.
- Warner, G. 1976. Los suelos del Volcán la Malinche Altiplanicie Central Mexicana. Fundación Alemana para la Investigación Científica. Comunicaciones, México.
- Weyl, R. 1974. Determinación y clasificación de las rocas volcánicas de la región Puebla-Tlaxcala. Fundación Alemana para la Investigación Científica. México. Comunicaciones, 10:69-70.
- Williams, L. y J. Ramírez Pulido. 1984. Morphometric variation in the volcano mouse *Peromyscus* (Neotomodon) **alstoni** (Mammalia: Cricetidae). Ann. Carn. Mus., 53:163- 183.
- Zipko, S. 1979. Modelo para el estudio de la dinámica de poblaciones. Biología, 9: 55-62.

## **APENDICE.**

Características generales y distribución  
de las seis especies de cricétidos  
estudiadas en éste trabajo.

*Peromyscus melanotis*.

J.A. Allen y Chapman, 1897.

**Descripción:** Es de tamaño un poco mayor que *Peromyscus maniculatus*. De color ocre con pelos oscuros en la mitad posterior dorsal. El vientre y las patas son blancos. Las orejas son café oscuro. La cola es menor que la longitud de la cabeza y el cuerpo y es bicolor. Un rasgo distintivo es que presenta una mancha negra en la parte anterior de las orejas y en el dorso.

**Datos merísticos:** Longitud total: 121-182 mm; Longitud de la cola: 46-123 mm; Pata: 17-25 mm; Oreja: 12-20 mm; Peso: 18-35 g.

**Habitat:** Vive en los bosques de pino, de oyamel, en cultivos y en zacatonales. Es abundante en el páramo de altura. También ha sido colectado en cultivos. Habita en zonas abiertas como pastizales, praderas y bosques secundarios.

**Hábitos Generales:** Es nocturno, ya que comienza sus actividades al oscurecer. Sus madrigueras tienen una entrada de menos de dos y medio centímetros de diámetro y descienden verticalmente. Muda su pelaje dos veces al año, es princo-hervivoro, aunque también come algunos insectos.

**Reproducción:** Su estapa reproductiva va desde junio hasta noviembre. Presentando varias camadas, dando a luz de uno a cinco crías, tres en promedio.

**Importancia Económica:** Es depredador de insectos y semillas, al ser depredado por carnívoros evita que estos depreden fauna doméstica.

**Distribución:** Esta especie es endémica de México y ocupa la parte central del país, desde Chihuahua y el sur de Coahuila hasta el Eje Neovolcánico (Figura 9).

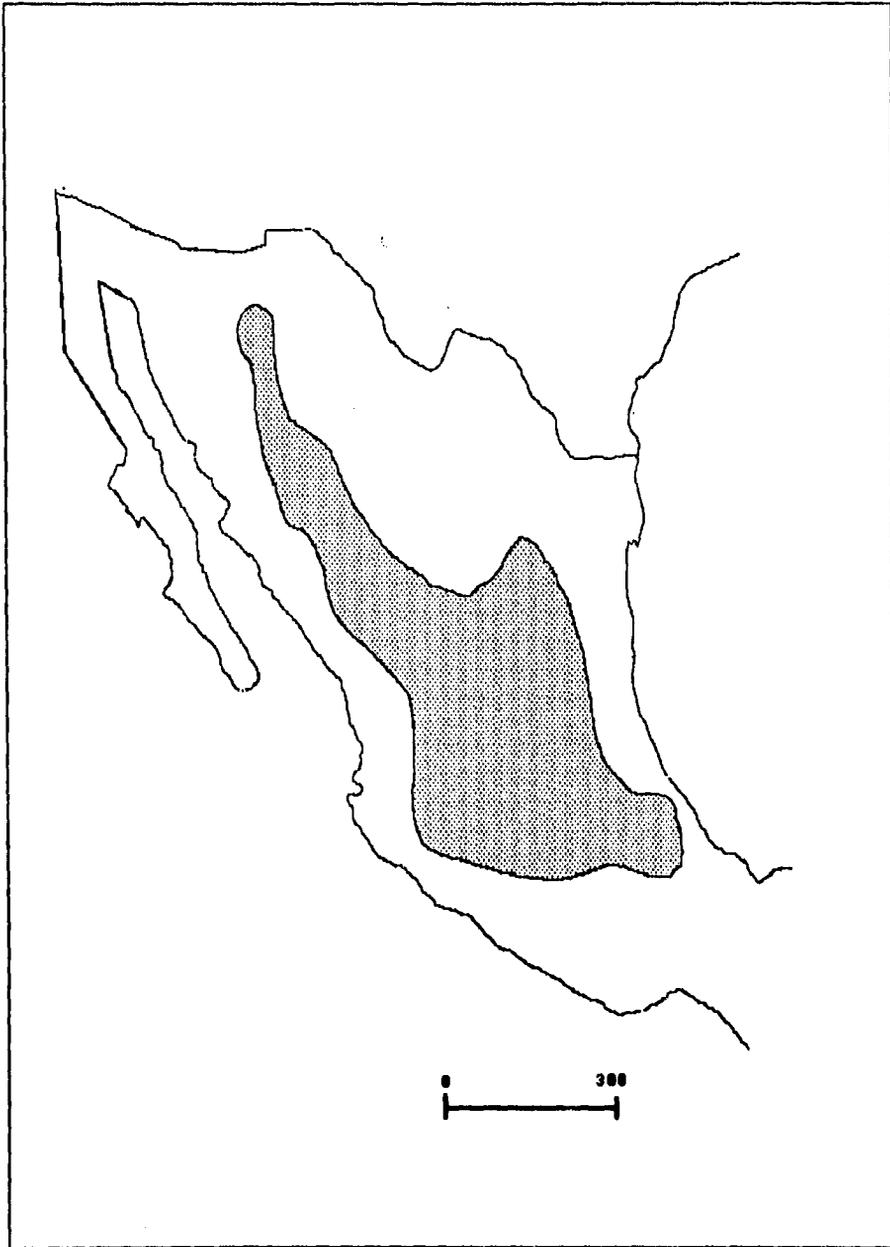


Figura 9. Distribución de *Peromyscus melanotis*.

*Peromyscus difficilis.*

Osgood, 1904.

**Descripción:** Tiene una coloración café grisácea dorsalmente, en el vientre el color es ante, las patas son blancas y la cola siempre es de mayor tamaño que la cabeza y el cuerpo. Una característica importante es que es de tamaño un poco mayor que los otros *Peromyscus*.

**Datos merísticos:** Longitud total: 212-260 mm; Longitud de la cola: 115-145 mm; Pata: 24-28 mm; Oreja: 20-28 mm; Peso: 24-32 g.

**Habitat:** Vive en sitios rocosos, prefiere habitats áridos, aunque se le ha colectado en matorrales de tipo semidesértico, en bosques de pino, de encino y en pastizales.

**Hábitos Generales:** Es nocturno. Tiene la facilidad de escalar, lo que hace con mucha agilidad. Hace sus madrigueras entre las rocas, es también semiarborícola. Es herbívoro, principalmente se alimenta de semillas, pero según Ceballos y Galindo (1984) come algunos insectos.

**Reproducción:** Se reproduce de junio a noviembre naciendo de dos a tres crías por parto. Aparentemente durante este tiempo presenta de dos a tres camadas.

**Distribución:** Se distribuye desde el sur de Chihuahua y Coahuila hasta Oaxaca (Figura 10).

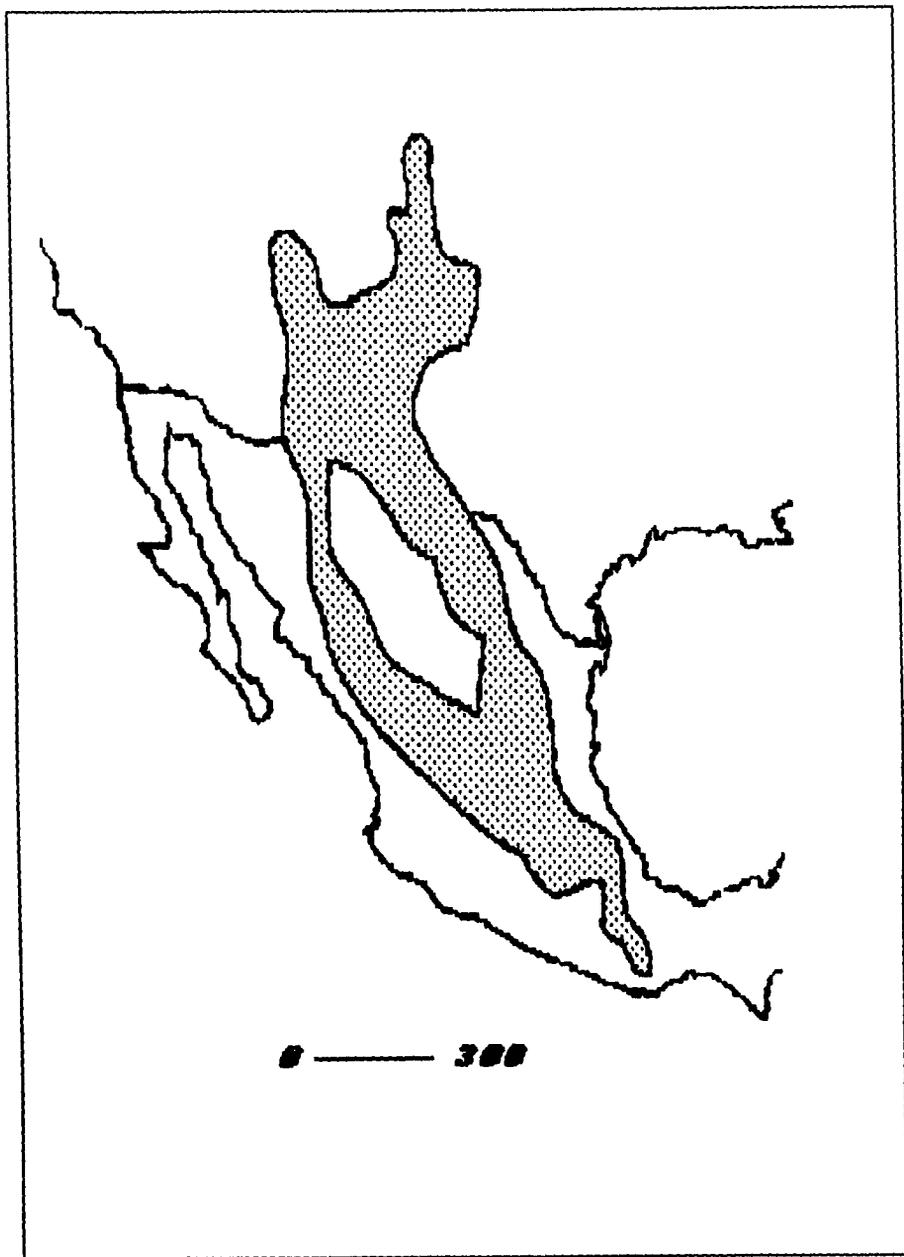


Figura 10. Distribución de *Peromyscus difficilis*.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

*Peromyscus boylii.*

**Descripción:** Es de color café grisáceo en el dorso. En la parte ventral presenta una tonalidad blanca ó cremosa. La cola es bicolor, café en la parte dorsal y blanca en la parte ventral, es mayor que la longitud de la cabeza y el cuerpo. Sus patas son de color blanco y las traseras presentan además la planta cubierta de pelo.

**Datos merísticos:** Longitud total: 180-238 mm; Longitud de la cola: 91-123 mm; Pata: 20-26 mm; Oreja: 13-20 mm; Peso: 22-36 g.

**Habitat:** Se adapta muy bien a diferentes habitats, pero prefiere las zonas rocosas. Se le puede encontrar en bosques de pino-encino, matorrales espinosos, pastizales, acantilados rocosos, derrames lávicos y cultivos.

**Hábitos Generales:** Es de actividad nocturna. Su madriguera se encuentra debajo de las rocas, entre las grietas, o en las ramas que se encuentran apiladas. Se le ha visto arriba de los árboles. Es herbívoro, constituyendo su dieta de semillas, frutos, tallos y brotes tiernos, llega a comer moluscos y pequeños vertebrados. Son depredados por aves rapaces y carnívoros.

**Reproducción:** Se aparea entre los meses de junio a noviembre, presentando más de una camada cada hembra durante esta época. El número de crías por parto es de una a seis con un promedio de cuatro. A los 50 días de nacidos alcanzan su madurez sexual.

**Importancia Económica:** Es dispersor de semillas, además es alimento de un gran número de depredadores.

**Distribución:** Se distribuye desde el oeste y centro de los Estados Unidos llegando hasta el Salvador y Honduras (Figura 11).

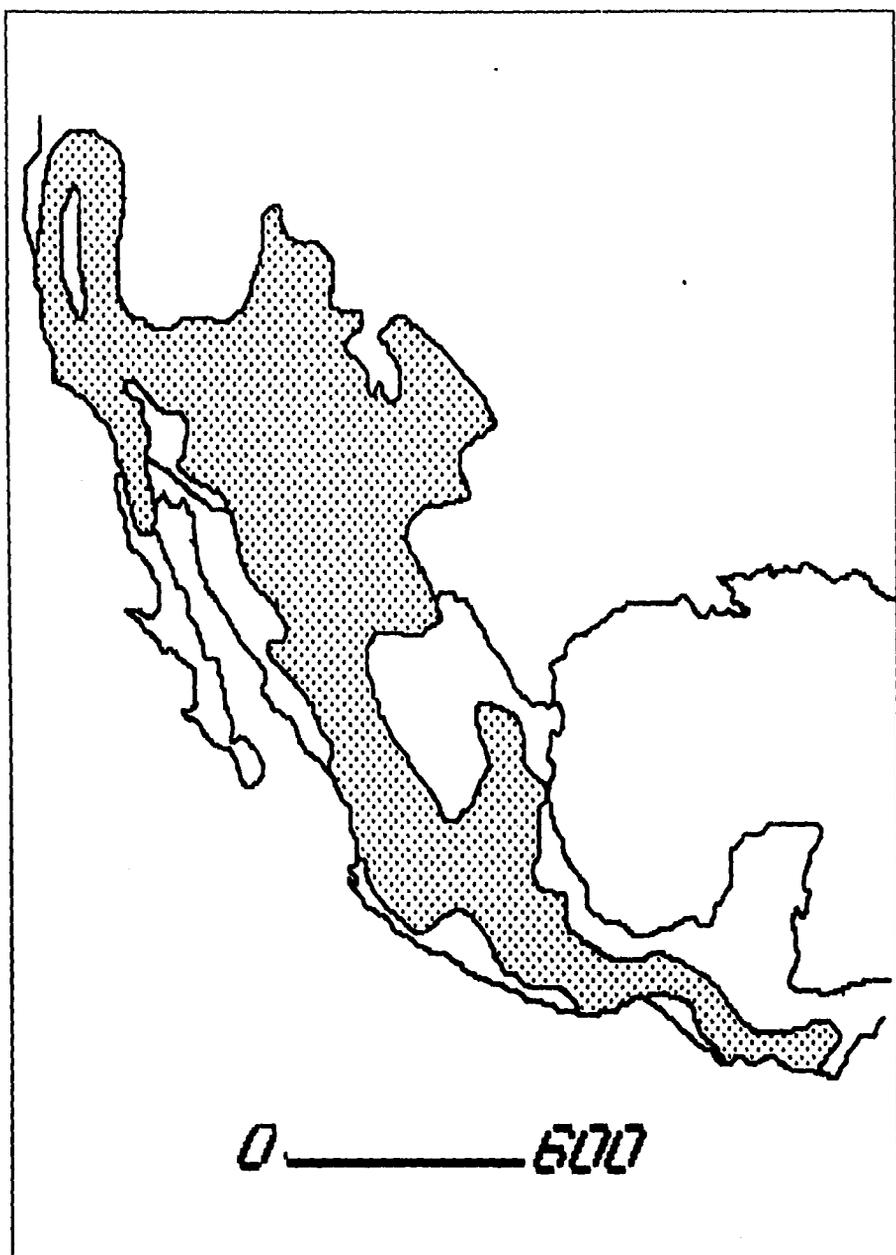


Figura 11. Distribución de *Peromyscus boylii*.

*Microtus mexicanus*.

Saussure, 1861.

**Meteorito.**

**Descripción:** Se reconoce por su pequeña cola y sus orejas cortas y redondeadas casi tapadas por el pelaje. El pelo es largo y suave, la coloración que presenta es café obscura con los lados más claros. En el vientre se encuentra una coloración grisácea. La cola es ligeramente bicolor café obscura en la parte dorsal y más palida por debajo. Esta especie carece de surcos longitudinales en los incisivos.

**Datos merísticos:** Longitud total: 121-152 mm; Longitud de la cola: 24-35 mm; Pata: 17-21 mm; Oreja: 12-15 mm; Peso: 26-48 g.

**Habitat:** Principalmente vive en zonas áridas, en bosques de pino, pastizales y zacatonales. Se le ha encontrado también en los cultivos.

**Hábitos Generales:** Es más activo durante el día, pero también presenta actividad durante la noche. Utiliza veredas o túneles subterráneos para desplazarse. Hace sus madrigueras en el suelo, las cuales comparte con grupos familiares. Come raíces, tallos y hojas de plantas herbáceas.

**Reproducción:** Se reproduce durante todo el año, aunque de mayo a agosto lo realiza con mayor frecuencia. Nacen de una a cuatro crías en cada parto, presentando un promedio de tres por cada parto.

**Importancia Económica:** Es considerado plaga de alfarares, magueyales, hortalizas y huertos.

**Distribución:** Se distribuye desde la parte centro sur de Estados Unidos hasta el centro de México, ocupando ambas Sierras Madres y el Eje Neovolcánico (Figura 12).

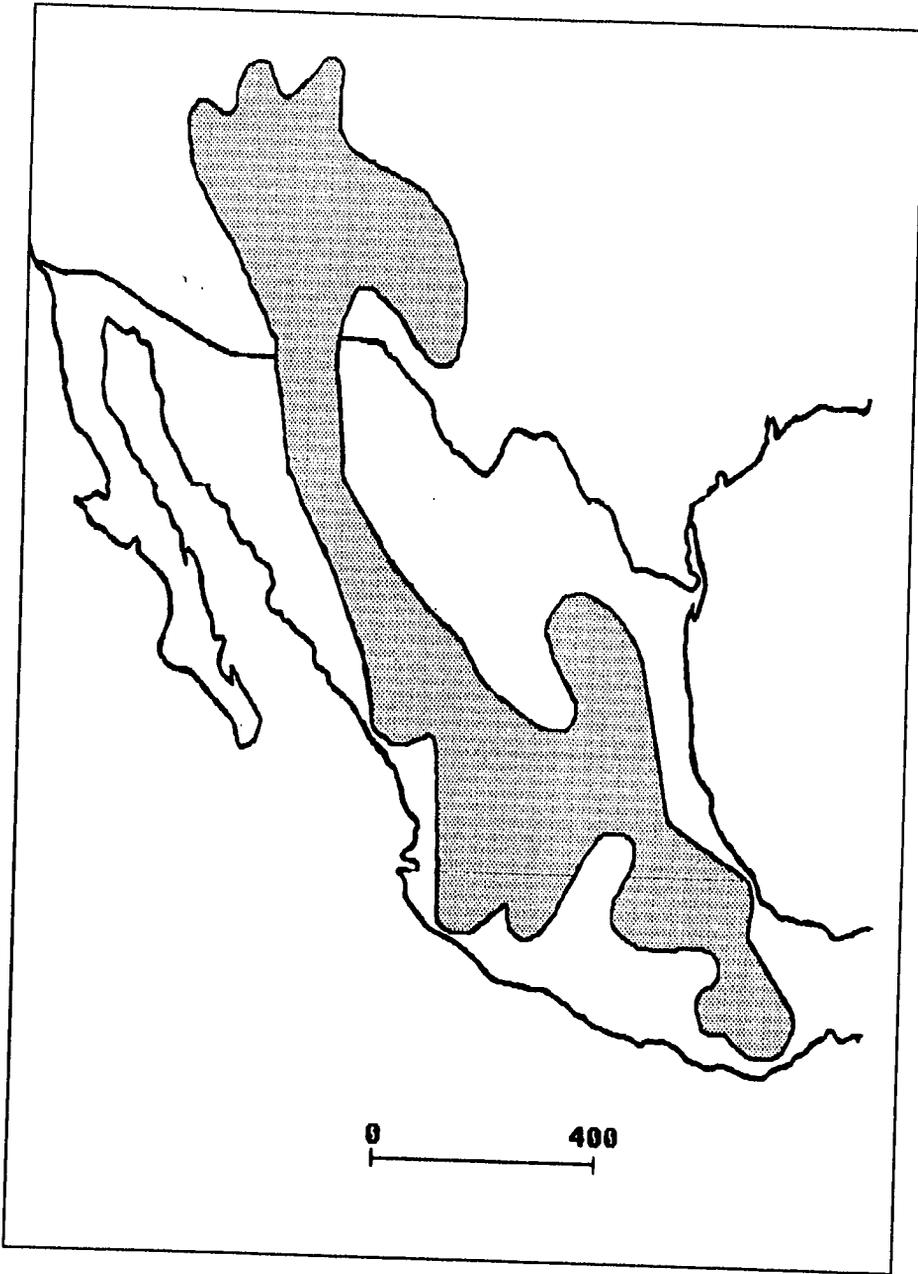


Figura 12. Distribución de *Microtus mexicanus*.

*Reithrodontomis megalotis*. J.A. Allen y Chapman, 1987.

**Descripción:** Presenta un surco longitudinal en los incisivos superiores. Es orejudo y tiene una coloración dorsal ante, mezclada con café oscuro ó negruzco, con tonos ante en las mejillas, los hombros y a los costados. La parte ventral varía de ante oscuro a blanco. Sus orejas son oscuras. Su cola es bicolor. Las patas son blancas. Es el más pequeño del género.

**Datos merísticos:** Longitud total: 118-170 mm; Longitud de la Cola: 55-96 mm; Pata: 14-20 mm; Oreja: 10-16 mm; Peso: 9-17 g.

**Habitat:** Principalmente vive en pastizales entre los 2240 y 3345 m.s.n.m. Al parecer es más abundante en zonas con zacatón cercanas al agua.

**Hábitos Generales:** Es nocturno. Principalmente es herbívoro, alimentándose de hojas, tallos, frutos y semillas.

**Reproducción:** Se reproduce durante todo el año, pero principalmente de abril a octubre. Después de un período de gestación de 23 o 24 días nacen de una a siete crías por parto, con un promedio de tres. A los cuatro meses y medio las hembras ya están sexualmente maduras.

**Importancia Económica:** Es dispersor de semillas, además de ser parte del alimento de una gran cantidad de depredadores.

**Distribución:** Se distribuye desde el sur de Canadá llegando hasta Oaxaca (Figura 13).

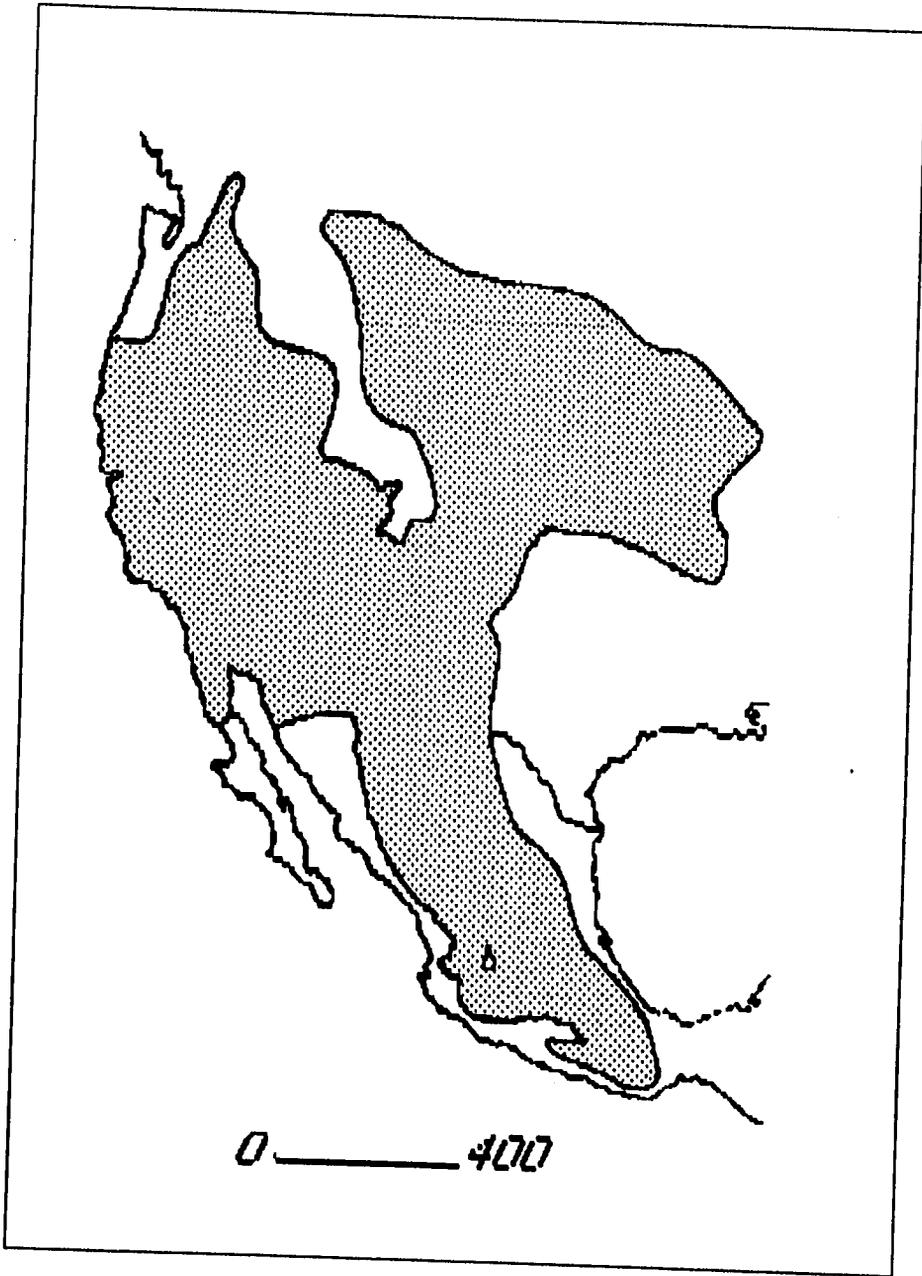


Figura 13. Distribución de *Reithrodontomys megalotis*.

*Peromyscus maniculatus*.

Oswood, 1904.

**Descripción:** En el dorso su coloración va de ante grisáceo a café rojizo. El vientre y las patas son blancos. La cola bicolor, es menor que la longitud de la cabeza y el cuerpo.

**Datos merísticos:** Longitud total: 121-182 mm; Longitud de la cola: 46-123 mm; Pata: 17-25 mm; Oreja: 12-20 mm; Peso: 18-35 g.

**Habitat:** Existe en una gran diversidad de hábitats, como bosques mixtos, bosques de Pino, pastizales, matorrales xerofilos y cercanías de cultivos. Se encuentran mejor donde los pastos son abundantes. En las zonas áridas su distribución es en manchones,

**Hábitos Generales:** Es nocturno. Parecen ser más abundantes en las partes bajas de las montañas. Es buen trepador. Hace sus madrigueras en el suelo en lugares arenosos. Llega a vivir un poco más de dos años. Tiene un hábito hogareño de 0.2 a 1.2 ha y se encuentran entre 25 y 37 ratones por ha. Es muy oportunista en su alimentación, comiendo plantas y animales que se encuentran más disponibles, así como semillas, insectos, materia vegetal, moluscos, anélidos y restos de mamíferos. Esta amplitud de hábitos alimenticios refleja su adaptabilidad y amplia distribución.

**Reproducción:** Se reproduce todo el año, aunque más frecuentemente entre junio a agosto. Pudiendo tener de dos a once partos por año y dar a luz de una a nueve crías, cinco en promedio, durando la gestación de 22 a 35 días. Alcanzan la madurez sexual a las cinco o seis semanas.

**Importancia Económica:** Depreda una gran cantidad de semillas de coníferas. También almacena gran parte de ellas que al no ser encontradas pueden germinar. Es dispersor de hongos micorríticos que inoculan tanto dentro como fuera del bosque, ampliando el área de distribución del mismo.

**Distribución:** Se distribuye desde el norte de Canadá, hasta el centro de México (Figura 14).

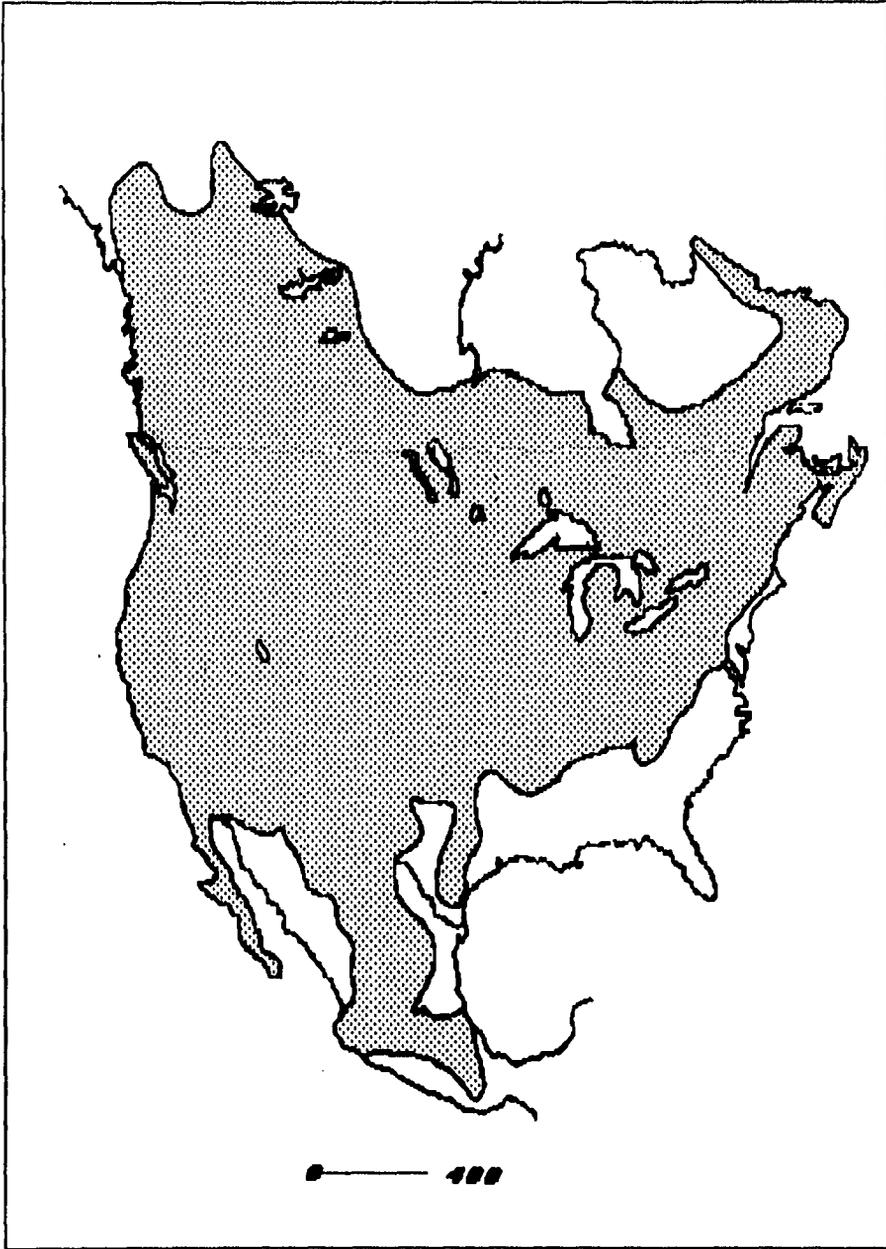


Figura 14. Distribución de *Peromyscus maniculatus*.