

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
BIOLOGIA

00381

3

40<sup>1 ej.</sup>

BIOLOGIA Y DINAMICA POBLACIONAL DE Microtus  
mexicanus mexicanus RODENTIA: MICROTINAE, EN EL  
SUR DE LA CIUDAD DE MEXICO

EJEMPLAR UNICO

T E S I S

QUE COMO PARTE DE LOS REQUISITOS  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
D O C T O R  
P R E S E N T A:

CORNELIO SANCHEZ HERNANDEZ

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.

A LA MEMORIA,  
DE MI MADRE Y HERMANO.

A MIS HIJOS,  
FUENTE DE INSPIRACION Y SUPERACION.

# C O N T E N I D O

	pág.
RESUMEN.	1
INTRODUCCION.	2
Objetivos.	3
Antecedentes.	3
Generalidades sobre biología y dinamica poblacional de microtininos.	4
Distribución del género <u>Microtus</u>	6
Diagnosis de <u>Microtus mexicanus mexicanus</u>	7
Descripción del área de estudio.	8
Agradecimientos.	9
MATERIAL Y METODOS.	10
Análisis demográfico.	11
Otras observaciones biológicas.	14
DEMOGRAFIA.	16
Densidad de población.	16
Densidad de población por sexo.	16
Estructura poblacional por edades	17
Relación de sexos.	17
Reproducción.	18
Tablas de vida.	19
Sobrevivencia.	20
Longevidad.	21
Mortalidad.	21
Esperanza de vida.	22
Tasa neta de reproducción.	23
Tasa intrínseca de incremento natural.	23
OTRAS OBSERVACIONES BIOLÓGICAS.	24
Actividad diurna.	24
Ambito hogareño.	25
Sobrelapamiento.	27
Cambios de pelaje.	28

Variación del peso.	29
Madrigueras.	30
Presencia de otros vertebrados.	31
IMPLICACIONES BIOLÓGICAS DE LOS DATOS DEMOGRÁFICOS.	33
DISCUSIÓN SOBRE LAS OTRAS OBSERVACIONES BIOLÓGICAS.	38
Actividad diurna.	38
Ambito hogareño.	39
Sobrelapamiento.	42
Cambios de pelaje.	42
Variación del peso.	44
Madrigueras.	44
SIGNIFICACIÓN BIOLÓGICA.	46
USO POTENCIAL DE LA INFORMACIÓN.	47
SUMARIO Y CONCLUSIONES.	48
LITERATURA CITADA.	

## DIAGRAMAS.

1. Importancia de los roedores en la naturaleza.

## TABLAS.

1. Relación de sexos por edades y colectas.
2. Tabla de vida para hembras 1a. cohorte. Fase de incremento.
3. Tabla de vida para machos 1a. cohorte. Fase de incremento.
4. Tabla de vida para hembras 2a. cohorte. Fase de incremento.
5. Tabla de vida para machos 2a. cohorte. Fase de incremento.
6. Tabla de vida para hembras. Fase de pico.
7. Tabla de vida para machos. Fase de pico.
8. Tabla de vida para hembras. Fase de declinación.
9. Tabla de vida para machos. Fase de declinación.
10. Sobrevivencia ( $l_x$ ).
11. Longevidad.
12. Mortalidad y/o emigración por edades.
13. Esperanza de vida promedio ( $e_x$ ) en días.
14. Concentración de datos por estación del año de temperatura en °C del ambiente, del suelo y promedio de ejemplares.
15. Promedios totales de temperaturas y número de ejemplares por hora de captura.
16. Resultados obtenidos por el método de longitud observada (m).
17. Resultados obtenidos por el método de área mínima (m<sup>2</sup>).
18. Desplazamientos obtenidos en la población.
19. Porcentaje de solapamiento.
20. Resultados obtenidos en desplazamientos exploratorios.
21. Proporción de ejemplares adultos con cambio de pelaje.
22. Variación del peso promedio en adultos activos.
23. Madrigueras.

FIGURAS.

1. Distribución de Microtus mexicanus.
2. Distribución de Microtus californicus, M. pennsylvanicus, M. quasiter, M. oaxacensis, M. umbrosus, M. guatemalensis y Ondatra zibethicus.
3. Situación del área de estudio.
4. Cambios en la densidad de la población total y por sexos.
5. Estructura por edades de la población total.
6. Estructura por edades de la subpoblación de hembras.
7. Estructura por edades de la subpoblación de machos.
8. Estados reproductivos de hembras, receptivas, no receptivas, con embrión, en lactancia y con embrión, en lactancia y receptiva, en lactancia.
9. Proporción de adultos activos.
10. Períodos de lactancia.
11. Regresión y coeficiente de correlación ( $r$ ) de la supervivencia ( $l_x$ ) de hembras y machos de la 1a. cohorte, fase de incremento.
12. Regresión y coeficiente de correlación ( $r$ ) de la supervivencia ( $l_x$ ) de hembras y machos de la 2a. cohorte, fase de incremento.
13. Regresión y coeficiente de correlación ( $r$ ) de la supervivencia ( $l_x$ ) de hembras y machos, cohorte de la fase de pico.
14. Regresión y coeficiente de correlación ( $r$ ) de la supervivencia ( $l_x$ ) de hembras y machos, cohorte de la fase de declinación.
15. Tasa de mortalidad ( $q_x$ ) para las hembras en las diferentes fases del ciclo, 1o. y 2o. incremento, pico y declinación.
16. Tasa de mortalidad ( $q_x$ ) para los machos en las diferentes fases del ciclo, 1o. y 2o. incremento, pico y declinación.
17. Esperanza de vida ( $e_x$ ) para las hembras en las diferentes fases del ciclo, 1o. y 2o. incremento, pico y declinación.
18. Esperanza de vida ( $e_x$ ) para los machos en las diferentes fases del ciclo, 1o. y 2o. incremento, pico y declinación.

19. Ejemplares capturados por hora y por estación del año en relación al índice de densidad.
20. Ejemplares capturados a diferentes horas en relación a temperatura ambiente y del suelo. Se indica el índice de densidad promedio para cada período.
21. Patrón de actividad diurna obtenido durante el período de estudio.
22. Promedios de índice de densidad y ámbito hogareño en  $m^2$ .
23. Promedios de índice de densidad y ámbito hogareño en  $m$ .
24. Promedios de reproductores y ámbito hogareño en  $m^2$  para hembras y machos por estación del año.
25. Promedios de reproductores y ámbito hogareño en  $m$  para hembras y machos por estación del año.
26. Distribución del ámbito hogareño en  $m$  en relación al número de ejemplares.
27. Distribución del ámbito hogareño en  $m^2$  en relación al número de ejemplares.
28. Promedios de cambio de pelaje para hembras y machos por estación del año, en relación a las fases del ciclo poblacional.
29. Promedios de cambio de pelaje para hembras activas.
30. Promedios de cambio de pelaje para machos activos.
31. Variación del peso promedio y desviación estandar de ejemplares adultos activos en las diferentes fases del ciclo.
32. Estructura de las madrigueras.
33. Estructura de las madrigueras.



## R E S U M E N

El presente trabajo aporta información sobre la biología y dinámica poblacional de Microtus mexicanus mexicanus, obtenida durante dos años de estudio en el camellón central de Calzada de Tlalpan, Distrito Federal. El área de estudio tiene una superficie de 1200 m<sup>2</sup>, con una porción de jardín y otra de vías, en las que se encuentra césped y hierbas anuales. El clima del área -- pertenece al templado subhúmedo con régimen de lluvias de verano.

Las variaciones encontradas en la densidad muestran las fases de incremento, pico y declinación poblacional características de la subfamilia Microtinae. El pico poblacional fue observado en el verano de 1977 con una densidad de 163 ratones. Durante el período de estudio se consideran cuatro cohortes de las cuales se aportan datos de sobrevivencia, longevidad, mortalidad, esperanza de vida, tasa neta de reproducción y tasa intrínseca de incremento natural. Se establecen períodos de reproducción y la estructura poblacional por edades.

Asimismo se aporta información sobre otros aspectos biológicos: patrón de actividad diurna, ámbito hogareño, sobrelapamiento, cambios de pelaje, variación de peso y madrigueras. Así como de la presencia de otros vertebrados en el área de estudio.

Los resultados obtenidos se relacionan y comparan con los de otras especies de microtininos.

## I N T R O D U C C I O N

En nuestro país la fauna mastozoológica tiene gran importancia por formar parte de un recurso renovable, sin embargo, su estudio se reduce a aspectos de sistemática y distribución, careciéndose para la mayoría de las especies de estudios poblacionales, de reproducción, demografía, alimentación, comportamiento, fisiología y genética.

Considerando esta situación hace algunos años decidí iniciar estudios ecológicos que permitiesen un mejor conocimiento y conservación de los mamíferos de México. Para lo cual presente un proyecto de investigación a largo plazo sobre Ecología de roedores del Valle de México.

En virtud de que este tipo de investigación requiere observaciones periódicas a largo plazo, se consideró costo, tiempo, seguridad y facilidad de acceso. Después de varias visitas de prospección en diferentes lugares de la Ciudad de México, se seleccionó esta localidad ya que en otros sitios el desarrollo de construcciones no aseguraba un período continuo de observaciones.

En el trabajo de campo, con la participación de varios alumnos, además de la obtención de los datos sobre la biología y dinámica poblacional de Microtus mexicanus mexicanus, colectamos los ectoparásitos para estudios de colaboración con el Dr. Alfredo Barrera Marín (q.e.p.d.) quien estaba interesado en los resultados del trabajo.

En ambientes alterados los mamíferos pueden constituir plagas agrícolas y forestales, además de ser hospederos o transmisores de numerosas zoonosis. Estas características se manifiestan en los roedores, cuyos representantes constituyen una tercera parte de todas las especies de mamíferos recientes.

Los roedores tienen gran importancia biológica dada su elevada fecundidad, amplia distribución y características poblacionales, (Chitty, 1952; Krebs, 1966; Tamarin, 1977) así como interés económico y social (Jameson, 1950; Jokela y Lorenz, 1959; Arata, 1975; Cox, 1979).

Varios autores (cf Golley, et al, 1975; Fleming, 1975, y Hayward y Phillipson, 1979, etc) discuten la importancia que tienen los roedores en la naturaleza. Sus principales conclusiones se resumen en el diagrama 1.

#### Objetivos.

Este trabajo tiene como objetivo presentar y discutir los resultados obtenidos en dos años de estudio sobre la biología y dinámica poblacional de Microtus mexicanus mexicanus en condiciones urbanas.

#### Antecedentes.

En 1860 Saussure realiza la descripción de Microtus mexicanus. Varios autores describen algunas especies y subespecies de microtininos de México así como aspectos de su distribución, tal y como puede verse en Hall y Kelson (1959, 1981)

La información sobre aspectos de la biología de Microtus mexicanus mexicanus es escasa en comparación al conocimiento de otros microtininos en Norteamérica y Europa. Bailey en 1900 considera a la subespecie en su sinopsis de los microtininos en Norteamérica y señala características biológicas comunes para la subfamilia. Hall y Cockrum, (1953) al efectuar una revisión de la misma, aumentan las observaciones generales sobre la biología del grupo. Camacho (1940) realiza observaciones de laboratorio y de campo e indica la importancia agrícola de este roedor al causar daños en

plantas de cultivo en el Valle de México. Villa (1953) cita los caminos característicos de la especie en el campo y señala observaciones sobre daños en alfalfares. Machado (1960) presenta algunos aspectos reproductivos de la especie y da mayor énfasis a sus ectoparásitos. Hall y Dalquest (1963) señalan actividad reproductiva en los meses de septiembre, octubre y noviembre. Choate y Jones (1970) agrupan la información existente sobre la reproducción de la especie, señalando actividad a través de todo el año. Conley (1976) realiza un estudio sobre competición entre M. longicaudus y M. mexicanus en Nuevo México. Sánchez H. y C. Chávez 1978, 1979; Corona 1980; Corona, Sánchez H. y C. Chávez (en prensa) analizan de manera preliminar algunas características ecológicas de esta población. Vázquez (1980) aporta información sobre área de actividad, densidad y reproducción de la especie en la Sierra del Ajusco, D.F., asimismo, Sánchez C. (1980) señala algunos parámetros demográficos de esa población. Dentro de otros aspectos, Mazzoti y Varela (1953) lo citan como reservorio potencial de Leptospira. Méndez (1974) analiza la fluctuación de sus ectoparásitos y Uribe (1977) estudia su citogenética.

#### Generalidades sobre biología y dinámica poblacional de microtininos.

Los roedores de esta subfamilia comprenden los llamados "ratones de cola corta", "ratones de las praderas", "lemmings" y "ratas almizcleras". Tienen una amplia distribución en el Hemisferio Norte donde su diversidad es notable, y disminuyen hacia el Trópico por debajo del paralelo 23 °N. Ninguna de las especies que habitan lugares fríos hiberna, sin embargo, desarrollan un pelaje invernal y construyen caminos y madrigueras por debajo de la nieve, donde realizan sus actividades. Las entradas de las madrigueras están comunicadas por senderos característicos, el diámetro de los túneles varía dependiendo de la especie y antigüedad de la madriguera. Los túneles conducen a cámaras de descanso o de nidación a diferentes profundidades.

En varias especies de la subfamilia no se ha observado una

estación reproductora definida. En general las hembras tienen camadas que van de dos a ocho pequeños, los cuales crecen rápidamente y son destetados aproximadamente a los 15 días de edad. La madurez sexual se alcanza primero en las hembras y su período de gestación es un poco mayor de 20 días.

Su dieta alimentaria está constituida principalmente de vegetación verde, incluyendo hojas, tallos y cortezas, con especial preferencia por zacates, las semillas son también consumidas. En invierno algunas especies se alimentan de raíces y cortezas de árboles y arbustos.

La dinámica poblacional de los microtininos se refiere al estudio de los cambios en el número de individuos de una población y de los factores que influyen en dichos cambios, por lo que su estudio incluye aspectos demográficos, de relaciones inter e intra específicas, de comportamiento y de las variaciones de elementos climáticos en relación a los procesos de regulación del tamaño de las poblaciones.

Para los microtininos de Norteamérica y Eurasia, los estudios sobre dinámica de poblaciones son abundantes; de estos se han derivado conceptos que establecen la existencia de ciclos poblacionales multianuales, proponiéndose una serie de hipótesis que intentan explicar las características, duración, periodicidad y causas de los ciclos.

En la actualidad se considera que las fluctuaciones poblacionales en microtininos muestran tres características generales, (Krebs, 1964, Krebs et al, 1973, 1974): Un ciclo poblacional presenta variaciones en el número de individuos durante tres o cuatro años; dentro de estas variaciones se pueden reconocer arbitrariamente cuatro fases: incremento, pico, declinación y mínima; éstos ciclos se han encontrado en diversas condiciones ecológicas, desde regiones templadas a las árticas.

Entre los factores señalados en las hipótesis que tratan de explicar los ciclos de los microtininos se encuentran: Clima y sincronía, (Krebs 1964, Fuller 1967, 1969); depredación (Pearson 1966); disponibilidad de alimento (Lack 1954, Pitelka 1958, 1964); "stress" (Christian 1950, Christian y Davis 1964); composición genética y comportamiento polimórfico (Chitty 1952, 1957, 1960); dispersión (Lidicker 1962).

En el presente estudio se examina una población de microtininos en condiciones urbanas, encontrándose modificaciones significativas en el tamaño de las poblaciones en un lapso de dos años, y se discuten las posibles causas de esta variación en los términos de las hipótesis alternativas arriba mencionadas.

#### Distribución del género *Microtus*.

Estos ratones habitan las partes más norteñas de América, extendiéndose hasta Guatemala y las dos terceras partes del Noreste de Eurasia. Generalmente prefieren terrenos planos de climas templados y semitemplados.

El género *Microtus* comprende ocho subgéneros y 26 especies:

*Microtus* (*Pedomys*): *M. ludovicianus*, *M. ochrogaster*.

*Microtus* (*Chilotus*): *M. oregoni*.

*Microtus* (*Aulacomys*): *M. richardsoni*.

*Microtus* (*Stenocranius*): *M. abbreviatus*, *M. mopus*.

*Microtus* (*Pitymys*): *M. parvulus*, *M. quasiter*, *M. pinetorum*.

*Microtus* (*Microtus*): *M. pennsylvanicus*, *M. breweri*,  
*M. nesophilus*, *M. proVectus*,  
*M. californicus*, *M. fulviventer*,  
*M. montanus*, *M. oeconomus*,  
*M. xanthognatus*, *M. chrotorrhinus*,  
*M. coronarius*, *M. longicaudus*,  
*M. townsendii*, *M. mexicanus*

Microtus (Orthriomys): M. umbrosus, M. oaxacensis.

Microtus (Herpetomys): M. guatemalensis.

De acuerdo con Hall y Kelson (1981), en la fig. 1 se indica la distribución de Microtus mexicanus mexicanus y en la fig. 2 la distribución de los diferentes géneros y especies de microtininos en México. En el área de estudio se encontró la subespecie Microtus mexicanus mexicanus. A continuación se presenta su diagnóstico.

Diagnóstico de Microtus mexicanus mexicanus.

Tamaño de 130 a 150 mm de longitud total, cola de 70 a 90 mm, pata de 17 a 21 mm y oreja desde la escotadura de 12 a 15 mm. Peso de 20 a 50 gramos.

El pelaje es suave y denso, en la región dorsal es moreno o moreno canela mezclado con negro, resultando en apariencia un color gris moreno. Lateralmente el color es más pálido. El vientre es blaquecino o gris pálido. Cola bicolor. Las hembras tienen cuatro glándulas mamarias, dos pectorales y dos inguinales. El tamaño de la camada es de uno a cinco pequeños con promedio de 2.7.

En el cráneo los forámenes incisivos son cortos, anchos y truncados posteriormente.

## Descripción del área de estudio

### Localización.

El área de estudio se encuentra al Sur de la Ciudad de México, en las cercanías del Estadio Azteca, entre los 19°26'38" Latitud Norte y 99°15'52" Longitud Oeste (Fig. 3). Forma parte del camellón central de la Calzada de Tlalpan, comprende una superficie de 1200 m<sup>2</sup>, con una zona de vías y una de jardín.

### Clima.

Según el sistema de clasificación de Köppen modificado por García (1973) esta área presenta el tipo CW<sub>1</sub>(w)(e)g, esto es templado subhúmedo con régimen de lluvias de verano, con poca precipitación durante el invierno y verano fresco y largo, la oscilación térmica es extrema y la marcha de temperatura de tipo ganges, con una temperatura media anual de 17°C y precipitación de 840.2 mm.

### Vegetación.

En general se encuentra un estrato herbáceo constituido por plantas anuales, la parte de jardín esta dominada por Penisetum clandestinum y Deschampsia pringlei, además de Medicago sp., Trifolium repens y Taraxacum officinale; en la porción de vías se encuentran Reseda luteola, Argemone ochroleuca, Lepidium virginicum, Sinsybrium irio, Eruca sativa, Erodium cicutarium, Gnaphalium leptophyllum y Digitalis sanguinalis.



## A G R A D E C I M I E N T O S

Deseo hacer patente mi agradecimiento a las siguientes personas:

Al Dr. Ismael Ferrusquía Villafranca, por su amistad, constante estímulo a través de toda mi carrera y por la dirección, supervisión y orientación de este trabajo.

A los Drs. Jose Ramírez Pulido y Bernardo Villa Ramírez, por haberme iniciado en el conocimiento de los mamíferos de México. Al Dr. Rollin H. Baker de la Universidad del Estado de Michigan, por orientar mis inquietudes en el estudio de poblaciones de pequeños mamíferos.

A los Drs. Carlos Márquez Mayaudón y José Sarukhán Kérmes por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

A la M. en C. Catalina B. Chávez Tapia por su valiosa colaboración en las diferentes fases del trabajo y su constante apoyo y estímulo en la continuidad de los estudios. A la Biól. Ma. del Carmen Coroná Vargas por su colaboración en el campo y manejo de algunos datos.

Asimismo, a los Drs. Stephen M. Bullock, investigador de la Estación de Biología "Chamela" y Victor Clulow, profesor del Departamento de Biología de la Universidad Laurentiana de Sudbury, Ontario, Canadá por sus sugerencias y valiosos comentarios al manus crito.

Al jurado dictaminador Drs. Teófilo Herrera Suárez, Carlos Márquez M., Ismael Ferrusquía V., José Ramírez Pulido, Virgilio Arenas Fuentes, Andres Resendez Medina y Fructuoso Ayala Guerrero por sus observaciones y comentarios.

## M A T E R I A L Y M E T O D O S

### Método de muestreo.

En el área de estudio se estableció un sistema de emparillado de 5 x 3 m, colocando una trampa en cada vértice, se utilizó un total de 100 trampas "Sherman". Las trampas fueron cebadas con hojuelas de avena desde las 7:00 hrs, posteriormente se revisaban y volvían a recebar cada dos horas hasta las 17:00. En cada revisión se tomaron datos de temperatura ambiente y del suelo, utilizando un termómetro de máxima-mínima y un geotermómetro de espiga colocado a una profundidad de 15 cm.

Los períodos de colecta fueron de dos días con intervalos de 20, realizándose un total de 33 colectas entre el 12 de octubre de 1976 y el 13 de septiembre de 1978.

Se siguió el método de captura-recaptura marcando a los ejemplares por ectomización de falanges (Orr, 1971). En cada captura se obtenían los siguientes datos por ejemplar: número, estación de colecta, peso, longitud total, sexo, estado reproductor y pelaje.

Para el estado reproductor en los machos se consideró la posición y el tamaño de los testículos, los cuales podían ser abdominales o escrotados. En las hembras se consideró el desarrollo mamario, la abertura de la sínfisis púbica, preñez por palpación de embriones y observaciones de la vagina; abierta o cerrada, en el primer caso se tomaron muestras vaginales para determinar la fase del ciclo estral, utilizando un gotero fino, agua destilada, azul de metileno y fijador en aerosol. Durante el período de estudio se obtuvieron 376 laminillas.

## Análisis demográfico

En esta parte se indican los autores, métodos y criterios adoptados para agrupar e interpretar la información obtenida de los ejemplares estudiados.

### Densidad poblacional total y por sexos.

Para el análisis de la densidad se utilizó el método de enumeración de Krebs (1966), considerando a los ejemplares que se capturaban por primera vez a una edad adulta o subadulta como presentes en el área desde una colecta anterior. Para los aspectos de comportamiento se aplicó el Índice Lincoln (1930), obtenido por la fórmula  $N = \frac{x_1 x_2}{y}$ , donde  $x_1$  representa el número de ejemplares capturados el primer día,  $x_2$  el número de ejemplares capturados el segundo día, y "y" el total de ejemplares recapturados en  $x_2$ .

### Estructura poblacional por edades.

Se consideraron tres categorías, con diferencias entre los sexos, determinadas por medio de su tamaño y estado reproductor.

Machos: Juveniles; de 90-118 mm y testículos abdominales, subadultos; de 119-125 mm y testículos escrotados menores de 7x3 mm, adultos; mayores de 125 mm o con testículos escrotados mayores de 7x3 mm.

Hembras: Juveniles; de 90-118 mm, subadultas; de 119-132 mm, adultas; mayores de 132 mm o con vagina abierta.

### Relación de sexos.

Se analiza la relación sexual por edades e incluyendo a todos los ejemplares para cada colecta y durante todo el período de estudio utilizando la prueba de  $\chi^2$ .

### Períodos reproductivos.

Para determinar los períodos de reproducción se sigue el criterio de Tamarin (1977), considerando el inicio de la reproducción tres semanas antes de que el 60% de las hembras de la población estén en lactancia, ya que las estaciones del año no son tan marcadas.

Se consideraron como activos los machos con testículos mayores de 7x3 mm (Méndez, 1974). La actividad de las hembras se determinó por: vagina abierta, preñez, presencia de estro y de lactancia, se considera en lactancia a todas las hembras que presentaron desarrollo mamario mediano y grande con pezones de color rosado.

### Tablas de vida.

Durante los dos años de colecta los juveniles y subadultos encontrados pudieron considerarse como integrantes de cuatro grupos o "cohortes", las cuales se dividieron por sexo. Se elaborará una tabla de vida para cada cohorte hasta la muerte del último ejemplar.

Para la construcción de las tablas de vida se consideran 20 días como intervalo de tiempo entre las edades, asignando a los juveniles capturados por primera vez una edad de 14 días, edad a la cual los ejemplares se desplazan por fuera de la madriguera (Camacho, 1940).

Los parámetros que se tomaron en cuenta son los siguientes:

$n_x$ , número de ejemplares.

$l_x$ , número de ejemplares sobrevivientes de la cohorte hasta la edad  $x$ . Se determinó también la longevidad de cada ejemplar mediante su registro continuo, durante el período de estudio.

$d_x$ , número de ejemplares que mueren durante cada intervalo de tiempo.

$q_x$ , tasa de mortalidad de la cohorte. Asimismo la mortalidad se obtuvo por medio de una evaluación directa de los ejemplares desaparecidos que son considerados como muertos o fuera del área de estudio.

$L_x$ , número de ejemplares vivos durante el intervalo entre la edad  $x$  y  $x+1$ .

$T_x$ , número de unidades de tiempo vividas por la cohorte de edad  $x$  hasta que todos los ejemplares mueran.

$m_x$ , número promedio de hembras por camada producidas por una hembra de edad  $x$ . De acuerdo a Hall y Kelson (1959), para esta especie  $m_x = 2.7$

$T$ , tiempo medio de vida de la cohorte. Para obtener  $x l_x m_x$  se considera  $x$  como el tiempo medio entre dos períodos de colecta.

$e_x$ , esperanza de vida promedio para ejemplares de edad  $x$ , y  $e_0$ , esperanza de vida promedio para la cohorte.

$R_0$ , tasa neta de reproducción, número de hijas producidas por una hembra durante su vida.

Se calcula la tasa intrínseca de incremento natural ( $r$ ) para cada cohorte utilizando la siguiente fórmula (Poole, 1974):

$$1 = \sum_0^n e^{-rx} l_x m_x$$

## Otras observaciones biológicas

Se señalan los autores, criterios y métodos seguidos para la integración de datos sobre aspectos de comportamiento y fisiología de Microtus mexicanus mexicanus.

### Actividad diurna.

Se determina un patrón de actividad diurna, considerando el número de ejemplares capturados cada dos horas en relación a la temperatura ambiente y del suelo, por colecta, estación del año y durante el período de estudio.

### Ambito hogareño.

Para el cálculo del ámbito hogareño se sigue el método de longitud observada, el cual se realiza midiendo la longitud de una línea que conecta los puntos extremos de captura, y el de área mínima, obteniendo superficies a partir de la unión de los puntos de captura (Harrison, 1969). Los datos se analizan por estación del año, agrupando a los ejemplares por sexo, edad y estado reproductor, con los criterios señalados anteriormente.

El ámbito hogareño de adultos activos se analiza en relación a la densidad poblacional total. Asimismo se determina el porcentaje de sobrelapamiento considerando los sitios de trapeo de hembras, machos y de la población muestreada.

Se efectúan correlaciones lineales entre los valores de longitud observada, área mínima y sobrelapamiento contra índice de densidad y porcentaje de reproducción.

Se indican los desplazamientos de naturaleza exploratoria (Burt, 1943) observados en 22 ejemplares durante todo el estudio.

### Cambios de pelaje.

Se revisó la región dorsal y ventral del ejemplar, anotando en esquemas la presencia de muda. Para su análisis se consideró el sexo, la edad y el estado reproductor. Se agrupa por estación del año a los adultos activos e inactivos, subadultos y juveniles, señalando en éstos últimos el tamaño y peso promedio de ejemplares con muda. Los resultados se relacionan con el índice de densidad.

### Variación del peso.

Se obtienen los valores promedio, desviación estandar, mínimo y máximo del peso de adultos activos en relación a cambios en la densidad. Se aplica la prueba de "t".

### Madrigueras.

Para conocer la estructura y profundidad de las madrigueras se hicieron moldes de las mismas utilizando una mezcla líquida de yeso y cemento.

De los moldes obtenidos se realizan esquemas señalando la estructura, profundidad y características de túneles y cámaras. Se impermeabilizaron los fragmentos para obtener de una manera aproximada el volumen de tierra removida, observando el desplazamiento de agua por molde.

## DEMOGRAFIA

Se indican los resultados de los parámetros demográficos, obtenidos durante dos años de observación.

### Densidad de población.

A través del período de estudio, el análisis de densidad de Microtus mexicanus mexicanus presenta variaciones notables; de octubre de 1976 a septiembre de 1977 la población se incrementa a más del doble de la inicial, alcanzándose un máximo de 163 ratones. Posteriormente hay una rápida disminución, obteniéndose un mínimo de 50 ejemplares para el mes de julio de 1978, a partir de éste se observan ligeros aumentos y disminuciones hasta septiembre de 1978 (Fig. 4).

Dichas variaciones en densidad corresponden a las fases de incremento, pico y declinación de un ciclo poblacional multianual característico de los representantes de la subfamilia Microtinae.

### Densidad de población por sexos.

En la fig. 4 se pueden apreciar para las hembras tres máximos de densidad, a finales de la primavera de 1977, a fines de verano y principios de otoño del mismo año y a mediados del invierno 1977-78. La fase de incremento es muy homogénea, sólo se observan ligeros descensos en los meses de enero y mayo de 1977. El pico poblacional se alcanza en septiembre del mismo año e inmediatamente después se presenta la fase de declinación, la cual alcanza un mínimo de 26 ejemplares a mediados de junio, después se observa un ligero aumento y una disminución.

Para los machos la fase de incremento presenta pequeñas fluctuaciones, observándose el pico poblacional al final del verano y principios de otoño de 1977. La declinación es inmediata pero



lenta, alcanzando un mínimo de 20 ejemplares en abril de 1978, para aumentar ligeramente en julio y agosto y disminuir en septiembre de 1978.

#### Estructura poblacional por edades.

El análisis de la composición por edades de la población (Fig. 5) muestra un máximo de adultos en la primavera y principios de verano de ambos años; un porcentaje mayor de juveniles en el primer año en comparación al segundo y tres períodos en los que juveniles y subadultos constituyen más de la sexta parte de la población, siendo éstos el de final de invierno de 1976-77, al término de la primavera de 1977, principio de verano y final de invierno de 1977-78 y desde mediados de la primavera de 1978 hasta la última colecta. En los adultos se observan densidades mínimas a principios de la primavera y durante el verano de 1978.

Para las hembras (Fig. 6), la distribución por edades en las tres categorías generalmente presenta un mayor porcentaje que el de los machos. En las juveniles y subadultas se definen claramente los períodos señalados para la población total. Los mayores porcentajes de hembras adultas se presentan al final de la primavera y otoño de 1977 y durante la primavera de 1978.

En los machos se observa una ausencia de juveniles entre los meses de mayo a julio de 1977 y febrero a mayo de 1978, sin embargo los subadultos no desaparecen por más de un período de colecta. El mayor porcentaje de machos adultos se presenta en el invierno de 1976-77, en la primavera de 1977 y para fines del verano de 1978 (Fig. 7).

#### Relación de sexos.

La proporción de sexos por edades durante el período de estudio se presenta en la Tabla 1, se aprecian diferentes relacio-

nes con una dominancia general de hembras.

Para la edad juvenil la relación sexual es variable, sin embargo en los subadultos se aprecia una abundancia de hembras del otoño de 1976 al invierno de 1977 con algunas relaciones 1:1 y una mayor proporción de machos en la primavera y verano de la declinación.

En los adultos se manifiesta una abundancia de hembras con valores significativos en 16 de 32 colectas, durante el verano de la fase de incremento, en la fase de pico y durante el invierno y la primavera de la declinación.

La razón total entre machos y hembras varía de 1:0.8 a 1:2.2 durante los diferentes períodos de colecta. La proporción promedio de la población total es de 1:1.37.

#### Reproducción.

Los cambios reproductivos de las hembras adultas para cada colecta se representan en la fig. 8, considerando la suma de estos como el 100%. Con base a lo anterior, señalamos que Microtus mexicanus mexicanus es poliestro y presenta estros de postparto, ya que se registran hembras en lactancia - con embriones, existiendo por ello sobreposición de generaciones. Así mismo, los registros de las hembras preñadas indican un promedio de 2.13 camadas por año, encontrando algunas con más de cinco.

La edad a la cual se inicia la actividad reproductora para esta especie varía dependiendo de la fase del ciclo poblacional. En las hembras la primera reproducción se encontró entre los 34 y 54 días en la fase de incremento y entre los 74 y 94 días en la fase de pico y declinación. En los machos se encontraron testículos escrotados entre los 34 y 54 días durante las tres fases del ciclo.

En términos generales hubo actividad reproductora durante todo el período de colecta; en las hembras se observó una mayor actividad durante el invierno de 1976-77, el verano de 1977 y de la primavera al verano de 1978. En los machos el aumento de actividad reproductora se registró en otoño e invierno de 1976-77, en verano y otoño de 1977 y en verano de 1978 (Fig. 9),

Durante el otoño e invierno de 1976 la actividad reproductora va en aumento, mientras que en este mismo período en el siguiente año se presenta un brusco descenso. En el invierno de 1976 se observa un período reproductor, con ligera disminución hacia la primavera. En el verano de ambos años se observa la máxima actividad reproductora en la población, siendo más constante e intensa en el primer año correspondiente a la fase de incremento y pico.

Considerando el porcentaje de las hembras en lactancia se establecen tres períodos reproductores (Fig. 10); desde principios de invierno de 1976 hasta mediados de la primavera de 1977, en el verano de 1977 y durante el verano de 1978.

Durante el trabajo de campo se pudo observar que en los períodos de reproducción los ratones cortaban y acarreaban zacate hacia el interior de sus madrigueras para la construcción de nidos. Al final de los períodos se observó la limpieza de las mismas, encontrándose restos de zacate perteneciente a los nidos y heces fecales cerca de las entradas.

#### Tablas de vida.

Para analizar la historia de vida de la población de manera cuantitativa, se distinguen cuatro grupos de juveniles que se presentan durante períodos cortos y bien separados; dos pertenecen a la fase de incremento, una a la de pico y otra a la fase de declinación.

Los resultados de las tablas de vida para cada cohorte se citan para hembras y machos respectivamente (Tablas 2 a 9).

### Sobrevivencia.

En la 1a. cohorte (Tablas 2 y 3, fig. 11) observamos que de los 14 a los 94 días de edad la sobrevivencia de las hembras es ligeramente menor a la de los machos. Sin embargo, a partir de esa edad, la sobrevivencia en general sera mayor para las hembras. La edad máxima alcanzada en hembras y machos respectivamente, fue de 634 y 514 días para un ejemplar.

En la 2a. cohorte (Tablas 4 y 5, fig. 12), la sobrevivencia en las hembras es similar a la de los machos hasta la edad de 54 días, después de ésta, se observan variaciones en ambos sexos, encontrándose una edad máxima de 374 y 414 días para hembras y machos respectivamente.

Para la 3a. cohorte, perteneciente a la fase de pico (Tablas 6 y 7, fig. 13) se observa una menor sobrevivencia en las hembras hasta la edad de 214 días, aumentando a partir de ésta hasta los 314 días. Posteriormente el comportamiento en hembras y machos es similar. La edad máxima fue de 394 días para ambos sexos.

En la 4a. cohorte, de la fase de declinación (Tablas 8 y 9, fig. 14) la sobrevivencia es ligeramente mayor en las hembras. Sin embargo, la máxima edad alcanzada es de 274 días en ambos sexos.

En la tabla 10, se citan los valores de  $\bar{X}$ ,  $S$  y coeficiente de correlación "r" por sexo para cada una de las cohortes. Se obtiene en todas una correlación inversa significativa, no existiendo diferencias entre las medias de sobrevivencia entre hembras y machos.

La diferencia de medias entre hembras de las diferentes fases del ciclo, son significativas entre la cohorte 1a. y 2a. de la

fase de incremento y entre la cohorte 1a. y 3a. ( $t=3.33$ ,  $p<0.002$ ), así como entre la cohorte 1a. y 4a. ( $t=7.79$ ,  $p<0.001$ ).

Para los machos estas diferencias solo son significativas entre la 1a. y 4a. cohorte ( $t=2.64$ ,  $p<0.02$ ).

#### Longevidad.

De 467 ejemplares registrados de manera continua, 248 son hembras y 219 machos, de los cuales la longevidad promedio es de 334 y 274 días respectivamente. Asimismo se observa que el 28.69% de la población total no sobrepasa los 54 días de edad. La máxima longevidad registrada para hembras y machos es de 634 y 514 días (Tabla 11).

#### Mortalidad.

En las columnas  $d_x$  de las tablas de vida se cita el porcentaje de mortalidad de las cohortes en relación al censo previo. Se observa que la mayor mortalidad en ambos sexos se registra a la edad de 54 días, posteriormente se presentan variaciones, alcanzando máximos a diferentes edades. En las figs. 15 y 16 se representan las tasas de mortalidad ( $q_x$ ) para hembras y machos respectivamente.

Para las hembras observamos que en las diferentes cohortes hay un pico de mortalidad a la edad de 54 días. Durante la fase de incremento, en la 1a. cohorte este parámetro varía irregularmente, notándose picos de mortalidad a los 314, 394, 454 y 534 días. Para la 2a. cohorte también se presentan variaciones observándose un segundo pico a la edad de 254 días, alcanza su máximo a los 374. Durante la fase de pico la tasa de mortalidad es irregular, notándose un segundo aumento a los 334 días y un máximo a los 374. En la fase de declinación el segundo aumento se presenta a la edad de 194 días y su máximo a los 274 días.

En general en los machos se manifiesta el mismo patrón que en las hembras, sin embargo sus variaciones son más drásticas. En la 1a. cohorte se notan aumentos de mortalidad a las edades de 214, 274 y 374 días. En la 2a. cohorte se presentan aumentos en mortalidad a los 74, 194, 254 y 314 días. Para la fase de pico hay aumentos considerables a los 214 y 334 días. Y en la 4a. cohorte de la declinación se observa la mayor mortalidad a la edad de 134 y 194 días.

Los ejemplares que dejaron de ser capturados se les considero como muertos o fuera del área de estudio. En la tabla 12 se puede observar que los valores máximos siempre correspondieron a los adultos.

#### Esperanza de vida.

En las figs. 17 y 18 se representa la esperanza de vida ( $e_x$ ) para hembras y machos respectivamente. En la 1a. cohorte se observa una esperanza de vida similar para ambos sexos hasta los 314 días, posteriormente es mayor en las hembras. Para la 2a. cohorte ésta es similar hasta los 154 días, aumentando en los machos hasta los 274, después las hembras aumentan ligeramente y disminuyen a los 354 días, siendo los machos en general los que presentan mayor esperanza de vida. Para las fases de pico y declinación las esperanzas de vida en ambos sexos disminuyen y son muy parecidas.

Las esperanzas de vida promedio para las diferentes edades se indican en la tabla 13. Se observa que ésta es generalmente mayor en las hembras, siendo mayores en los machos sólo para los adultos de la 2a. cohorte y para los juveniles y subadultos de la fase de pico. Sin embargo, la diferencia de promedios solo es significativa entre las hembras del primer y segundo incremento ( $t=2.8, p<0.01$ ).

La esperanza de vida promedio por sexo para cada cohorte disminuye de la fase de incremento a la declinación, en las hembras va de 127.9 a 57.9 y en los machos de 100.0 a 51.9, encontrándose valores similares para ambos sexos en la 2a. 3a. y 4a. cohorte. El tiempo medio de vida de las cohortes muestra el valor más alto para la primera del incremento con 195.03 y para la fase de pico con 160.38, registrándose el menor valor (99.43) para la 2a. cohorte.

Tasa neta de reproducción.

El valor máximo de  $R_0$  encontrado para Microtus mexicanus mexicanus fue de 5.0 para la 1a. cohorte de la fase de incremento, después disminuye paulatinamente hasta 1.03 en la cohorte de la fase de declinación. En la 2a. y 3a. cohorte se obtuvo 2.69 y 1.23 respectivamente.

Tasa intrínseca de incremento natural.

La tasa de incremento natural obtenida fue mayor para la segunda fase de incremento ( $r=.186$ ) y menor durante la fase de pico ( $r=.077$ ). Para la 1a. y 4a. cohorte se obtuvieron respectivamente los siguientes valores ( $r=.096$ ,  $r=.088$ ).

## O T R A S O B S E R V A C I O N E S B I O L O G I C A S

En esta parte se manifiestan los resultados obtenidos de las observaciones de comportamiento y fisiología de estos roedores.

### Actividad diurna.

El análisis de los datos obtenidos por colecta indican patrones de actividad similares, con pequeña variación en el número de ejemplares capturados en relación a la estación del año, condiciones de nubosidad y precipitación, así como a modificaciones en la vegetación, lo que afecta la temperatura del área de estudio.

Comparando los promedios obtenidos por estación del año con el índice de densidad de la población, (Fig. 19) se observa en general que las colectas mantienen dos máximos de actividad; a las 11:00 y 17:00 hrs, aunque se presenten variaciones en la densidad.

El número de ejemplares capturados a las 9:00 hrs durante las estaciones de invierno es notablemente bajo, registrándose en este período temperaturas menores a los 14 °C. Para la primavera, verano y otoño, se observa un aumento en el número de ejemplares capturados a las 9:00 hrs, con un registro de temperatura mayor a los 14 °C, que favorece un aumento en la actividad de estos roedores.

Agrupando los datos por estación del año en relación a las temperaturas observadas, la mayor actividad se encuentra a temperatura ambiente de 17.6 a 24.5 °C y a temperatura del suelo de 13.7 a 19.7 °C (Fig. 20, tabla 14). Se observa además que a temperaturas menores de 17 °C, las cuales se registran a las 9:00 hrs, y a temperaturas mayores de 25 °C que se registran a las 13:00 y 15:00, se presenta una disminución en la actividad de estos ratones. Así mismo, en las colectas donde no se presentan los dos máximos de actividad, se observaron altas temperaturas o precipitación.



El aumento de capturas a las 17:00 hrs se debe a la disminución de las temperaturas registradas a las 13:00 y 15:00 hrs.

La fig. 21 indica los promedios de temperatura y número de ejemplares capturados durante todo el período de observación, Se obtiene una curva de actividad diurna que muestra dos picos; el mayor a las 17:00 y el otro a las 11:00 con registros de temperatura ambiente que fluctúan entre los 20.8 a 21.1 °C y temperatura del suelo que varía de 16.9 a 18.4 °C (Tabla 15).

#### Ambito hogareño.

En las tablas 16 y 17 se señalan los valores de los ámbitos hogareños obtenidos por sexo, edad y estado reproductor, en todas las categorías se observan mayores desplazamientos para los machos. En la tabla 18 se indican los ámbitos hogareños obtenidos para adultos, subadultos y juveniles en las categorías ya mencionadas, anotándose el total de ejemplares estudiados.

Los ejemplares juveniles, tanto hembras como machos manifiestan desplazamientos mínimos.

Por longitud observada los machos subadultos presentan variaciones en el tamaño del ámbito en comparación a los adultos activos e inactivos, en cambio los de las hembras subadultas son menores a los de las hembras activas e inactivas.

Por área mínima los subadultos de ambos sexos tienen un ámbito menor que el de los activos e inactivos. Los machos inactivos son los de mayor ámbito en los meses de menor reproducción, con una correlación positiva entre el porcentaje de inactividad y tamaño del ámbito ( $r=.83$ ,  $p=0.01$ ).

El análisis de los ámbitos de las hembras reproductivas muestran un mayor tamaño en receptoras en comparación a los que

presentan preñadas o en lactancia. Se observa que los ámbitos en  $m^2$  de hembras en lactancia-preñadas, y los de en lactancia en  $m$ , son mayores a los que manifiestan las hembras preñadas.

El coeficiente de correlación para porcentaje de machos reproductivos y longitud observada es significativo ( $r=.71, p=0.05$ ).

Durante todo el período de estudio la actividad reproductora en los machos es mayor. En ambos sexos se manifiestan dos máximos en las estaciones de verano. El ámbito promedio de ejemplares adultos activos obtenido en  $m^2$  durante los veranos, es mayor en relación a los períodos de menor reproducción ( $t=2.15, p<0.05$ ).

Solo las hembras manifiestan una correlación inversa significativa entre el porcentaje de inactividad y tamaño del ámbito hogareño ( $r=-.73, p=0.05$ )

En las figs. 22 y 23 observamos los cambios en el índice de densidad y el ámbito hogareño promedio de hembras y machos adultos activos por estación del año en  $m^2$  y  $m$ .

Analizando los datos por área mínima ( $m^2$ ), se observa una notable disminución en los meses invernales, un aumento del tamaño del ámbito a medida que aumenta la densidad, disminuyendo antes del pico poblacional y hacia el invierno de 1977, seguido de un aumento notable para la primavera y verano de 1978, que coincide con los índices de densidad más bajos obtenidos durante todo el estudio. El ámbito hogareño de los machos es siempre mayor al observado en las hembras ( $t=2.2, p<0.05$ ).

Por longitud observada ( $m$ ), las variaciones en el ámbito hogareño son menos marcadas, sin embargo, se manifiesta disminución en el invierno y el comportamiento de los machos es similar al señalado por el método de área mínima. En este caso, las hembras dis

minuyen su ámbito en el primer invierno y lo incrementan ligeramente hasta la fase del pico poblacional, para disminuir de nuevo en el segundo invierno y aumentar hacia la primavera y verano de 1978. El ámbito hogareño en los machos es ligeramente mayor al de las hembras con excepción del otoño de 1977. Los coeficientes de correlación para estos parámetros no fueron significativos.

Las figs. 24 y 25 muestran el porcentaje de hembras y machos reproductores en relación al ámbito hogareño obtenido en  $m$  y  $m^2$ .

La frecuencia en el tamaño del ámbito hogareño en  $m$  y  $m^2$  en relación al número de ejemplares adultos activos, por sexo, se representa en las figs. 26 y 27. Para longitud observada encontramos la mayor frecuencia entre 8.1-10.0  $m$  en hembras y 12.1-14  $m$  para los machos. Por área mínima la mayor frecuencia en las hembras se observa entre los 17.5-22.0  $m^2$  y en los machos entre 42.5-47.0  $m^2$ .

#### Sobrelapamiento.

En la tabla 19, se indica el porcentaje de sobrelapamiento encontrado por sexo y para la población total. Se observa que para todas las estaciones del año a excepción de la primavera de 1978, el sobrelapamiento entre los machos es siempre menor al observado entre las hembras. El mayor porcentaje para las hembras se observa durante primavera-verano 1977 y para los machos en el verano de 1977, períodos que corresponden a las fases de incremento y pico poblacional respectivamente. Durante el verano de 1977 se observa también el mayor sobrelapamiento entre hembras y machos de la población.

El coeficiente de correlación entre densidad y sobrelapamiento de la población de Microtus mexicanus mexicanus es positivo pero con  $r=.66$  ( $p=0.05$ ) solamente.

El comportamiento que señala Burt (1943) en relación a des

plazamientos exploratorios (Tabla 20) se observó en un promedio de 22 ejemplares.

### Cambios de pelaje.

El método de captura-recaptura nos permitió seguir la secuencia de cambios de pelaje de algunos ejemplares capturados como juveniles hasta adultos, observando sólo una muda en edad juvenil y otra en subadulto que manifiesta los colores característicos de la especie, la aparición del pelo se establece por manchas y no sigue una dirección definida.

En ejemplares juveniles el pelaje observado es fino y laxo de color gris obscuro, éste es reemplazado entre los 18 y 24 días de edad por un pelaje de subadulto que aparece en los machos en ejemplares de tamaño promedio de 109.8 mm (96-118) y en las hembras de 112.9 mm (86-118) con peso promedio de 18.5 y 19.0 gramos respectivamente. Este pelaje es más abundante, de color gris obscuro con puntas ligeramente acaneladas en la región dorsal. El cambio de pelaje de subadulto hacia adulto se observó en ejemplares con longitud total promedio de 123 mm (119-132) y 22 grs. para ambos sexos. La aparición subsecuente de muda en los adultos es irregular y esta asociada al inicio de la actividad reproductiva de los ejemplares.

El análisis de los ejemplares adultos (Fig. 20, tabla 21), indica que más de un 40% de éstos manifiestan cambios de pelaje en todas las estaciones del año. Se observan porcentajes altos para los meses de otoño de 1976 a otoño de 1977, período en el que los reproductores constituyen más del 85% de la población, la cual presenta un alargamiento del período reproductor correspondiente a la fase de incremento y pico poblacional.

Para el invierno de 1977 se observa una notable disminución en porcentaje de reproductores e incidencia de muda. La presencia de muda en inactivos es menor al 18%, observándose valores altos en

otoño de 1976 e invierno de 1977. El coeficiente de correlación entre incidencia de muda y actividad reproductiva es significativo ( $r=.66$ ,  $p=0.05$ ).

Agrupando a los adultos por sexo, la incidencia de muda en hembras activas (Fig.29) sigue el patrón establecido por el inicio de la actividad reproductiva, encontrándose el mayor porcentaje en la estación anterior a los picos de reproducción.

Durante la fase de incremento el porcentaje varía de 13.2 a 22.7, en el pico representa un promedio de 13.5 y para el invierno de la fase de declinación constituye menos del 2%, observándose un aumento notable durante la primavera y verano de 1978 en donde se manifiesta un promedio de 35.4%.

Es necesario señalar que durante el período de estudio la presencia de muda en hembras preñadas y en lactancia es mínima y en general representa menos del 3%. El cambio de pelaje en hembras en lactancia-preñadas sólo fue registrado para un ejemplar durante el verano de 1977, y representa un 0.45% para esa estación.

En los machos (Fig. 30) el porcentaje de ejemplares con muda se incrementa del 35 al 56% al aumentar la actividad reproductiva, presenta un ligero descenso en el verano y un máximo en el otoño de 1977 con 63% de ejemplares con muda, posteriormente, al disminuir la actividad reproductora disminuye la presencia de muda.

La correlación entre actividad reproductiva y presencia de muda por sexo es altamente significativa, para las hembras de  $r=.91$  ( $p=0.001$ ) y para los machos de  $r=.87$  ( $p=.001$ ).

#### Variación del peso.

El análisis del peso promedio de ejemplares adultos activos (machos con testículos esrotados de más de  $7 \times 3$  mm y hembras recep-

tivas), (Fig. 31, tabla 22) durante cada una de las fases del ciclo poblacional muestra valores mayores durante el incremento y pico en comparación a los encontrados durante la declinación.

Para ambos sexos existen diferencias significativas entre el peso promedio de la fase de pico con el de la declinación, ( $\bar{p} \bar{q}$   $t=4.72$ ,  $p<0.001$ ;  $\bar{o} \bar{o}$   $t=3.5$ ,  $p<0.001$ ) y en los machos entre la declinación y el período de menor número de ejemplares ( $\bar{\sigma} \bar{\sigma}$   $t=2.8$ ,  $p<0.01$ ). El peso entre hembras y machos de cada fase sólo presenta diferencias significativas en el incremento ( $t=3.33$ ,  $p<0.002$ )

### Madrigueras.

Durante el trabajo de campo se obtuvieron los moldes de siete madrigueras. Estas varían en forma y complejidad (Figs. 32 y 33). Las más simples presentan túneles de 5 cm de diámetro a una profundidad de 8 a 15 cm, con menos de cinco entradas y entre 55 a 200 cm de longitud (a, b, c), utilizadas sólo de refugio temporal.

Las otras forman una intrincada red de túneles que aparentemente unen madrigueras de varios ejemplares, tienen cámaras de 14 a 20 cm de diámetro, algunas de las cuales son utilizadas como sitios de descanso y otras constituyen nidos que son construidos con zacate y material de desecho como plástico y papel, que son mordidos hasta formar pedazos finos. Las cámaras con nido siempre se encontraron a una profundidad mayor de 30 cm sin entrada directa del exterior, mientras que los túneles se hallaron entre los 20 a 45 cm de profundidad.

En la superficie las entradas de las madrigueras están comunicadas por senderos o caminos característicos de estos roedores, de aproximadamente 5 cm de ancho.

En la tabla 23 se agrupan los datos obtenidos de cada una

de las madrigueras. En general la cantidad de tierra removida es de aproximadamente 250 gramos por cada 20 cm.

#### Presencia de otros vertebrados

Es digno de notar, que en el área, la población dominante estaba constituida por Microtus mexicanus mexicanus. Puede considerarse que el ratón casero (Mus musculus) es un habitante subordinado, ya que durante el período de dos años de captura el número de ejemplares capturados (93) representan 2.8 ejemplares por colecta, lo que denota su baja densidad. También es muy significativo que de los 93 ejemplares capturados sólo diez fueron recapturados. Ello sugiere, que se trata de ratones de gran movilidad que sólo están de paso en el área.

La captura de dos ejemplares de Rattus rattus en el período de dos años de colecta, indica que esta especie es solo un habitante eventual del área.

En el área de estudio no se observaron depredadores naturales permanentes de Microtus mexicanus mexicanus. En los meses de otoño y parte del invierno del primer año se observó una pareja de halcones peregrinos (Falco sparverius). En consecuencia el impacto de estos depredadores sobre la población, parece no ser significativa.

El hombre realiza una actividad de mantenimiento, limpieza de las vías del tren y áreas aledañas que implica la posible destrucción de nidos, muerte ocasional de algunos individuos y la alteración del macrohábitat. Ello podría representar que esta actividad humana, constituye un factor importante en la modificación del tamaño de la población de Microtus mexicanus mexicanus. Sin embargo se observó que aparentemente las variaciones en las densidades de Microtus mexicanus mexicanus durante el período de dos años de estudio, no parecen guardar ninguna correlación con la actividad humana.

actividad humana. En consecuencia este factor parece ser no reelevante en el control y regulación del tamaño de la población.



## IMPLICACIONES BIOLÓGICAS DE LOS DATOS DEMOGRÁFICOS

Se discuten y comparan las variaciones en la densidad poblacional de Microtus mexicanus mexicanus en relación a los parámetros demográficos obtenidos, con información sobre otros microtininos.

Las fluctuaciones encontradas en la densidad permiten señalar para esta especie el comportamiento característico de los ciclos poblacionales multianuales de los microtininos del Hemisferio Norte.

La fase de incremento poblacional comprende del otoño de 1976 al verano de 1977. Se caracteriza por presentar abundantes juveniles y subadultos y una actividad reproductiva alta y constante. Asimismo se observa un alcance de madurez para ambos sexos entre los 34 y 54 días de edad y una tendencia de aumento en la proporción de hembras por macho. Durante esta fase se presentan con mayor frecuencia estros de postparto y lactancia.

Los valores de sobrevivencia, longevidad y esperanza de vida son los más altos durante esta fase, razón por la cual la tasa neta de reproducción y la tasa intrínseca de incremento es mayor. Este último valor es semejante a los citados por Krebs y Myers (1974) para Microtus californicus, M. ochrogaster y M. pennsylvanicus durante la fase de incremento.

Un incremento poblacional según Hamilton (1937) y Hoffman (1958) puede explicarse por una aceleración de la tasa de natalidad, originada por un alcance temprano de madurez; un alargamiento del período reproductor que favorece aumentos en el número de pequeños producidos. al reducirse el intervalo entre la preñez sucesiva de cada individuo con manifestación de estro de postparto, o bien debido a un aumento en el tamaño de la camada. En este

estudio se establece claramente un alargamiento del período reproductor.

La prolongación de la actividad reproductora durante el invierno de la fase de incremento, también ha sido señalada por Krebs y Myers (1974) para varios microtininos.

Lack (1954) y Pitelka (1964), señalan que la causa de aumento y disminución de las poblaciones se deben a cambios estacionales en la cantidad y calidad del alimento. El incremento en la densidad y reproducción de Microtus mexicanus mexicanus es favorecido por el régimen de lluvias, lo que determina un aumento de renuevos y plántulas, las cuales según Negus y Pinter (1966) tienen sustancias estrogénicas que actúan como factores gonadotróficos, estimulando la reproducción.

En Microtus mexicanus mexicanus se presenta un pico poblacional en el verano, característico de las fluctuaciones de microtininos, como ha sido señalado por Krebs (1966) y Krebs et al (1973). Esta fase es definida como un período de pocos cambios en el número de ejemplares con una densidad poblacional típicamente alta, en comparación a las otras fases (Krebs y Myers 1974).

El pico poblacional para esta especie tiene una duración de poco más de un mes y se presenta a fines de verano y principios del otoño de 1977, se caracteriza por alcanzar un máximo de 163 ratones en una superficie de 1200 m<sup>2</sup>, lo que corresponde a una densidad de 1358 ratones por hectárea. Esta es la densidad más elevada comparada con la de otras especies como la de M. pennsylvanicus obtenida por varios autores; Bole (1939) de 210/ha y de 35/ha; por Getz (1960), de 17/ha; y por Krebs et al (1969) de 136 a 149/ha en diferentes localidades. Para Microtus ochrogaster se han obtenido las siguientes densidades: Fitch (1957) de 334-358/ha; Martín (1956) de 89-99/ha; y Krebs et al (op.cit.) de 361/ha.

La elevada densidad encontrada se debe probablemente a la ausencia de depredadores y competidores en el área. Conley (1976) en Nuevo México, encontró para M. mexicanus una densidad de 30/ha originada por una competición por espacio con M. longicarpus, cuya densidad fue de 120/ha. Vázquez y col. (en prensa) indican una densidad de 9-51/ha para Microtus mexicanus mexicanus en una área de reforestación de pino.

Durante la fase de pico de Microtus mexicanus mexicanus se presentan abundantes juveniles y subadultos, existiendo un mayor número de hembras con una relación significativa. Las hembras de esta fase en comparación a las del incremento alcanzan su madurez a los 74 y 94 días de edad. Este retardo ha sido señalado para M. pennsylvanicus y M. ochrogaster por Keller y Krebs (1970), Tamarin (1977) y Myers y Krebs (1971), quienes lo señalan como una respuesta a la alta densidad poblacional. Esta situación también ha sido citada para M. agrestis (Clarke, 1955); para M. arvalis (Stein, 1957) y para M. californicus por Greenwald (1957) y Krebs (1966).

Aunado a lo anterior los parámetros demográficos obtenidos señalan una clara y significativa disminución en la sobrevivencia y esperanza de vida de las hembras, en relación a la fase de incremento. Asimismo los valores de la tasa neta de reproducción son menores, presentandose una disminución en la tasa intrínseca de crecimiento,  $r=,077$ .

Durante el trabajo de campo se observó que en los períodos de mayor actividad reproductiva y mayor densidad se manifestaban cambios notables en el comportamiento de los ejemplares durante su manejo, aumentando la agresividad de los mismos. En algunos de ellos se observaron lesiones y cicatrices en la cabeza y cuerpo. Este aumento en agresividad podría favorecer la exclusión del área de estudio de ejemplares no establecidos.

Rose y Gaines (1976) señalan diferentes niveles de agresión

en M. ochrogaster, indicando un mayor número de heridas en machos activos y menor en aquellos con testículos abdominales. Asimismo señalan que la agresión podría deberse a la abundancia de alimento y en este caso, la organización social existente podría favorecer la agresividad, indicando que ésta aumenta la dispersión.

Durante esta fase se presenta el máximo porcentaje de sobrelapamiento entre los machos y en la población total, lo que explica parcialmente la agresividad señalada, la cual influye en la disminución de la reproducción, ya que según Hasler y Conaway (1973), Clulow et al (1968, 1974) la presencia de machos extraños induce en hembras inactivas y preñadas la manifestación de un estro continuo que impide la implantación, favoreciendo de este modo una disminución en el aporte de nuevos individuos.

La fase de declinación se inicia a principios de otoño de 1977, presenta una caída constante con ligera recuperación al inicio de la primavera y el verano, que corresponden a un período de actividad reproductiva. Este comportamiento de la población concuerda con el tipo H de declinación dado por Chitty (1955), el cual se caracteriza por una disminución gradual con alguna recuperación durante la estación reproductora. Este tipo de declinación es citada por Krebs y Myers (1974) para varias especies de Microtus en Norteamérica.

En esta fase se obtiene la mayor proporción de hembras adultas por macho, lo que representa un incremento potencial de la población, como lo consideran Myers y Krebs (op.cit.) para M. ochrogaster y M. pennsylvanicus. Además se observa un aumento progresivo de hembras inactivas a partir del invierno de 1977 hasta el principio de la primavera de 1978. A partir de esta se observa un aumento paulatino en la actividad reproductiva, sin embargo la población continúa en descenso.

Asimismo se tiene la más baja sobrevivencia; 274 días para

ambos sexos, la mayor mortalidad a la edad de 54 y 194 días y la menor esperanza de vida, además de un retardo en el alcance de la madurez sexual de las hembras. Se observa la menor tasa neta de reproducción del ciclo  $R_0 = 1.03$ , que es ligeramente mayor a la unidad, por lo que se esperaría un incremento o estabilidad de la población, sin embargo, ésta continúa disminuyendo. El valor de la tasa de incremento natural  $r = .088$  es ligeramente mayor al obtenido en la fase de pico.

La disminución encontrada en los valores de la tasa neta de reproducción desde la 1a. cohorte de la fase de incremento a la declinación, indica diferencias en el esfuerzo reproductivo de la especie en respuesta a cambios en densidad, lo que determina el valor más alto en la tasa de incremento natural encontrado para la 2a. fase de incremento y el menor durante la fase de pico.

Es importante destacar en las diferentes cohortes el valor de la tasa de mortalidad encontrada en hembras y machos entre los 34 y 54 días de edad, período de alcance de madurez sexual, que favorezca una emigración de ejemplares reproductores hacia sitios por fuera del área de estudio como mecanismo de regulación de densidad (Lidicker 1962) o bien una mayor susceptibilidad a esa edad sin ser relevante el agente particular de mortalidad, según cita Caughley (1966) para diferentes especies de mamíferos.

Con base en la información obtenida consideramos que el ciclo poblacional multianual de Microtus mexicanus mexicanus tiene una duración de más de dos años.

## DISCUSION SOBRE LAS OTRAS OBSERVACIONES BIOLOGICAS

Se comparan y discuten los aspectos de comportamiento y fisiología observados en Microtus mexicanus mexicanus con otras especies del género, así como su relación con las fases del ciclo poblacional.

### Actividad diurna.

La actividad diurna observada para esta especie coincide con el patrón señalado para otras del género Microtus por Grinnell (1908), Dice y Sherman (1922), Bailey (1932), Davis (1933), Hamilton (1937a), Brown (1955) y Martín (1956), las cuales presentan dos picos de máxima actividad, después del amanecer y antes de la puesta del sol.

Los resultados obtenidos indican que la precipitación es un elemento que determina una disminución en la actividad. Se puede señalar que durante la primavera los días son más luminosos con temperaturas elevadas, por lo que entre las 13:00 y 15:00 hrs se observa una disminución en el número de capturas. En respuesta a estas temperaturas elevadas es probable que estos roedores muestren un aumento de actividad en horarios de menor intensidad luminosa.

Sólo durante el verano y principios de otoño se favorece un mayor desarrollo de la vegetación, debido al régimen de precipitación durante este período en algunas horas se registran temperaturas mayores a los 25 °C, en las que se observa una actividad similar a la que se presenta a temperaturas menores, debido al abatimiento de la temperatura e intensidad luminosa sobre el área de estudio por el desarrollo de una mayor cobertura en árboles y hierbas cercanas que proyectan sombras, así como a nublados que favorecen un mayor número de capturas.

Varios autores señalan que elementos climáticos tales como temperatura, precipitación e intensidad luminosa tienen un efecto sobre la actividad de Microtus (Brown 1955, Martín 1956, Gentry y Odum 1957, Machado 1960, Getz 1961, Osterberg 1962, Heidt 1964, Gentry, Golley y McGinnis, 1965). Ogilvie y Furman (1959) indican que la vegetación es un factor que modifica los patrones de actividad de pequeños mamíferos.

Con base en lo anterior, se puede señalar que Microtus mexicanus mexicanus tiene durante el día dos máximos de actividad, a las 11:00 y 17:00 hrs, determinados principalmente por la temperatura y modificados por otros factores climáticos. Se considera que el patrón de actividad diurna es independiente de la densidad de la población. Ambrose (1973), señala que el porcentaje de ejemplares activos aumenta con la densidad. Grodzinski (1962) considera que los cambios de la dieta a través del año pueden influir en la actividad diurna de M. agrestis.

Debido al mayor número de capturas a las 17:00 hrs durante todo el trabajo, se considera que esta especie, al igual que M. pennsylvanicus, M. agrestis y M. californicus incrementa su actividad al anochecer, en relación a condiciones de temperatura más estables y a protección por la obscuridad.

#### Ambito hogareño.

El valor promedio del tamaño del ámbito hogareño de 15.6 m obtenido para los ejemplares adultos de Microtus mexicanus mexicanus queda incluido dentro del rango señalado por Brant (1962) para M. californicus de 10.8 a 20.4 m, quien utiliza el método de longitud observada en una superficie de 1260 m<sup>2</sup>, con una población de 25 ejemplares por acre y con los que cita Hayne, (1950) de 6.3 a 36.0 ejemplares por acre, Getz (1961) de 10.8 m y Robinson (1965) de 12 a 27 m para M. pennsylvanicus.

Los valores obtenidos en metros cuadrados de  $26.1 \text{ m}^2$  promedio, son mínimos en comparación a los señalados para M. ochrogaster de  $445 \text{ m}^2$  (Harvey y Barbour, 1965), para M. pennsylvanicus de  $94.5 \text{ m}^2$  (Harrison, 1969) y para los que cita Vázquez (1980) de  $57.2$  a  $672 \text{ m}^2$  en esta especie para la Sierra del Ajusco.

La correlación entre índice de densidad y ámbito hogareño no es significativa. Sin embargo, los resultados del ámbito hogareño y la actividad reproductiva muestran una correlación significativa que podría explicar en parte el aumento de agresividad en la población por búsqueda de pareja. Por otra parte, existe una relación positiva entre densidad y sobrelapamiento, lo que indica que a mayor densidad hay mayor probabilidad de interacción entre los ejemplares, posiblemente por algún otro factor que no se el sexual, tal y como lo sugiere Rose y Gaines (1976) para M. ochrogaster. Blair (1940), Getz (op.cit.) y Van Vleck (1968), señalan una relación inversa entre densidad y ámbito hogareño para M. pennsylvanicus

La influencia de bajas temperaturas sobre el tamaño del ámbito hogareño se observa claramente en los promedios obtenidos para los meses invernales.

El aumento encontrado en el tamaño del ámbito durante la época de mayor reproducción concuerda con lo citado por Turner e Iverson (1973) para M. pennsylvanicus, quienes además indican una disminución del ámbito hogareño en los meses invernales. Asimismo Getz (1961) y Madison (1978) señalan que durante el período de reproducción los adultos tienden a incrementar sus áreas de actividad para asegurar apareamientos.

El mayor ámbito hogareño obtenido en machos adultos activos de Microtus mexicanus mexicanus y la correlación significativa entre actividad reproductiva y longitud observada, indica de acuerdo a Getz (op.cit.) que los machos son más activos en búsqueda de hembras para el apareamiento, lo que puede determinar ámbitos mayores.



Se indica el mismo comportamiento en machos de M. pennsylvanicus, (Hamilton 1937, Blair 1940, Hayne 1950, Harrison 1969 y Van Vleck 1969), al igual que en M. ochrogaster (Martin op.cit., Brown y Conaway, 1961, Harvey y Barboun 1965) y en M. pinetorum (Goertz 1971).

La variación encontrada en el ámbito hogareño de hembras y machos subadultos, posiblemente se deba a una tendencia de cambio de área de actividad de los ejemplares durante el alcance de la madurez sexual.

El mayor ámbito obtenido en machos adultos inactivos corresponde a los períodos de menor actividad reproductiva, ya que como cita Turner (op.cit.) existe un aumento de agresión por parte de los adultos reproductores establecidos durante la estación reproductora.

La relación significativa inversa encontrada entre el porcentaje de inactividad y longitud observada en hembras, puede ser explicada por un menor antagonismo por parte de los adultos, tal y como lo señala Getz (1972) para M. pennsylvanicus, quien ha sugerido que las hembras permanecen cerca de la madre durante el período en que alcanzan la madurez sexual, y posteriormente pueden construir sus nidos dentro del ámbito hogareño de sus padres (Getz, 1961), lo que implicaría un aumento continuo en densidad.

Los desplazamientos mínimos observados en ejemplares juveniles de Microtus mexicanus mexicanus concuerdan con lo señalado por Getz (1972), Brant (1962) y Robinson (1965) quienes citan que los ejemplares juveniles tienen poca tendencia a moverse.

Una reducción en el patrón de desplazamientos de las hembras como resultado de la reproducción ha sido señalado por varios autores; Brant (op.cit.), O'Farrell (1978), Madison (1978) etc. El mayor tamaño del ámbito observado en hembras lactantes-preñadas en

comparación a hembras preñadas se debe a que en las últimas se presenta un aumento de peso durante la gestación que reduce los desplazamientos y favorece un menor gasto de energía y uso de fuentes locales de alimentación. Asimismo, el incremento de área de actividad en hembras lactantes-preñadas puede determinarse por búsqueda de nuevos sitios de alimentación y establecimiento del nido, evitando así interacción por alimento entre los integrantes de las camadas y acumulación de olores en un mismo sitio que atraiga depredadores (Madison op.cit.).

#### Sobrelapamiento.

El menor porcentaje de sobrelapamiento observado entre los machos adultos de Microtus mexicanus mexicanus, sugiere un comportamiento territorial, siendo las áreas defendidas de menor tamaño que el ámbito hogareño, concordando con Burt (op.cit.) quien considera que el ámbito es mayor que el territorio.

La correlación positiva encontrada entre densidad y sobrelapamiento de la población apoya el hecho de que para esta subespecie la actividad reproductiva y el efecto de factores climáticos como bajas temperaturas, son los que modifican el tamaño del ámbito. La densidad es un factor que influye posiblemente de manera más estrecha con el tamaño del territorio.

#### Cambios de pelaje.

Los resultados obtenidos sobre cambios de pelaje indican que en ejemplares adultos la presencia de muda esta principalmente relacionada al inicio de la actividad reproductiva. Esto de acuerdo a lo citado para M. agrestis (Al-Khateeb y Johnson 1971), en el que se observa que los cambios de pelaje en primavera-verano son inducidos por la actividad de glándulas endócrinas, produciendo hormonas hipofisiarias, tiroideas, adrenales y gonadotróficas en respuesta a un aumento en el fotoperíodo, alimento y temperatura.

Al-Khateeb y Johnson (1971) señalan que durante la primavera el reemplazo del pelo se inicia por la presencia de tiroxina que estimula su crecimiento, existiendo al mismo tiempo un efecto inhibidor de la actividad folicular por parte de las hormonas sexuales y un estímulo hacia pérdida de pelo por manchas, debido a la acción de hormonas adrenales, desarrollándose un pelaje de verano constituido por pelos gruesos y escasos. Para otoño-invierno al disminuir la cantidad de estas hormonas se permite un mayor crecimiento y retención del pelo, mientras que la disminución de la tiroxina induce el desarrollo de pelos delgados, manifestándose un pelaje denso y fino que actúa como aislante en el invierno.

En Microtus mexicanus mexicanus el cambio de pelaje en adultos esta principalmente determinado por el inicio de actividad reproductiva, razón por la cual durante la fase de incremento poblacional al mantenerse una actividad reproductiva constante, se manifiestan altos porcentajes de ejemplares con muda.

Es importante señalar que la incidencia de muda en adultos activos es notablemente menor en las hembras. En M. californicus la actividad reproductiva puede inhibir la presencia de muda en las hembras, mientras que los machos son poco afectados (Lidcker 1973). En Microtus mexicanus mexicanus los machos activos porcentaje promedio mayor al 45% mientras que en las hembras la incidencia de muda es menor al 20%, encontrándose una marcada disminución en hembras con embriones y lactantes.

Se aprecia un ligero aumento en incidencia de muda durante otoño-invierno y primavera en inactivos.

La presencia de una muda juvenil y otra de subadulto encontrada en Microtus mexicanus mexicanus está determinada por la edad de los ejemplares independientemente de la estación del año y concuerda con las citadas para M. californicus (Hatfield 1935 y Ecker y Kinney 1956) y para M. pennsylvanicus (Going 1943).

El cambio de pelaje irregular y sin dirección definida ha sido señalado en la mayoría de las especies del género.

#### Variación del peso.

Los resultados sobre el peso de adultos activos entre las diferentes fases del ciclo sugieren que durante la fase de incremento y pico se favorece un mayor peso por la abundancia de alimento en los veranos. Krebs (1966) encuentra pesos altos en machos de poblaciones en expansión de M. californicus, Batzli y Pitelka (1971) citan aumento de peso en verano y valores altos en el pico para los machos de la misma especie. Asimismo Tamarin (1977) observa un aumento de peso y agresividad en algunos ejemplares de M. pennsylvanicus durante la fase de pico, que aparentemente presentan mayores ventajas para competir en la reproducción.

Es importante señalar que los pesos menores de la fase de declinación se presentan en invierno y principios de la primavera períodos relativamente secos en el área de estudio. El ligero aumento de peso observado en el segundo verano, que se considera perteneciente a la fase mínima presenta diferencias significativas entre los machos debido a la existencia de un período reproductivo.

#### Madrigueras.

En general la estructura y profundidad de las madrigueras de Microtus mexicanus mexicanus presenta características similares a las señaladas para la subfamilia (Bailey 1900) y para M. ochrogaster (Martin 1956). El acarreo de zacate como material de construcción del nido y la limpieza de las galerías cuando el período reproductor termina ha sido observado entre los representantes de la subfamilia.

Se considera que las galerías de menor tamaño están en pro-

ceso de construcción y son utilizadas como refugio temporal, observándose con mayor frecuencia durante los períodos de máxima actividad reproductiva.

Camacho(1940) señala que en cautividad esta especie construye sus galerías en sentido horizontal con la participación de los integrantes de un grupo familiar.

## S I G N I F I C A C I O N B I O L O G I C A

Los resultados obtenidos en este trabajo indican que la población estudiada de Microtus mexicanus mexicanus muestra un ciclo poblacional multianual semejante al que se observa en otros microtininos. Las fases de incremento, pico y declinación están bien definidas, en tanto que la fase mínima no está claramente marcada. Se interpreta entonces que las variaciones en los parámetros demográficos y de comportamiento se deben a factores genéticos que responden a presiones de selección, que adecuan la densidad de la población a la disponibilidad de los recursos del ambiente. Estas ideas han sido señaladas por Tamarin (1977), para Microtus pennsylvanicus y por Flemming (1975) en especies tropicales.

Otro aspecto importante es que durante la fase de pico, que representa la densidad máxima de la especie en un lugar y momento dado, frecuentemente se pueden anular los controles del tamaño poblacional y la especie de esa población en cuestión, constituir una plaga urbana, agrícola o forestal. Si a esto aunamos que los roedores son vectores de numerosos organismos patógenos, el impacto de estas poblaciones es de mayor importancia.

En consecuencia resulta de interés investigar en que condiciones ocurren las fases de pico en especies que son "plagas" potenciales y como puede obtenerse un control adecuado de su densidad poblacional.

El estudio realizado proporciona la información básica sobre la biología y dinámica poblacional de Microtus mexicanus mexicanus especie que puede constituirse en plaga.

## USO POTENCIAL DE LA INFORMACION

La información aportada sobre la biología y dinámica de población de Microtus mexicanus mexicanus, permitirá establecer el momento y las medidas más convenientes para prevenir o determinar el control de estos animales cuando produzcan daños en campos de cultivo, áreas de reforestación y recreación u otras. Asimismo, mediante la información de sus enfermedades y parásitos se podrán conocer y prevenir diversas zoonosis.

Los proyectos de investigación que pretendan establecer pautas adecuadas para el manejo de la fauna silvestre, deben tener como objetivo el conocimiento de la dinámica poblacional de las especies, además de estudios de comportamiento, fisiológicos, genéticos, de alimentación etc., a realizarse en condiciones diversas, tales como laboratorios, estaciones experimentales de campo, terrenos agrícolas, áreas poco perturbadas, y áreas silvestres. Es claro que esta diversidad de condiciones requiere para las investigaciones que se pretenden. enfoques adecuados a cada una de ellas.

Dada la índole disciplinaria de estos estudios, es imprescindible que sean abordados por grupos de trabajo y no por investigadores individuales.

## SUMARIO Y CONCLUSIONES

El presente trabajo aporta datos sobre la biología y dinámica poblacional de Microtus mexicanus mexicanus en el Sur de la Ciudad de México, obtenidos durante un período de dos años.

1. Las variaciones encontradas en la densidad poblacional muestran tres fases de un ciclo poblacional característico de la subfamilia, (incremento, pico y declinación). La fase de incremento tiene una duración de un año y se debe principalmente a un alargamiento del período reproductor, una mayor proporción de hembras y un alcance temprano de madurez sexual en las mismas. El pico poblacional fue observado en el verano de 1977 con una densidad de 163 ejemplares en una superficie de 1200 m<sup>2</sup>. La fase de declinación se inicia en octubre de 1977, observándose una ligera recuperación durante el verano de 1978.

2. Durante todo el período de estudio existió un mayor porcentaje de adultos. La presencia de juveniles y subadultos fue registrada en proporciones significativas durante la fase de incremento, al principio del verano del pico y al final del invierno y mediados de la primavera de la declinación. En los adultos se observaron menores densidades a principios del otoño de 1977.

3. La relación sexual encontrada en la población total fue de 1:1.37 favoreciendo a las hembras en 16 de 32 colectas. En los subadultos existe una mayor abundancia de hembras en la fase de incremento y para los machos una mayor proporción en la primavera y verano de la declinación.

4. Durante los dos años se observó actividad reproductora, notándose tres períodos de máxima actividad, que corresponden al invierno y primavera de la fase de incremento, al verano del pico y al verano de la declinación. Las hembras presentan estros de



postparto y la edad a la que alcanzan la madurez varía de acuerdo a la fase del ciclo, de 34 a 54 días en el incremento y de 74 a 94 en el pico y la declinación.

5. Se elaboran tablas de vida para cuatro cohortes, obteniéndose dos en la fase de incremento, una en el pico y otra en la declinación. Para la 1a. cohorte del incremento se encontró la mayor sobrevivencia en ambos sexos (634♂, 514♀). La menor corresponde a la fase de declinación con 274 días para ambos sexos. La longevidad promedio para hembras y machos fue de 334 y 274 días.

Para las diferentes cohortes se presenta una tasa de mortalidad considerable a los 54 días. Durante la fase de incremento la tasa de mortalidad es menos drástica que en las otras fases, presentándose una mayor variación en los machos.

La esperanza de vida promedio por sexo para cada cohorte disminuye de la fase de incremento a la declinación, con valores similares para ambos sexos en la 2a., 3a. y 4a. cohorte. En las hembras la mayor esperanza de vida se registra durante el incremento y es similar en ambos sexos durante el pico y la declinación. El valor más alto del tiempo medio de vida de la cohorte se encontró en la 1a. de la fase de incremento.

La tasa neta de reproducción disminuye del incremento a la declinación con valores de 5.0 a 1.03. La tasa de incremento natural fue mayor para la 2a. cohorte del incremento ( $r=.186$ ) y menor durante el pico poblacional ( $r=.077$ ).

6. El patrón de actividad diurna obtenido a través de los dos años muestra dos picos de actividad, a las 11:00 y 17:00 hrs, relacionados a una temperatura ambiente de 20.8 a 21.1 °C y a una temperatura del suelo de 16.9 a 18.4 °C. Es independiente de la densidad poblacional y puede modificarse por desarrollo de cobertura vegetal, nubosidad o precipitación. A temperaturas mayores de

25 °C y menores de 17 °C se observa una disminución en la actividad.

7. El ámbito hogareño promedio obtenido para ejemplares adultos por área mínima es de 26.1 m<sup>2</sup> y por longitud observada de 12.0 m. Los aumentos en el tamaño del ámbito están relacionados a la máxima actividad reproductiva, siendo significativamente mayores los observados en estaciones de alta actividad en comparación a los de baja actividad. No se encontró relación significativa entre el ámbito hogareño y el índice de densidad. Ámbitos de mayor tamaño son observados en machos adultos en comparación a subadultos y juveniles de ambos sexos. Los ámbitos de las hembras presentan modificaciones de acuerdo a condiciones de receptividad, preñez y lactancia.

8. El valor de solapamiento poblacional presenta una correlación significativa con la densidad. Entre ambos sexos el valor más alto corresponde al verano de la fase de pico. Durante la mayor parte del estudio, a excepción de la primavera de 1978 el solapamiento del ámbito hogareño entre los machos adultos fue menor al observado en las hembras, lo que sugiere un comportamiento territorial.

9. El análisis de cambio de pelaje indica en adultos una mayor incidencia de muda para las estaciones de invierno-primavera de 1977 y primavera de 1978, períodos que coinciden con el inicio de la actividad reproductiva de la población. Estados de preñez y lactancia disminuyen notablemente los cambios de pelaje en las hembras, mientras que en los machos una actividad reproductiva intensa parece no afectarlos.

En juveniles el cambio de pelaje se observó aproximadamente a los 20 días de edad, con un tamaño promedio de 112.9 mm para las hembras y 109.8 mm para los machos, con peso de 18.7 gramos. En subadultos se presenta otra muda a un tamaño promedio de 123.7 mm y 22.0 gramos para ambos sexos. En los adultos, la aparición

subsecuente de muda esta relacionada al inicio de la actividad reproductora. Los cambios de pelaje en las tres edades se presentan en forma de manchas y no siguen una dirección determinada.

10. El peso promedio de los adultos fue mayor para las fases de incremento y pico, aparentemente debido a una mayor abundancia de alimento, favoreciendo mayor sobrevivencia. Al final de la declinación se registra un aumento de peso correspondiente al inicio del verano y a un nuevo período de reproducción.

11. Los moldes obtenidos de siete madrigueras muestran una longitud de 55 a 890 cm, con remoción de aproximadamente 250 gramos de tierra por cada 20 cm de excavación, una profundidad promedio de 30 cm, con túneles de 5 cm de diámetro y cámaras esféricas de descanso y anidación de 14-20 cm, medidas similares a las señaladas en otras especies de la subfamilia Microtinae.

12. La información obtenida podrá ser utilizada en programas de conservación, control o prevención de plagas y enfermedades zoonóticas.

13. La población estudiada muestra características particulares que pueden representar condiciones controladas de laboratorio, ya que no se presentan competidores o depredadores, por lo que el crecimiento de la población depende principalmente de relaciones intraespecíficas.

## L I T E R A T U R A C I T A D A

- Al-Khateeb, A. and E. Johnson. 1971. Seasonal changes of pelage in the vole (*Microtus agrestis*) III. The role of the endocrine system: *Gen. Comp. Endocr.*, 16:236-240.
- Ambrose, H. W. III. 1973. An experimental study of some factors affecting the spatial and temporal activity of *M. pennsylvanicus*: *J. of Mamm.*, 54(1):79-110.
- Arata, A. A. 1975. The importance of small mammals in Public health: In *Small mammals: their productivity and population dynamics*. Golley, F., Petruzewicz, K. & Ryskowski, L. (eds). Cambridge University Press. 349-360.
- Bailey, B. 1900. Revision of American voles of the genus *Microtus*: *N. Amer. Fauna*, 17:1-88.
- Batzli, O. G. and F. A. Pitelka. 1971. Condition and diet of cycling populations of the californian vole *M. californicus*: *J. of Mamm.*, 52(1):141-163.
- Bole, B. P. 1939. The quadrant method of studying small mammals populations: *Sc. Publ. Cleveland Mus. Nat. Hist.*, 5:15-77.
- Blair, W. F. 1940. Home ranges and populations of the meadow vole in southern Michigan: *J. Wildl. Mgt.*, 4:149-161.
- Brant, D. F. 1962. Measure of the movements and population densities of small rodents: *Univ. Calif. Publ. Zool.*, 62:105-184.
- Brown, E. L. 1955. Field experiments on the activity of the small mammals *Apodemus*, *Clethrionomys* and *Microtus*: *Zool. Dep. Imp. Coll. London*:549-563.
- Brown, N. L. and C. H. Conaway. 1961. Dye excretion as a method for determination of small mammals home ranges: *Amer. Mid. Nat.*, 66:128-137
- Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals; *Symp. Zool. Soc. London*, 18:11-142.
- Camacho, B. 1940. Los meteoritos del Valle de México: *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 1(2):109-118.
- Caughley, G. 1966. Mortality patterns in mammals: *Ecol.*, 47:906-918.
- Chitty, D. 1952. Mortality among voles (*Microtus agrestis*) at lake Vyrnwy Montgomeryshire in 1936-39: *Phil. Trans. R. Soc. Ser. B.*, 236:505-552.

- 1955. Adverse effects of population density upon the viability of later generations: En The numbers of man and animals. J. B. Cragg and N. W. Pirie (eds). Edinburgh., 55-66.
- 1957. Self-regulation of numbers through changes in viability: Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, 22:277-280.
- 1960. Population processes in the vole and their relevance to general theory: Can. Jour. Zool., 38:99-113.
- Christian, J. J. 1950. The adreno-pituitary system and population cycles in mammals: J. of Mamm., 31:245-259.
- and D. E. Davis. 1964. Endocrines, behaviour and population: Science, N. Y., 146:1550-1560.
- Choate, L. and J. K. Jones Jr., 1970. Additional notes on reproduction in the mexican vole, Microtus mexicanus: Southwestern Nat., 14(3):356-358
- Clarke, J. L. 1955. Influence of numbers on reproduction and survival in two experimental vole populations: Proc. Soc. London Ser. B., 144:68-85.
- Clulow, F. V. and J. R. Clarke. 1968. Pregnancy-block in Microtus agrestis an induced ovulator: Nature, 219 (5153):511.
- and F.F. Malloy. 1974. Ovaries of meadow voles Microtus pennsylvanicus after copulation with a series of males: Canadian Jour. Zool., 52(2):265-267.
- Conley, W. 1976. Competition between Microtus: a behavioural hypothesis: Ecology, 57(2):224-237.
- Corona, V. C. 1980. Ecología de Microtus mexicanus mexicanus (Saussure) en condiciones urbanas (Rodentia:Microtinae)., Tesis Prof. Fac. de Ciencias , U.N.A.M.
- , C. Sánchez H., and C. B. Chávez T. (en prensa) Cambios poblacionales de Microtus m. mexicanus (Saussure) en condiciones urbanas (Rodentia:Microtinae).
- Cox, F. E. 1979. Ecological importance of small mammals as reservoirs of disease: En Ecology of small mammals, D. M. Stoddart (ed). Chapman and Hall:213-238.
- Davis, D. 1933. Rhythmic activity in the short tailed vole Microtus: J. Anim. Ecol., 2:232-238.
- Dice, L. and H. Sherman. 1922 Notes on the mammals of Gogebic and Ontonagon countries Michigan, 1920: Occas. Pap. Mus. Zool. Univ. Mich., 109:1-46.

- Ecke, D. H. and R. K. Alva. 1956. Aging meadow mice Microtus californicus by observations of moly progression: J. of Mamm., 37(2):249-258.
- Fitch, H. 1957. Aspects of reproduction and development in the prairie vole Microtus ochrogaster: Univ. Kansas. Publ. Mus. Nat. Hist., 10(4):129-161.
- Fleming, T. H. 1975. The role of small mammals in tropical ecosystems: En Small mammals: their productivity and population dynamics. Golley, F., Petruzewicz, K. & Ryskowski, L. (eds) Cambridge University Press: 269-298.
- Fuller, W. A. 1967. Ecologie hivernale des lemmings et fluctuations des leurs populations: Terre Vie, 114:97-115.
- 1969. Changes in numbers of three species of small rodents near Great Slave Lake, N.W.T. Canada, 1964-1967, and their significance for general population theory: Ann. Zool. Fennici., 6:113-144.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen: U.N.A.M. Inst. Geogr. México.
- Gentry, B. F. and E. Odum 1957. The effect of weather on the winter activity of old field rodents: J. of Mamm., 38(1):72-77.
- F. Golley and J. McGinnis. 1965. Effect of weather on captures of small mammals: Amer. Mid. Nat., 75(2):526-530.
- Getz, L. L. 1960. A population study of vole Microtus pennsylvanicus: Amer. Mid. Nat., 64:392-405.
- 1961. Home ranges, territoriality and movement of the meadow vole: J. of Mamm., 42(1):24-36.
- 1972. Social structure and aggressive behaviour in a population of M. pennsylvanicus: J. of Mamm., 53(2):310-317.
- Goertz, W. J. 1971. An ecological study of Microtus pinetorum in Oklahoma. Amer. Mid. Nat., 86(1):1-12.
- Going, B. 1943. A study of individual variation in Microtus pennsylvanicus: J. of Mamm., 24:212-222.
- Golley, B. F., L. Ryskowski and J. T. Sokur, 1975. The role of small mammals in temperate forest, grassland and cultivated fields: En Small mammals: their productivity and population dynamics, Golley, F., Petruzewicz, K. & Ryskowski, L. (eds) Cambridge University Press: 223-242.
- Greenwald, G. S. 1957. Reproduction an a coastal California population of the mouse Microtus californicus: Univ. Calif. Publ. Zool., 54:421-446.

- Grinnell, J. 1908. The biota of the San Bernardino Mountains: Univ. Calif. Publ. Zool., 5:1-170.
- Grodzinski, W. 1962. Influence of food upon the diurnal activity of small rodents: Symposium Theriologicum, Czech. Acad. Sci., Prague; 134-140. En Selected Readings in Mammalogy 1976. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas, 416-421.
- Hall, E. R. and E. L. Cockrum, 1953. A synopsis of the North American microtine rodents: Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist., 5:373-498.
- and K. R. Kelson. 1959. The Mammals of North America: The Ronald Press Co. Vol. II, 547-1083.
- 1981. The Mammals of North America: John Wiley Sons. Chichester, Toronto. Vol. II 2a. ed.
- and W. W. Dalquest. 1963. The Mammals of Veracruz: Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist., 14: 165-132.
- Hamilton, W. J. 1937a. Activity and home range of the field mouse Microtus pennsylvanicus: Ecology, 18(2):255-263.
- 1937b. The biology of microtine cycles: J. Agr. Res., 54:779-790.
- Harrison, A. W. 1969. A comparison of Microtus pennsylvanicus home ranges as determined by isotope and live trap methods: Amer. Mid. Nat., 81:535-555.
- Harvey, M. J. and R. W. Barbour 1965. Home ranges of M. ochrogaster as determined by a modified minimum area method: J. of Mamm., 46: 398-405.
- Hasler, J. M. and C. H. Conaway. 1973. The effect of male on the reproductive state of female M. ochrogaster: Biol. Reprod., 9:426-436.
- Hatfield, M. D. 1935. A natural history study of Microtus californicus: J. of Mamm., 16:261-271.
- Hayne, D. W. 1950. Apparent home range of Microtus in relation to distance between traps: J. of Mamm., 31(1):26-39.
- Hayward, F. G. and J. Phillipson. 1979. Community structure and functional role of small mammals in ecosystems: En Ecology of small mammals D. M. Stoddart (ed). Chapman and Hall, London, 135-200.
- Heidt, A. G. 1964. Daily summer activity of the meadow vole M. pennsylvanicus: Mich. Acad., 31-39.
- Hoffman, S. F. 1958. The role of reproduction and mortality in population fluctuations of voles (Microtus): Ecol. Monogr., 20(1):79-109.

- Jameson, E. W. 1950. Consumption of alfalfa and wild oats by M. californicus; J. Wildlife Magt., 22:433-435.
- Jokela, J. J. and R. W. Lorenz. 1959. Mouse injury to forest planting in the prairie region of Illinois: J. of Forestry., 57:21-25.
- Keller, B. L and C. J. Krebs. 1970. Microtus population biology III: reproductive changes in fluctuating populations of M. ochrogaster and M. pennsylvanicus in Southern Indiana 1965-1967; Ecol. Monogr., 40(3): 263-294.
- Krebs, C. J. 1964. The lemming cycle at Baker Lake, Northwest Territories, during 1959-62; Discussion: Arctic Institute of North America Technical Paper, 15:50-67.
- 1966. Demographic changes in fluctuating populations of M. californicus; Ecol. Monogr., 35(5):239-273.
- L. B. Keller, and R. H. Tamarin. 1969. Microtus population biology: demographic changes in fluctuating populations of M. ochrogaster and M. pennsylvanicus in Southern Indiana; Ecol., 50(4): 507-587.
- S. M. Gaines, L. B. Keller et al., 1973. Population cycles in small rodents: Science, 179:34-41.
- and J. H. Myers. 1974. Population cycle in small mammals: Adv. Ecol. Res., 8:267-399.
- Lack, D. 1954. The Natural Regulation of Animal Numbers; New York, Oxford Univ. Press, 343 pag.
- Lidicker, Z. W. 1962. Emigration as a possible mechanism permitting the regulation of population density below carrying capacity. Amer. Nat., 96: 29-33.
- 1973. Regulation of numbers in an island population of the California vole a problem in Community Dynamics: Ecol. Monogr., 43: 271-302.
- Lincoln, F. C. 1930. Calculating waterfowl abundance on the basis of banding returns. Circ. USDA, 118:1-14.
- Machado, A. C. 1960. Microtus mexicanus mexicanus (De Saussure), su biología, ectoparásitos y otras formas animales ecológicamente relacionadas. Tesis Prof. Fac. de Ciencias, U.N.A.M.
- Madison, M. D. 1978. Movement indicators of reproductive events among female meadow voles as revealed by radiotelemetry. J. of Mamm., 59(4): 835-843.
- Martin, E. P. 1956. A population study of the prairie vole (M. ochrogaster)



- Mazzóti, L. Y. G. Várela 1953. Susceptibilidad de ratones silvestres del género Microtus mexicanus a la inoculación experimental con Leptospira icterhaemorrhagiae: Rev. Ins. Salubridad y Enf. Trop., 13(3):213-215.
- Méndez, L. J. 1974. Composición específica y fluctuaciones del número de sifonápteros en una población de Microtus m. mexicanus Saussure: Tesis Doctoral. Fac. de Ciencias. U.N.A.M.
- Myers, J. H. and C. J. Krebs. 1971. Genetic, behavioural and reproductive attributes of dispersing field voles M. pennsylvanicus and M. ochrogaster: Ecol. Monogr., 41:53-78.
- Negus, N. C. and A. J. Pinter. 1966. Reproductive response of Microtus montanus to plants and extracts in the diet: J. of Mamm., 47:595-601.
- Ogilvie, R. and T. Furman. 1959. Effect of vegetation cover of fence rows on small populations: J. of Mamm., 40:140-141.
- O'Farrell, J. M. 1978. Home range dynamics of rodents in a sagebrush community: J. of Mamm., 59(4):657-668.
- Orr, R. T. 1971. Biología de los vertebrados; Interamericana. México 1a. ed.
- Osterberg, D. 1962. Activity of small mammals as recorded by a photographic device; J. of Mamm., 42:219-229.
- Pitelka, F. A. 1958. Some aspects of population structure in short-term cycle of the brown lemming in northern Alaska: Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol., 22:237-251.
- 1964. The nutrient-recovery hypothesis for arctic microtine cycles Introduction: In D. T. Crisp (ed) Grazing in Terrestrial and Marine Environments, A Symposium of the British Ecological Society. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Poole, R. W. 1974. An introduction to quantitative ecology; McGraw Hill Kogakuska.
- Robinson, L. N. 1965. A study of homing of meadow mice: Amer. Mid. Nat., 73(1): 188-224.
- Rose, R. K. and M. S. Gaines, 1976. Levels of aggression in fluctuating populations of the prairie vole, Microtus ochrogaster in eastern Kansas: J. of Mamm., 56(1):43-57.
- Sánchez, H. C. y C. B. Chávez. 1978. Observaciones sobre la estructura de la población y reproducción de Microtus mexicanus mexicanus: Memorias del I Congreso Nacional de Zoología 9-12 de Octubre de 1977. Chapingo, México. Escuela Nacional de Agricultura (U.A.CH.), 91-105.

- 1978. Aspectos demográficos de Microtus m. mexicanus en condiciones urbanas del Valle de México: Ibid. 91-105.
- 1979. Observaciones sobre la actividad diurna de Microtus m. mexicanus en condiciones urbanas del Valle de México: Memorias del II Congreso Nacional de Zoología 6-9 de Diciembre de 1978 Monterrey, Nvo. Leon., Vol. II:437-446.
- Sánchez, C. V. 1980. Patterns of demography and reproduction in a rodent community in central Mexico: M.S. thesis Univ. Mich., 97 pág.
- Saussure, H. 1860. Note sur quelques mammiferes du Mexique: Revue et Mag. Zool. Ser 2., 12:3-11.
- Stein, G. H. 1957. Materialien zur kenntnis der Deldma us Microtus arvalis: P. Z. Augetirk., 22:117-135.
- Tamarin, R. H. 1977. Demography of the island beach vole Microtus pennsylvanicus in southeastern Massachusetts: Ecol., 58:1310-1321.
- Turner, N. B. and S. L. Iverson 1973. The annual cycle of agression in male Microtus pennsylvanicus and its relation to population parameters: Ecol., 54:967-981.
- Uribe, A. M. 1977. Estudios citogenéticos en algunas especies de roedores y lagomorfos de México: Tesis Doctoral. Fac. de Ciencias. U.N.A.M.
- Van Vleck, B. D. 1968. Movements of M. pennsylvanicus in relation to depopulated areas: J. of Mamm., 49(1):92-103.
- 1969. Standardization of Microtus home range calculation: J. of Mamm., 50(1):69-80.
- Vázquez, L. A. 1980. Contribución al conocimiento del área de actividad, densidad de población y actividad reproductora de Microtus m. mexicanus (Rodentia:Microtinae) en la Sierra del Ajusco, México: Tesis Prof. Fac. de Ciencias. U.N.A.M.
- C. B. Chávez T, y C. Sánchez H. (en prensa). Densidad de población de Microtus mexicanus mexicanus (Rodentia:Microtinae) en la Sierra del Ajusco, México: Memorias del VIII Congreso Latinoamericano de Zoología, Mérida, Venezuela 5-11 de Octubre de 1980.
- Villa, R. B. 1953. Mamíferos silvestres del Valle de México: An. Inst. Biol. Univ. Nal. Aut. Méx., 23:296-492.

Diagrama 1. Importancia de los roedores en la naturaleza.

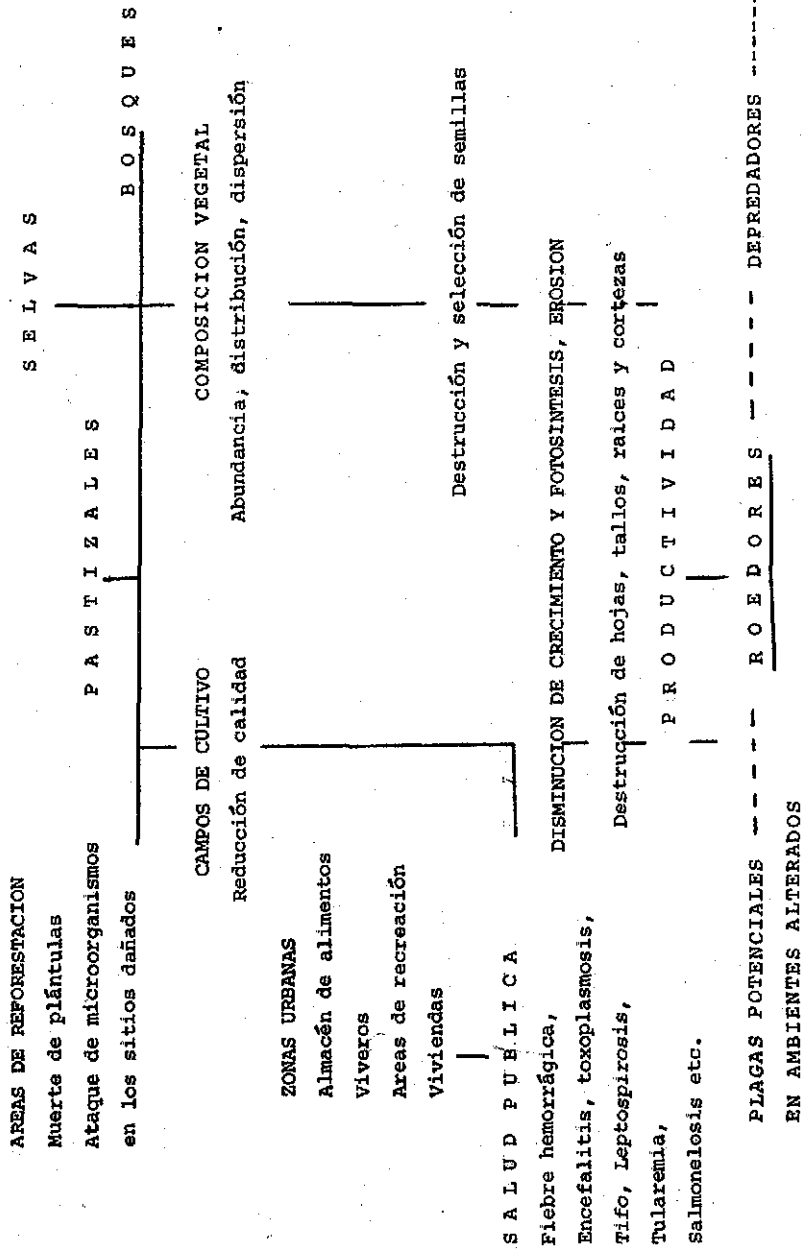


Diagrama 1. Continuación

PRODUCTIVIDAD

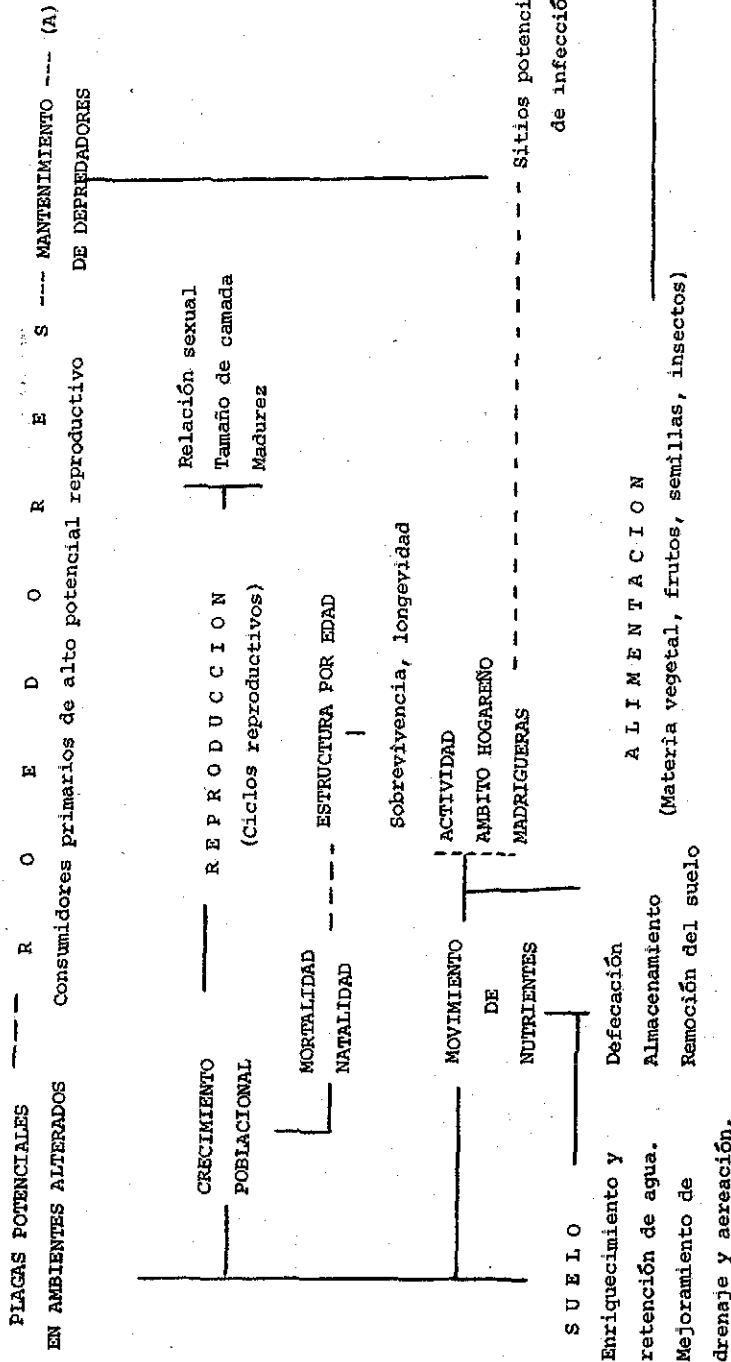


Tabla 1. Relación de sexos por edades y colectas.

		JUVENILES		SUBADULTOS		ADULTOS		TOTAL		
		♂	♀ (p.X <sup>2</sup> )	♂	♀ (p.X <sup>2</sup> )	♂	♀ (p.X <sup>2</sup> )	♂	♀ (p.X <sup>2</sup> )	
I N C R E M E N T O	Otoño	1:1.8	0.25	1:1.6	0.9	1:0.48	0.975	1:0.9	0.25	
				1:2.7	0.975	1:0.8	0.5	1:1.2	0.7	
		1:2.0	0.25	1:2.6	0.95	1:1		1:1.2	0.7	
			1:2.0	0.25	1:1.8	0.75	1:1.12	0.5	1:1.2	0.7
	Invierno				1:1.05	0.7	1:1.2	0.5	1:1.2	0.7
					1:1		1:0.9	0.1	1:0.9	0.7
		1:0.5	0.75	1:1.3	0.25	1:1		1:0.9	0.7	
			1:3.0	0.9	1:1.4	0.5	1:1.3	0.75	1:1.2	0.6
	Primavera				1:0.6	0.7	1:1.38	0.75	1:1.15	0.5
					1:1.3	0.5	1:1.2	0.6	1:1.2	0.6
		1:0.75	0.25	1:1.28	0.25	1:1.2	0.8	1:1.2	0.75	
					1:1.3	0.25	1:1.4	0.9	1:1.4	0.9
Verano				1:1		1:1.6	0.975	1:1.5	0.95	
				1:0.7	0.5	1:1.6	0.975	1:1.3	0.8	
	1:1.5	0.5	1:1.5	0.75	1:1.4	0.75	1:1.4	0.95		
		1:1.25	0.25	1:1.3	0.5	1:1.5	0.975	1:1.4	0.975	
P I C O	Otoño	1:2.2	0.9	1:1.8	0.9	1:1.7	0.995	1:1.7	0.999	
				1:1		1:1.5	0.975	1:1.4	0.95	
		1:2.0	0.75	1:1.4	0.5	1:1.5	0.9	1:1.5	0.975	
			1:4.0	0.8	1:1		1:1.7	0.995	1:1.7	0.995
	Invierno				1:1.3	0.5	1:1.6	0.95	1:1.4	0.95
					1:1.1	0.5	1:1.6	0.95	1:1.6	0.95
		1:0.5	0.75	1:1.1	0.1	1:1.8	0.995	1:1.7	0.995	
			1:5.0	0.9	1:2.0	0.75	1:1.6	0.97	1:1.6	0.975
	Primavera				1:3.0	0.75	1:2.15	0.995	1:2.2	0.999
					1:0.3	0.9	1:2.1	0.975	1:1.6	0.9
					1:0.5	0.5	1:1.9	0.95	1:1.6	0.95
					1:0.5	0.5	1:1.4	0.75	1:1.6	0.5
Verano				1:0.6	0.9	1:1.3	0.6	1:1.1	0.25	
				1:0.2	0.975	1:2.5	0.995	1:1.5	0.9	
	1:0.25	0.75	1:0.9	0.1	1:1.7	0.7	1:0.9	0.25		
				1:0.25	0.8	1:1.1	0.1	1:0.8	0.25	
TOTAL		1:1.36	0.97	1:1.19	0.95	1:1.4	0.999	1:1.37	0.999	

$\alpha = 1-0.05$

g.l. = 1

Tabla 2. Tabla de vida para hembras, 1a. "cohorte". Fase de incremento.

Días	$n_x$	$l_x$	$d_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	exen días $m_x$	$x l_x m_x$
14	108	100.00	3.70	.037	98.15	1198.10	239.6	0.00
34	104	96.30	2.78	.0288	94.91	1099.95	228.4	.59.86
54	101	93.52	8.34	.0891	89.35	1005.04	215.0	.4544
74	92	85.18	4.63	.0543	82.86	915.69	215.0	.5744
94	87	80.55	5.55	.0689	77.77	832.83	206.8	.3413
114	81	75.00	3.70	.0493	73.15	755.06	201.4	.4333
134	77	71.30	4.63	.0649	68.98	681.91	191.2	.6312
154	72	66.67	4.63	.0694	64.35	612.93	184.0	.4875
174	67	62.04	4.63	.0746	59.72	548.58	176.8	.3582
194	62	57.41	2.78	.0484	56.02	488.86	170.2	.5661
214	59	54.63	5.53	.1012	51.86	432.84	158.4	.2746
234	53	49.10	3.73	.0759	47.23	380.98	155.2	.4585
254	49	45.37	3.70	.0815	43.52	333.75	147.2	.4959
274	45	41.67	4.63	.1111	39.35	290.23	139.2	.7200
294	40	37.04	3.71	.1001	35.18	250.88	135.4	.8775

67

Continuación Tabla 2.

Días	$n_x$	$l_x$	$d_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	exen días $m_x$	$x l_x m_x$
314	36	33.33	5.55	.1665	30.55	215.70	.6000	6079.39
334	30	27.78	1.86	.0669	26.85	185.15	.3600	3240.25
354	28	25.92	2.77	.1068	24.53	158.30	.3857	3439.08
374	25	23.15	1.85	.0799	22.22	133.77	.0000	0.00
394	23	21.30	4.63	.2173	18.98	111.55	.4695	3840.13
414	18	16.67	0.00	.0000	16.67	92.57	.6000	4040.80
434	18	16.67	0.93	.0557	16.20	75.90	.4500	3180.63
454	17	15.74	4.63	.2941	13.42	59.70	.1588	1109.55
474	12	11.11	0.00	.0000	11.11	46.28	.4500	2319.76
494	12	11.11	1.85	.1665	10.18	35.17	.2250	1209.87
514	10	9.26	2.78	.3002	7.87	24.99	.8100	3780.30
534	7	6.48	2.78	.4290	5.09	17.12	.0000	0.00
554	4	3.70	0.00	.0000	3.70	12.03	.6750	1358.64
574	4	3.70	0.92	.2486	3.24	8.33	.6550	1408.59
594	3	2.78	0.00	.0000	2.78	5.09	.8000	1298.81

Continuación. Tabla 2.

Días	$n_x$	$l_x$	$d_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$	$m_x$	$x l_x m_x$
614	3	2.78	1.85	.6654	1.85	2.31	16.6	.0000	0.00
634	1	0.93	0.93	1.0000	0.46	0.46	9.8	.0000	0.00
654	0	-	-	-	-	-	-	-	-

64

$e_0 = 127.9$  días. esperanza de vida promedio de la "cohorta".

$R_0 = 5.00$  Tasa neta de reproducción.

$r = .096$  Tasa intrínseca de incremento natural.

$T \approx 195.03$  días. Tiempo medio de vida de la "cohorta".



Tabla 3. Tabla de vida para machos, 1a. "cohorte". Fase de incremento.

Días	$n_x$	$l_x$	$d_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$ en días
14	107	100.0	0.94	.0094	99.53	878.87	175.8
34	106	99.06	4.67	.0471	96.72	779.34	154.4
54	101	94.39	20.56	.2178	84.11	682.62	144.6
74	79	73.83	6.53	.0884	70.56	598.51	162.2
94	72	67.30	3.75	.0557	65.42	527.95	156.8
114	68	63.55	2.80	.0440	62.15	462.53	145.6
134	65	60.75	7.48	.1231	57.01	400.38	131.8
154	57	53.27	3.74	.0702	51.40	343.37	128.8
174	53	49.53	4.67	.0942	47.19	201.97	117.8
194	48	44.86	5.61	.1250	42.05	244.78	109.2
214	42	39.25	1.87	.0476	38.31	202.73	103.2
234	40	37.38	9.34	.2498	32.71	164.42	88.0
254	30	28.04	11.22	.4001	22.43	131.71	94.0
274	18	16.82	0.93	.0552	16.35	109.28	130.0
294	17	15.89	0.94	.0591	15.42	92.93	117.0
314	16	14.95	1.87	.9371	14.01	77.51	103.86
334	14	13.08	0.00	.0000	13.08	63.50	97.0
354	14	13.08	1.87	.1429	12.14	50.42	77.0
374	12	11.21	3.73	.3327	9.34	38.28	68.2
394	8	7.48	0.94	.1256	7.01	28.94	77.4
414	7	6.54	0.93	.1422	6.07	21.93	67.0
434	6	5.61	0.94	.1675	5.14	15.86	56.6

65

Continuación. Tabla 3.

Días	$n_x$	$l_x$	$d_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$ en días
454	5	4.67	0.00	.0000	4.67	10.72	46.0
474	5	4.67	1.87	.4004	3.73	6.05	26.0
494	3	2.80	1.87	.6678	1.86	2.36	16.8
514	1	0.93	0.93	1.000	0.46	0.46	9.8
534	0	0.00	-	-	-	-	-

$e_0 = 100.1$

Tabla 4. Tabla de vida para hembras, 2a. "cohorte". Fase de incremento.

Días	$n_x$	$l_x$	$d_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$ en días $m_x$	$x   x^{m_x}$
14	22	100.00	0.00	.0000	100.00	686.30	137.2	0.00
34	22	100.00	0.00	.0000	100.00	586.30	117.2	2061.60
54	22	100.00	45.46	.4546	77.27	486.30	97.2	1078.00
74	12	54.54	4.54	.0832	52.27	409.03	140.0	2356.12
94	11	50.00	0.00	.0000	50.00	356.76	142.6	2062.20
114	11	50.00	0.00	.0000	50.00	306.76	122.6	1274.00
134	11	50.00	0.00	.0000	50.00	256.76	102.6	3044.20
154	11	50.00	9.09	.1818	45.45	206.76	82.6	1764.00
174	9	40.91	4.55	.1112	38.63	161.31	78.8	2012.77
194	8	36.36	4.54	.1248	34.09	122.68	67.4	0.00
214	7	31.82	4.55	.1429	29.54	88.59	55.6	0.00
234	6	27.27	9.09	.3333	22.72	59.05	43.2	2748.81
254	4	18.18	13.64	.7502	11.36	36.33	40.0	0.00
274	1	4.54	0.00	.0000	4.54	24.97	110.0	0.00

67

Continuación Tabla 4.

Días	$n_x$	$l_x$	$d_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$ en días $m_x$	$x   x^{m_x}$
294	1	4.54	0.00	.0000	4.54	20.43	90.0	0.00
314	1	4.54	0.00	.0000	4.54	15.89	70.0	0.00
334	1	4.54	0.00	.0000	4.54	11.35	50.0	3971.59
354	1	4.54	0.00	.0000	4.54	6.81	30.0	0.00
374	1	4.54	4.54	1.0000	2.27	2.27	10.0	4461.91

$e_0 = 83.5$

$R_0 = 2.69$

$r = .186$

$T \approx 99.43$

68

Tabla 5. Tabla de vida para machos, 2a. "cohorte". Fase de incremento.

Días	$n_x$	$l_x$	$d_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$ en días
14	34	100.0	5.88	.0588	97.06	520.85	104.2
34	32	94.12	5.89	.0625	91.18	423.79	90.0
54	30	88.23	35.29	.3999	70.59	332.61	75.4
74	18	52.94	11.76	.2221	47.06	262.02	99.0
94	14	41.18	15.60	.3788	33.38	214.96	104.4
114	11	25.58	0.00	.0000	25.58	181.58	142.0
134	11	25.58	0.00	.0000	25.58	156.00	122.0
154	11	25.58	2.05	.0801	24.56	130.42	102.0
174	8	23.53	5.88	.2498	20.59	105.86	90.0
194	6	17.65	5.89	.3337	14.71	85.27	96.6
214	4	11.76	0.00	.0000	11.76	70.56	120.0
234	4	11.76	0.00	.0000	11.76	58.80	100.0
254	4	11.76	2.94	.2500	10.29	47.04	80.0
274	3	8.82	0.00	.0000	8.82	36.75	83.4
294	3	8.82	9.00	.0000	8.82	27.93	63.4
314	3	8.82	5.88	.6666	5.88	19.11	43.4
334	1	2.94	0.00	.0000	2.94	13.23	90.0
354	1	2.94	0.00	.0000	2.94	10.29	70.0
374	1	2.94	0.00	.0000	2.94	7.35	50.0
394	1	2.94	0.00	.0000	2.94	4.41	30.0
414	1	2.94	2.94	1.000	1.47	1.47	10.0
434	0	-	-	-	-	-	-

$e_0 = 84.08$

Tabla 6. Tabla de vida para hembras. Fase de pico.

Días	$n_x$	$l_x$	$d_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$ en días $m_x$	$x   x^{m_x}$
14	72	100.00	6.95	.0695	96.52	612.52	122.4	0.00
34	67	93.05	9.72	.1044	88.19	515.92	110.8	0.00
54	60	83.33	29.16	.3499	68.75	427.73	102.6	1679.93
74	39	54.17	5.56	.1026	51.39	358.98	132.6	1255.87
94	35	48.61	2.78	.0571	47.22	307.59	126.6	1167.80
114	33	45.83	4.16	.0907	43.75	260.37	113.6	465.99
134	30	41.67	6.95	.1667	38.19	216.62	104.0	1620.12
154	25	34.72	2.78	.0800	33.33	178.43	102.8	1229.92
174	23	31.94	4.16	.1302	29.86	145.10	90.8	1375.20
194	20	27.78	6.95	.2501	24.30	115.24	83.0	1530.12
214	15	20.83	0.00	.0000	20.83	90.94	87.2	839.86
234	15	20.83	5.55	.2664	18.05	70.11	67.2	1829.70
254	11	15.28	1.39	.0909	14.58	52.06	68.2	988.31
274	10	13.89	2.78	.2001	12.50	37.48	54.0	1065.08
294	8	11.11	2.78	.2502	9.72	24.98	45.0	2279.77

70

Continuación Tabla 6.

Días	$n_x$	$l_x$	$d_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	ex en días $m_x$	$x l_x^{m_x}$
314	6	8.33	1.39	.1668	7.63	15.26	36.6	1214.51
334	5	6.94	4.16	.5994	4.86	7.63	22.0	1289.17
354	2	2.78	1.39	.5000	2.08	2.77	19.8	0.00
374	1	1.39	1.39	1.0000	0.69	0.69	10.0	0.00
394	0	-	-	-	-	-	-	-

$e_0 = 78.9$        $R_0 = 1.23$        $r = .077$        $T \approx 160.38$

—

Tabla 7. Tabla de vida para machos. Fase de pico.

Días	$n_x$	$l_x$	$d_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$ en días
14	37	100.0	0.00	.0000	100.00	722.93	144.6
34	37	100.0	13.51	.1351	93.24	622.93	124.6
54	32	86.49	16.22	.1875	78.38	529.69	122.4
74	26	70.27	5.41	.0769	67.56	451.31	128.4
94	24	64.86	0.00	.0000	64.86	383.75	118.4
114	24	64.86	8.10	.1248	60.81	318.89	98.4
134	21	56.76	2.71	.0477	55.40	258.08	91.0
154	20	54.05	8.10	.1498	50.00	202.68	75.0
174	17	45.95	5.41	.1177	43.24	152.68	66.4
194	15	40.54	13.51	.3332	33.78	109.44	54.0
214	10	27.03	14.00	.5179	20.27	75.66	56.0
234	5	13.51	3.70	.2738	12.16	55.39	82.0
254	4	10.81	0.00	.0000	10.81	43.23	80.0
274	4	10.81	2.70	.2497	9.46	32.42	60.0
294	3	8.11	0.00	.0000	8.11	22.96	56.6
314	3	8.11	2.71	.3341	6.75	14.85	36.6
334	2	5.40	2.70	.5000	4.05	8.10	30.0
354	1	2.70	0.00	.0000	2.70	4.05	20.0
374	1	2.70	2.70	1.000	1.35	1.35	10.0
394	0	-	-	-	-	-	-

$e_0 = 76.5$

72



Tabla 8. Tabla de vida para hembras. Fase de declinación.

Días	$n_x$	$l_x$	$d_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$ en días $m_x$	$x l_x m_x$	
14	52	100.00	1.13	.0113	99.43	470.02	94.0	.0000	0.00
34	50	98.87	4.64	.0469	96.55	370.59	75.0	.0540	128.11
54	49	94.23	48.08	.5102	70.19	274.04	58.2	.1653	685.34
74	24	46.15	7.69	.1666	42.30	293.85	88.4	.1125	332.22
94	20	38.46	5.76	.1497	35.58	161.55	84.0	.4050	1308.38
114	17	32.70	5.78	.1767	29.81	125.97	77.0	.0000	0.00
134	14	26.92	3.85	.1430	24.99	96.15	71.4	.3857	1287.49
154	12	23.07	1.92	.0832	22.11	71.17	61.6	.6750	2242.36
174	11	21.15	3.79	.1791	19.25	49.06	46.4	.7364	2554.13
194	9	17.36	9.67	.5570	12.52	29.81	34.0	.3000	958.27
214	4	7.69	1.93	.2509	6.73	17.29	45.0	.6750	1058.76
234	3	5.77	1.93	.3344	4.80	10.56	36.6	1.8000	2326.46
254	2	3.84	0.00	.0000	3.84	5.76	30.0	.0000	0.00
274	2	3.84	3.84	1.0000	1.92	1.92	10.0	.0000	0.00
294	0	-	-	-	-	-	-	-	-

$e_0 = 57.9$        $R_0 = 1.03$

$r = .088$

$T \approx 123.86$

73

Tabla 9. Tabla de vida para machos. Fase de declinación.

Días	$n_x$	$l_x$	$d_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$ en días
14	42	100.0	4.76	.0476	97.62	402.36	80.4
34	40	95.24	7.15	.0750	91.66	304.74	64.0
54	37	88.09	50.00	.5676	63.09	213.08	48.4
74	16	38.09	7.14	.1874	34.52	149.99	78.8
94	13	30.95	2.38	.0768	29.76	115.47	74.6
114	12	28.57	7.14	.2499	25.00	85.71	60.0
134	9	21.43	7.14	.3331	17.86	60.71	56.6
154	6	14.29	0.00	.0000	14.29	42.85	60.0
174	6	14.29	4.77	.3337	11.90	28.56	40.0
194	4	9.52	4.76	.5000	7.14	16.66	35.0
214	2	4.76	2.38	.5000	3.57	9.52	40.0
234	1	2.38	0.00	.0000	2.38	5.95	50.0
254	1	2.38	0.00	.0000	2.38	3.57	30.0
274	1	2.38	2.38	1.000	1.19	1.19	10.0
294	0	-	-	-	-	-	-

$e_0 = 51.9$

Tabla 10. Sobrevivencia ( $1_x$ )

Fase	Sexo	$\bar{X}$	S	Co. r.
INCREMENTO	♀	334.0	193.39	-0.97
	♂	255.88	160.54	-0.83
	♀	194.0	112.54	-0.94
	♂	214.0	124.09	-0.85
PICO	♀	194.0	112.54	-0.93
	♂	188.73	108.90	-0.95
DECLINACION	♀	154.0	89.44	-0.91
	♂	154.0	89.44	-0.88

Tabla 11. Longevidad.

Edad en días	Hembras		Machos	
	#	%	#	%
34	13	2.78	9	1.92
54	66	14.13	68	14.56
74	17	3.64	18	3.85
94	8	1.71	13	2.78
114	13	2.78	5	1.07
134	10	2.14	12	2.56
154	12	2.56	9	1.92
174	9	1.92	13	2.78
194	8	1.71	11	2.35
214	11	2.35	8	1.71
234	13	2.78	11	2.35
254	7	1.49	12	2.56
274	9	1.92	6	1.28
294	9	1.92	1	0.21
314	5	1.07	4	0.85
334	4	0.85	2	0.42
354	5	1.07	2	0.42
374	6	1.28	4	0.85
394	2	0.42	2	0.42
414	4	0.85	2	0.42
434	1	0.21	-	-
454	2	0.42	3	0.64
474	2	0.42	2	0.42
494	1	0.21	-	-

Continuación, Tabla 11.

Edad en días	Hembras		Machos	
	#	%	#	%
514	5	1,07	2	0,42
534	2	0,42	-	-
554	-	-	-	-
574	1	0,21	-	-
594	-	-	-	-
614	1	0,21	-	-
634	2	0,42	-	-

Tabla 12. Mortalidad y/o emigración por edades.

Colecta	Hembras %			Machos %			Total %		
	J	S	A	J	S	A	J	S	A
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-2	.22	.44	-	-	-	.44	.22	.44	.44
2-3	-	-	.22	-	-	1.11	-	-	1.33
3-4	-	.44	.22	-	-	1.11	-	.44	1.33
4-5	.22	.22	.66	-	-	.66	.22	.22	1.33
5-6	-	-	.66	-	-	.22	-	-	.89
6-7	-	-	.44	.22	.22	2.00	.22	.22	2.44
7-8	.22	-	.44	-	-	1.55	.22	-	2.00
8-9	-	-	1.11	-	-	.89	-	-	2.00
9-10	-	-	.89	-	-	1.11	-	-	2.00
10-11	.22	-	1.11	.22	.22	.66	.44	.22	1.78
11-12	-	.44	1.78	-	.22	2.22	-	.66	4.00
12-13	-	-	.22	-	-	.89	-	-	1.11
13-14	-	-	2.44	-	-	1.89	-	-	4.22
14-15	-	-	2.00	-	-	2.00	-	-	4.00
15-16	-	-	.89	.22	-	.44	.22	-	1.33
16-17	.22	.22	1.11	.22	.44	1.78	.44	.66	2.89
17-18	-	.22	2.22	-	.66	2.66	-	.89	4.89
18-19	.44	.89	4.66	-	.22	1.78	.44	1.11	6.44
19-20	.22	.44	1.55	-	.44	1.55	.22	.89	3.11
20-21	-	-	.66	-	-	1.78	-	-	2.44
21-22	-	-	2.66	-	-	2.00	-	-	4.66
22-23	.22	.22	.89	.44	-	.89	.66	.22	1.78
23-24	.22	.22	1.55	-	.44	1.33	.22	.66	2.89
24-25	-	.44	2.44	-	.44	.89	-	.89	3.33
25-26	-	.44	4.00	-	.22	4.00	-	.66	8.00
26-27	-	.22	2.89	-	-	.89	-	.22	3.78
27-28	-	-	.89	-	-	.89	-	-	1.78
28-29	-	-	1.78	-	-	1.55	-	-	3.33

Colecta	Hembras %			Machos %			Total %		
	J	S	A	J	S	A	J	S	A
29-30	-	.22	1.78	-	-	1.33	-	.22	3.11
30-31	-	-	1.11	-	.22	1.33	-	.22	2.44
31-32	-	-	1.33	.22	-	2.44	.22	-	1.78
32-33	-	-	.22	-	-	.22	-	-	.44

J = juveniles

S = subadultos,

A = adultos

Tabla 13. Esperanza de vida promedio ( $e_x$ ) en días.

EDAD	SEXO	FASE DEL CICLO POBLACIONAL			
		INCREMENTO I	INCREMENTO II	PICO	DECLINACION
JUVENILES	♀	239.6	137.2	122.4	94.0
	♂	175.8	104.2	144.6	80.4
SUBADULTOS	♀	221.7	107.2	106.7	66.6
	♂	149.5	82.7	123.5	56.2
ADULTOS	♀	117.6	77.21	72.7	53.1
	♂	92.6	83.1	66.4	48.6



Tabla 14. Concentración de datos por estación del año de temperatura en °C del ambiente, del suelo y promedio de ejemplares.

			HORA DE CAPTURA				
			9:00	11:00	13:00	15:00	17:00
OTOÑO	1976	T.A.	13.3	19.3	20.6	22.6	20.0
		T.S.	13.0	15.6	17.6	18.6	16.8
		$\bar{X}$ Ejem.	3.8	15.6	10.0	11.2	12.1
INVIERNO	1976	T.A.	11.0	17.6	22.7	24.0	23.1
		T.S.	10.7	16.1	19.1	19.8	18.5
		$\bar{X}$ Ejem.	1.5	13.7	10.3	10.6	14.8
PRIMAVERA	1977	T.A.	17.7	22.5	24.8	24.5	22.7
		T.S.	15.8	17.3	18.5	19.1	19.3
		$\bar{X}$ Ejem.	8.7	13.8	8.8	9.6	12.5
VERANO	1977	T.A.	17.3	21.6	23.5	23.3	21.2
		T.A.	17.5	18.4	18.9	19.4	19.5
		$\bar{X}$ Ejem.	13.3	15.0	12.8	15.2	16.9
OTOÑO	1977	T.A.	16.2	20.8	22.1	22.6	20.0
		T.S.	15.8	17.2	18.9	19.1	19.1
		$\bar{X}$ Ejem.	7.0	15.6	16.7	17.0	19.2
INVIERNO	1977	T.A.	13.1	19.0	22.5	23.0	21.1
		T.S.	12.6	13.7	14.9	15.9	15.2
		$\bar{X}$ Ejem.	1.0	15.3	11.0	10.7	15.2
PRIMAVERA	1978	T.A.	19.7	24.5	27.5	25.7	20.7
		T.S.	17.7	19.7	21.1	21.1	20.2
		$\bar{X}$ Ejem.	8.1	8.2	4.0	5.1	5.8
VERANO	1978	T.A.	18.7	21.7	24.7	23.8	21.3
		T.S.	17.2	17.8	18.6	19.1	19.0
		$\bar{X}$ Ejem.	4.8	5.6	4.5	7.7	7.6

Tabla 15. Promedios totales de temperaturas y número de ejemplares por hora de captura.

Hora de captura	9:00	11:00	13:00	15:00	17:00
Temp. Ambiente °C	15.8	20.8	23.5	23.8	21.1
Temp. Suelo °C	15.1	16.9	18.4	19.0	18.4
# de ejemplares	6.0	12.8	9.7	10.8	13.0

Tabla 16. Resultados obtenidos por el método de longitud observada (m).

ESTACION	I.L.	$\bar{X}_{QAD}$	$\bar{X}_{QC/E}$	$\bar{X}_{QC/E}$	$\bar{X}_{QC/E}$	$\bar{X}_{QLAC}$	$\bar{X}_{QAD}$	$\bar{X}_{QS.A}$	$\bar{X}_{QJUV}$
OTOÑO	1976	87.8	15.7(4)	11.3(6)	8.5(3)	16.1*	8.5(8)	8.5(11)	-----
INVIERNO	1976	95.1	10.0(11)	9.5(3)	6.7(6)	6.1(4)	7.8(4)	4.7(4)	3.6(2)
PRIMAVERA	1977	98.4	10.6(17)	4.4(3)	5.0*	5.8*	8.2(11)	4.9(5)	-----
VERANO	1977	129.0	11.5(15)	8.8(5)	8.3(22)	8.2(5)	-----	5.3(12)	-----
OTOÑO	1977	147.7	11.1(22)	10.0(2)	17.2(3)	17.5(2)	7.3(18)	8.3(10)	-----
INVIERNO	1977	110.8	7.6(6)	10.1(2)	5.0*	5.8*	6.9(25)	10.0*	-----
PRIMAVERA	1978	60.4	8.3(21)	10.0*	-----	-----	8.7(2)	-----	-----
VERANO	1978	66.3	11.7(7)	-----	8.2(3)	10.4(4)	-----	-----	-----
$\bar{X}$ LONG. OBS.		10.8	9.1	8.4	10.0	7.9	7.0	3.6	

\* Un Ejemplar.  
( ) Núm. de Ejemplares.

003

Continuación, Tabla 16,

ESTACION	I.L.	$\bar{X}$ ♂ AD.		$\bar{X}$ ♂ S.A.	$\bar{X}$ ♂ JUV.
		ACT.	INACT.		
OTOÑO 1976	87.8	10.1(20)	12.4(7)	17.9(2)	-----
INVIERNO 1976	95.1	12.4(25)	10.0(2)	5.0*	5.0*
PRIMAVERA 1977	98.4	13.9(21)	5.0*	24.5(2)	-----
VERANO 1977	129.0	13.6(32)	9.2(3)	10.7(3)	10.0*
OTOÑO 1977	147.7	8.8(22)	5.0(2)	-----	-----
INVIERNO 1977	110.8	8.8(16)	10.4(7)	5.0(2)	-----
PRIMAVERA 1978	66.3	19.4(11)	-----	11.2(3)	-----
VERANO 1978	66.3	19.4(11)	-----	11.2(3)	-----
$\bar{X}$ LONG. OBS.		13.3	8.3	12.4	7.5

\* Un Ejemplar

( ) Núm. de Ejemplares.

Tabla 17. Resultados obtenidos por el método de área mínima ( $m^2$ ).

ESTACION	I. L.	$\bar{X}_{PAD.}$	$\bar{X}_{QC/E}$	$\bar{X}_{QC/E}$	$\bar{X}_{QC/E}$	$\bar{X}_{QLAC}$	$\bar{X}_{PAD.}$	$\bar{X}_{QS. A.}$
OTOÑO	1976	87.8	25.8(3)	21.6(3)	22.5*	-----	30.1(4)	24.2(5)
INVIERNO	1976	95.1	13.2(7)	15.0(2)	9.3(4)	11.2(2)	11.2(2)	-----
PRIMAVERA	1977	98.4	18.8(12)	7.5(2)	-----	-----	24.0(4)	7.5*
VERANO	1977	129.0	22.7(6)	14.9(6)	23.9(11)	-----	-----	-----
OTOÑO	1977	147.7	20.6(12)	-----	20.4(2)	-----	21.6(4)	14.6(4)
INVIERNO	1977	110.8	13.1(4)	-----	-----	-----	20.6(8)	30.0*
PRIMAVERA	1978	60.4	21.2(9)	25.4*	-----	-----	30.0*	-----
VERANO	1978	66.3	27.9(4)	-----	46.7(2)	29.5(2)	-----	-----
$\bar{X}$ AREA MINIMA		20.4	16.9	24.6	20.4	22.9	19.0	

\* Un Ejemplar

( ) Núm. de Ejemplares.

85

Continuación. Tabla 17.

ESTACION	I.L.	$\bar{X} \phi$ AD.		$\bar{X} \phi$ S.A.	
		ACT	INACT.		
OTOÑO	1976	87.8	31.6 (10)	21.7 (2)	13.4*
INVIERNO	1976	95.1	7.5 (13)	30.0*	7.5*
PRIMAVERA	1977	98.4	25.5 (14)	-----	-----
VERANO	1977	129.0	43.7 (19)	-----	-----
OTOÑO	1977	147.7	41.0 (11)	-----	-----
INVIERNO	1977	110.8	17.6 (6)	57.5 (3)	15.0*
PRIMAVERA	1978	60.4	34.0 (7)	-----	-----
VERANO	1978	66.3	54.9 (6)	-----	-----
$\bar{X}$ AREA MINIMA			31.9	36.4	13.4

\* Un Ejemplar

( ) Núm. de Ejemplares.

Tabla 18. Desplazamientos obtenidos en la población.

		LONGITUD OBS. (Mín.-Máx.)	AREA MINIMA (Mín.-Máx.)
X ADULTOS ACTIVOS	♀	10.8 (103) (4.1-56.0)	20.4 (57) (8.5-51.2)
	♂	12.4 (157) (4.0-66.5)	31.9 (86) (9.4-92.9)
	TOTAL	11.6 (260)	26.1 (143)
X̄ ADULTOS INACTIVOS	♀	7.9 (68) (3.8-44.3)	21.5 (22) (10.0-35.0)
	♂	8.3 (23) (6.0-35.3)	39.6 (5) (14.2-82.5)
	TOTAL	8.1 (91)	30.7 (27)
X̄ HEMBRAS CON EMBRION		9.1 (22) (7.0-26.0)	14.7 (14) (7.0-29.8)
X̄ HEMBRAS C/EMB. Y LAC.		8.4 (39) (6.0-32.1)	25.0 (20) (9.3-29.2)
X̄ HEMBRAS LACTANTES		10.0 (18) (6.3-32.0)	20.3 (4) (14.5-26.2)
X̄ SUBADULTOS	♀	7.0 (43) (2.2-18.5)	19.4 (11) (5.0-36.3)
	♂	12.4 (17) (3.3-23.4)	17.6 (5) (5.0-41.8)
	TOTAL	9.7 (60)	18.5 (16)
X̄ JUVENILES	♀	3.6 (2)	
	♂	7.5 (2)	
TOTAL		5.6 (4)	

( ) Número de ejemplares.

87

Tabla 19. Porcentaje de sobrelapamiento.

		♀	♂	POBLACION TOTAL
				♀ ♂
OTOÑO	1976	43.5	15.1	53.8
INVIERNO	1976	34.2	26.1	58.9
PRIMAVERA	1977	50.0	20.0	42.8
VERANO	1977	44.9	32.8	71.7
OTOÑO	1977	25.0	21.4	54.9
INVIERNO	1977	38.8	17.6	41.8
PRIMAVERA	1978	20.0	28.0	41.0
VERANO	1978	27.7	21.7	37.5



Tabla 20. Resultados obtenidos en desplazamientos exploratorios.

	$\bar{X}_{\text{QAD.}}^{\text{♀}}$ REC.	$\bar{X}_{\text{QAD.}}^{\text{♂}}$ ACT.	$\bar{X}_{\text{QAD.}}^{\text{♀}}$ INAC.	$\bar{Q} \text{ C/EMB. } \bar{Q}_{\text{LAC.}}^{\text{♀}}$	$\bar{X}_{\text{QS.}}^{\text{♀.A.}}$	$\bar{X}_{\text{QS.}}^{\text{♂.A.}}$
LONGITUD OBSERVADA (m)	46.0(9)	58.6(8)	47.5(2)	40.0*	60.0*	62.0(2)
AREA MINIMA (m <sup>2</sup> )	79.7(5)	122.7(6)	67.5(5)	-----	195.0*	107.3(2)
						107.9*

\* Un Ejemplar.

( ) Núm. de Ejemplares.

Tabla 21. Proporción de ejemplares adultos con cambio de pelaje.

ESTACION	I.L.	% Repr.	% Ad. Act. con muda		% AD. Act. sin muda		%AD. Inac. con muda		% Ad. Inac. sin muda	
			♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
OTOÑO	87.8	73.97	13.2	34.8	12.1	13.7	13.7	4.7	5.2	2.1
INVIERNO	95.1	92.2	22.7	53.7	8.1	7.6	4.3	1.08	1.0	1.08
PRIMAVERA	98.4	87.45	17.6	56.1	5.3	8.2	7.6	3.54	1.17	0.0
VERANO	129.0	97.6	16.8	47.8	11.7	21.1	0.0	1.87	0.0	0.0
OTOÑO	147.7	93.4	10.3	62.9	4.5	15.5	3.2	1.94	1.28	0.0
INVIERNO	110.8	76.57	1.86	45.7	2.8	26.1	6.5	7.47	4.6	4.6
PRIMAVERA	60.4	91.9	40.3	36.4	37.1	7.9	7.1	0.0	0.79	0.0
VERANO	66.3	98.6	30.6	29.3	26.6	11.9	0.0	0.0	1.3	0.0

Tabla 22. Variación del peso promedio en adultos activos.

	INCREMENTO -		PICO -		DECLINACION -		MINIMO	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
$\bar{X}$	28.0	29.9	28.7	29.1	26.0	26.9	27.2	28.7
S	3.9	3.0	3.8	3.4	3.0	2.9	3.5	3.5
MIN.	20.5	23.0	20.9	22.0	20.0	20.4	21.7	22.8
MAX.	35.6	39.7	37.0	36.1	33.7	35.3	34.0	35.6

	DIFERENCIA ENTRE MEDIAS		DIFERENCIA ENTRE MEDIAS		DIFERENCIA ENTRE MEDIAS	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
t	1.02	1.31	4.72	3.5	1.8	2.8
P	.05	.05	.001	.001	.05	.01
g.l.	154	148	154	113	130	109
NO. SIGNIFICATIVAS			SIGNIFICATIVAS		NO. SIGN. SIGNIFICATIVAS	

91

Tabla 23. Madrigueras.

MADRIGUERA	LONGITUD CM.	TIERRA REMOVIDA (Kgs.)	# CAMARAS	# NIDOS	# ENTRADAS
A	55	.661	0	0	3
B	176	1.700	0	0	4
C	200	2.200	0	0	4
D	260	4.161	1	1	7
E	710	13.297	3	1	6
F	750	8.290	0	0	6
G	890	13.568	3	3	6

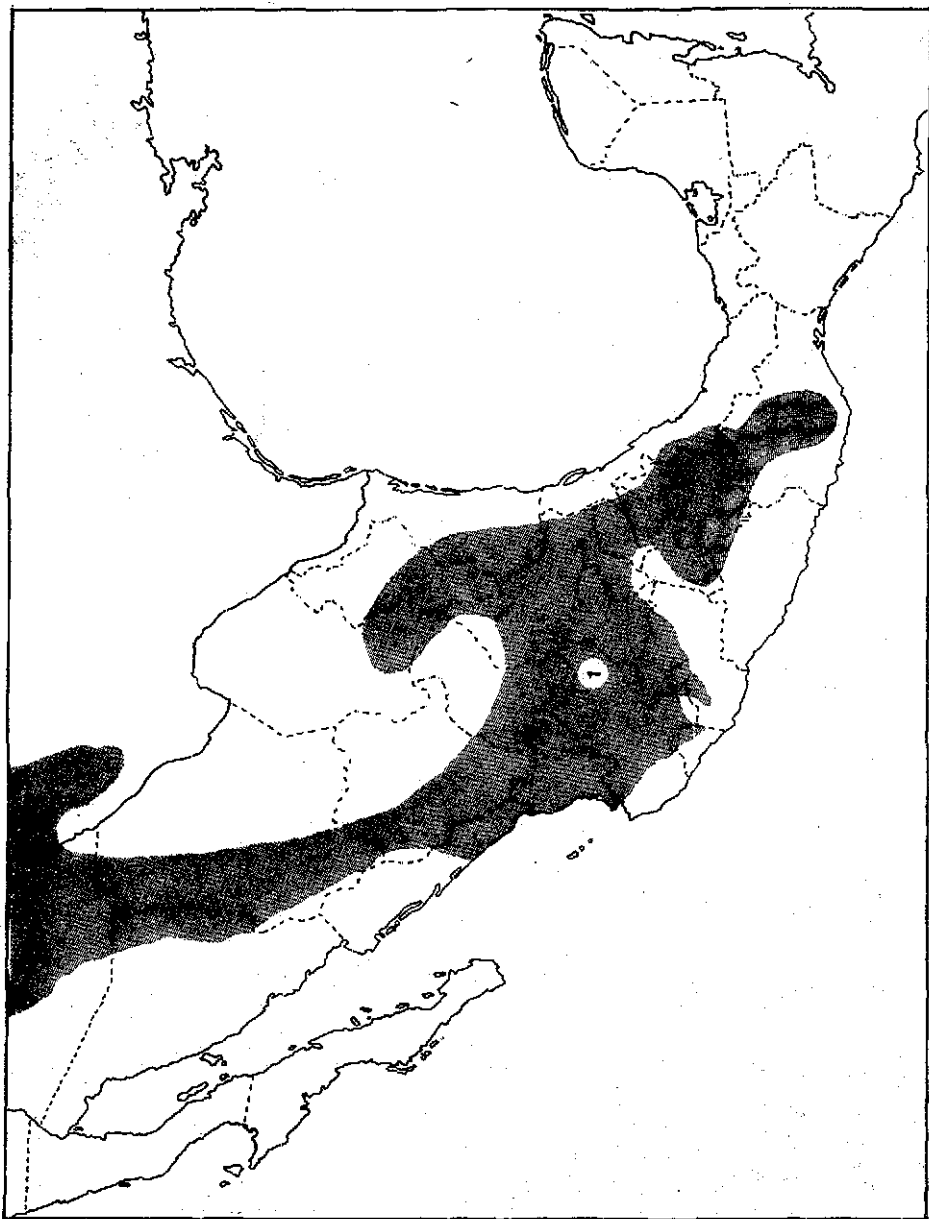


Fig. 1 Distribución de *Microtus mexicanus* (1).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

93

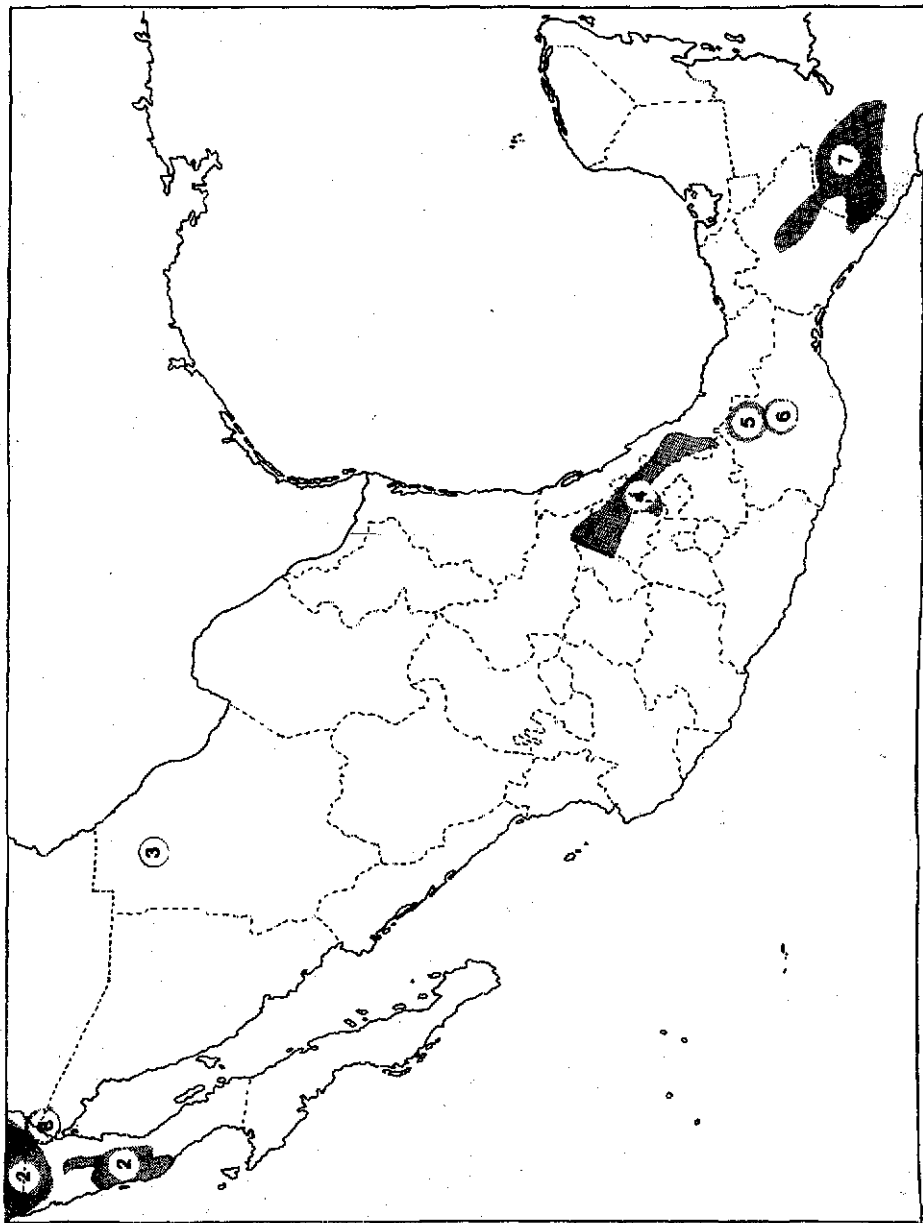


Fig. 2 Distribución de *Microtus californicus* (2), *M. pennsylvanicus* (3), *M. quastler* (4), *M. oaxacensis* (5), *M. umbrinus* (6), *M. guatemalensis* (7) y *Ondatra zibethicus* (8).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

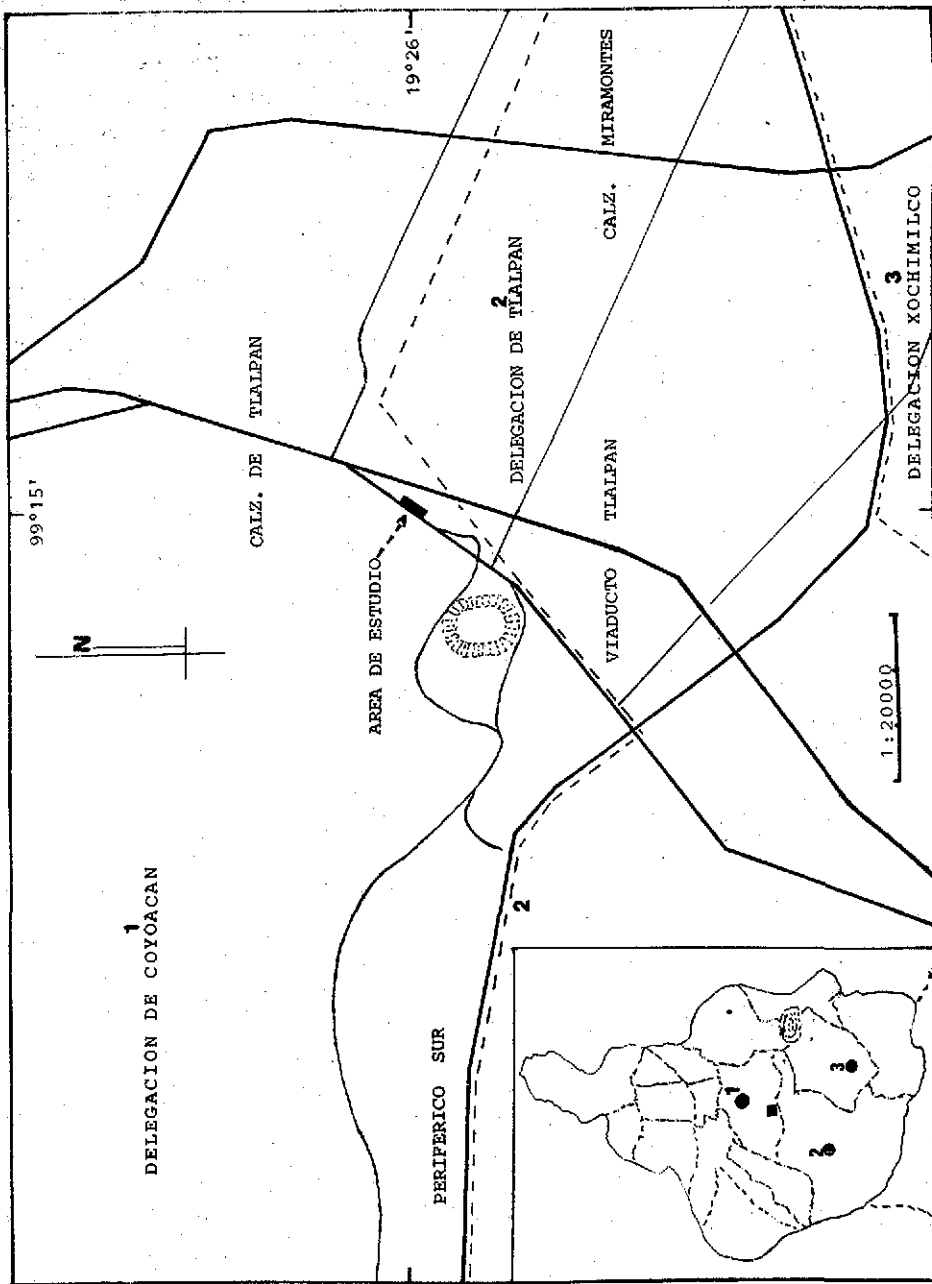


Fig. 3 Situación del área de estudio.

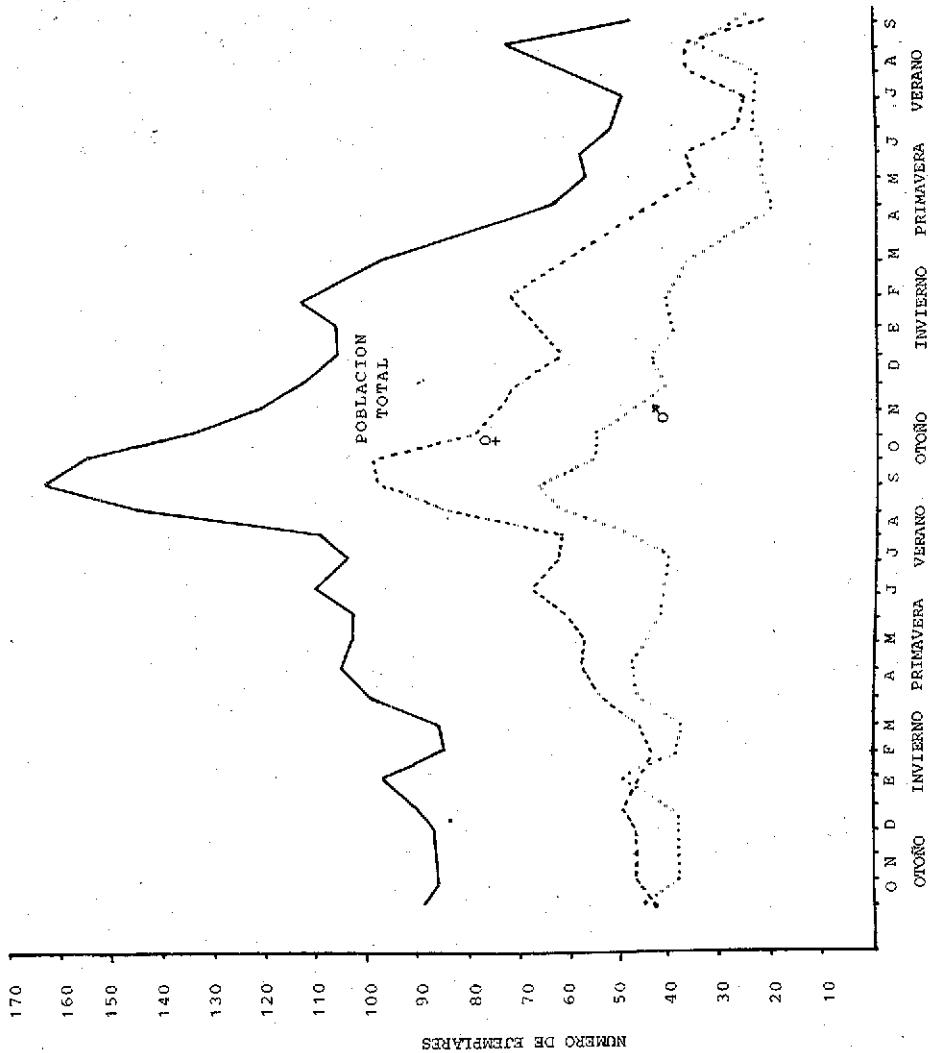


Fig. 4 Cambios en la densidad de la población total y por sexos.



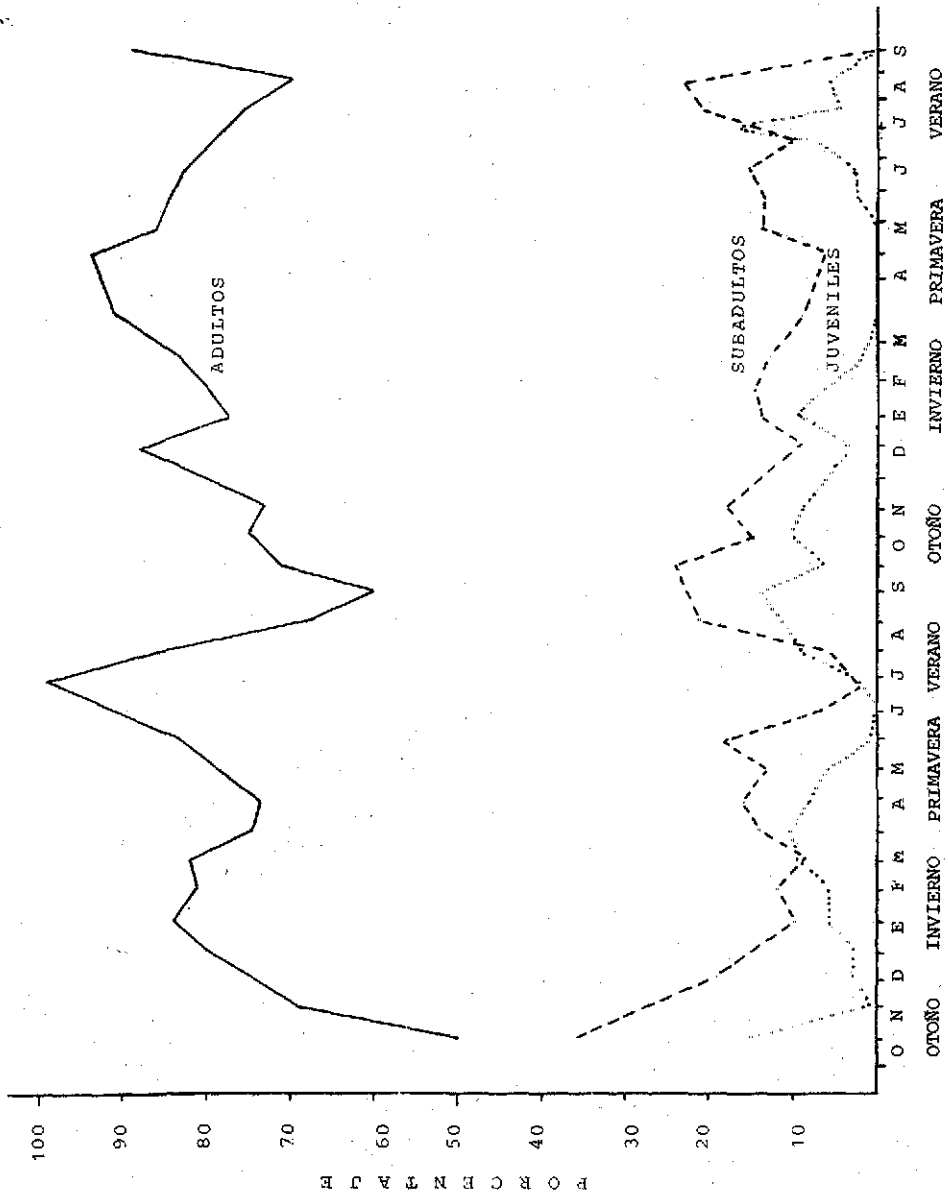


Fig. 5 Estructura por edades de la población total.

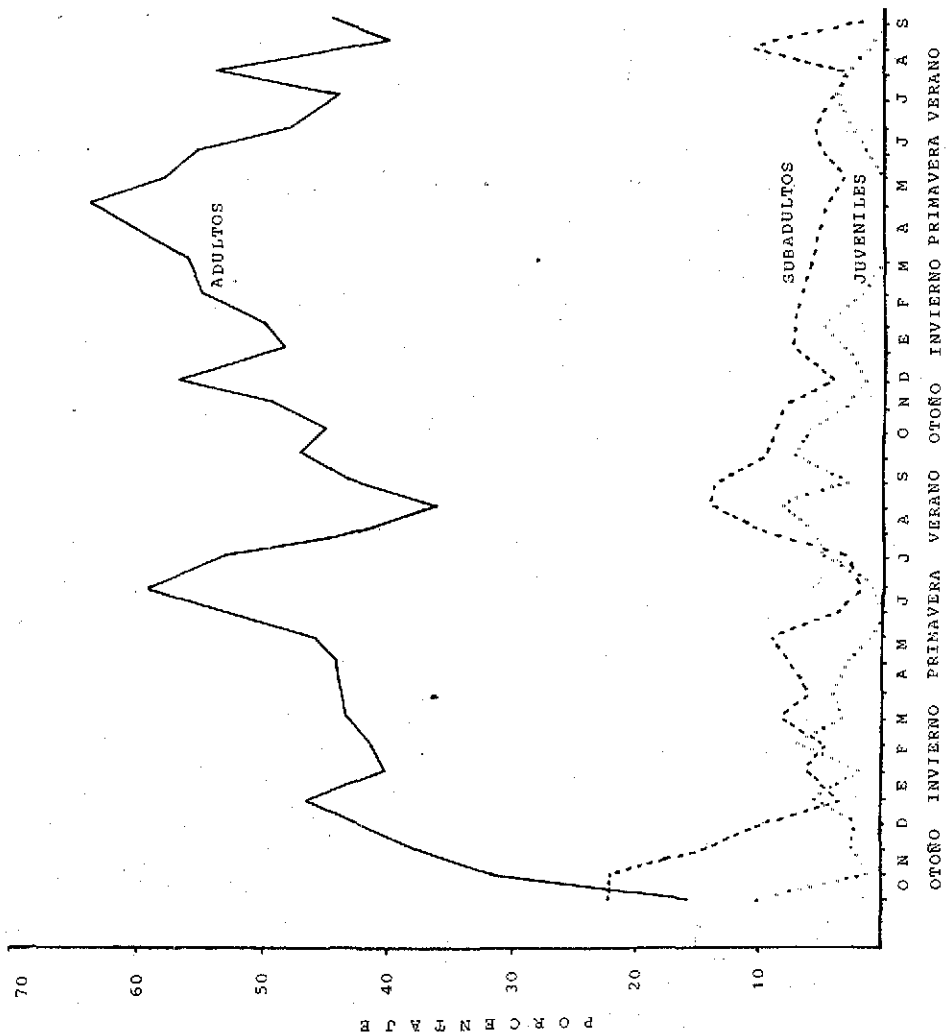


Fig. 6 Estructura por edades de la subpoblación de hembras.

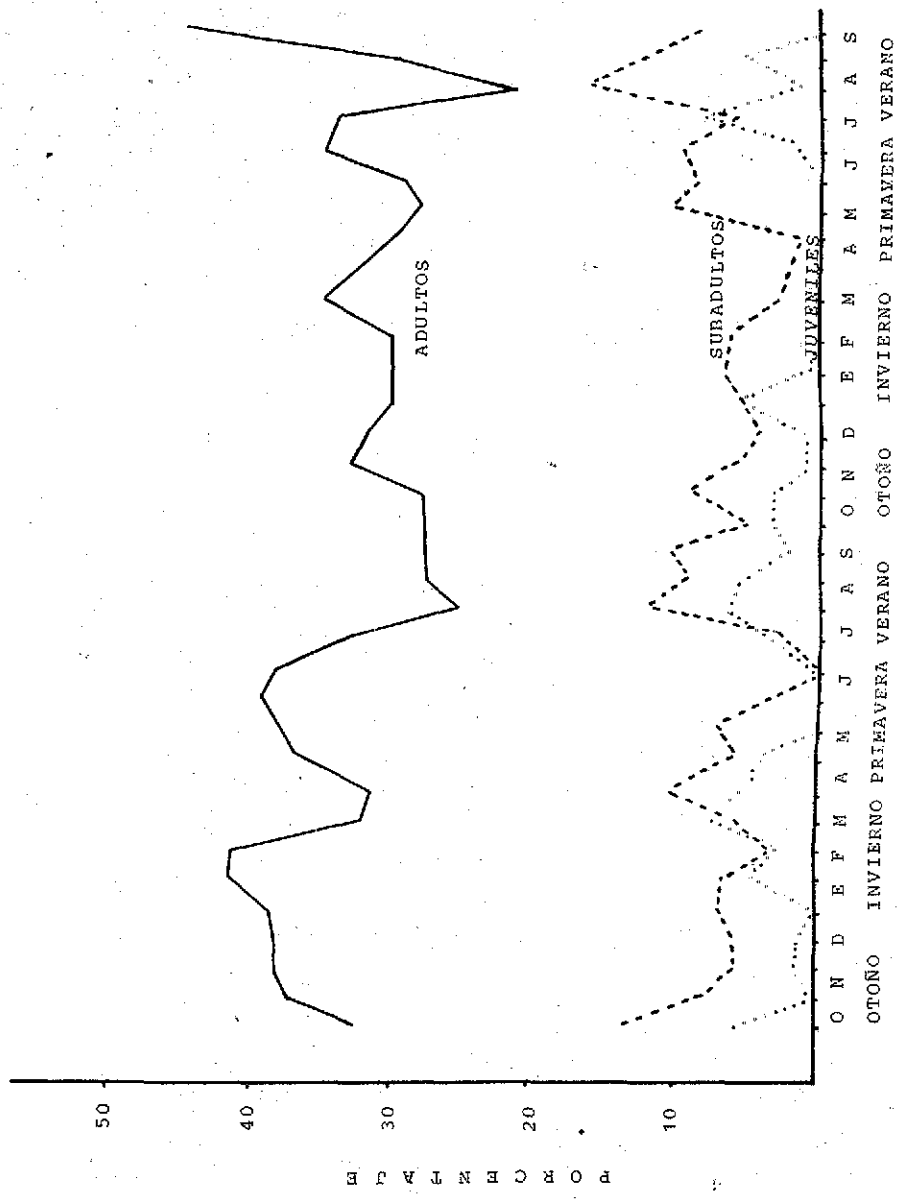


Fig. 7 Estructura por edades de la subpoblación de machos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

100



Fig. 8 Estados reproductivos de hembras, (1) receptivas, (2) no receptivas, (3), con embrión, (4) en lactancia y con embrión, (5) en lactancia y receptiva, (6) en lactancia.

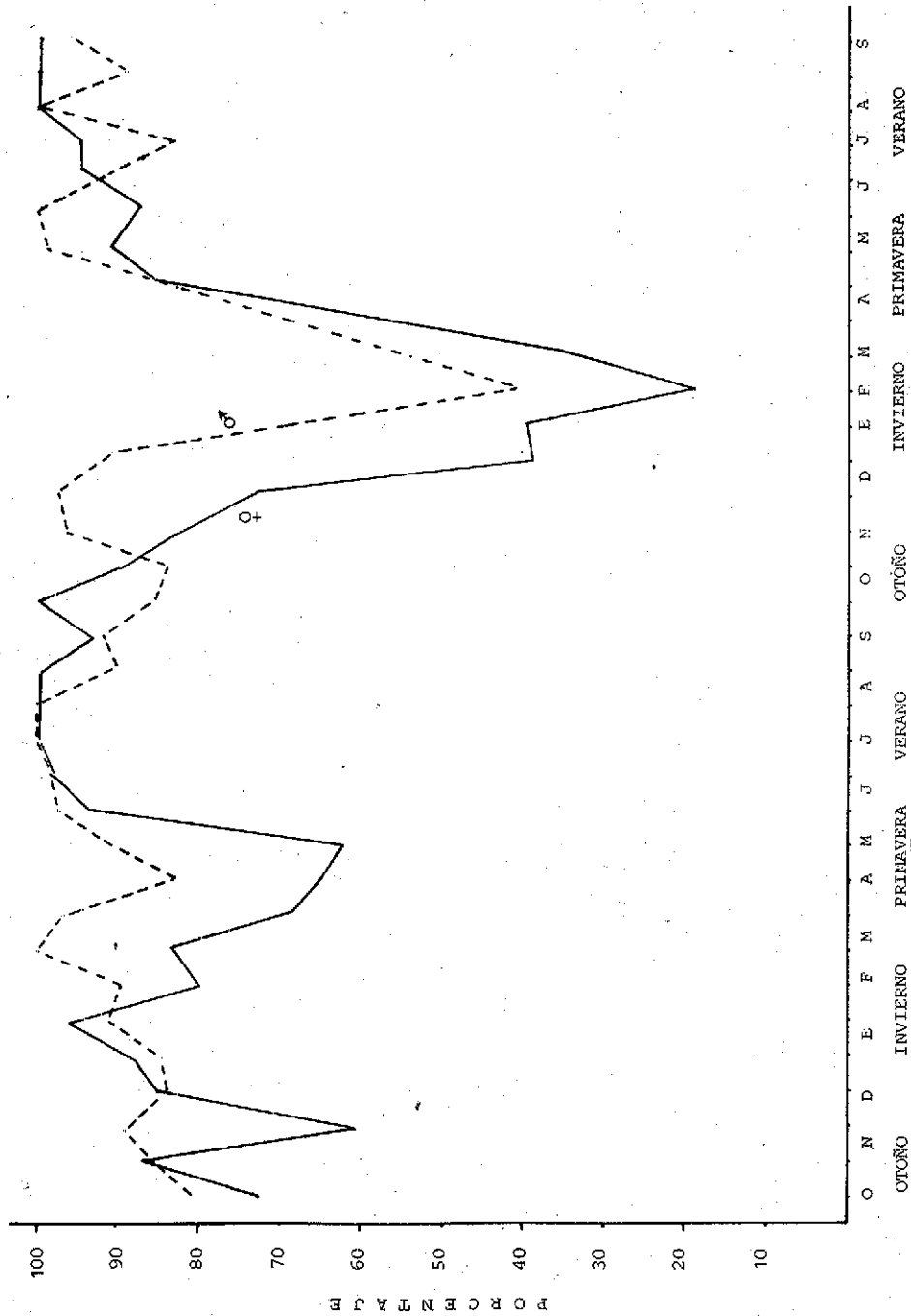


Fig. 9 Proporción de adultos activos.

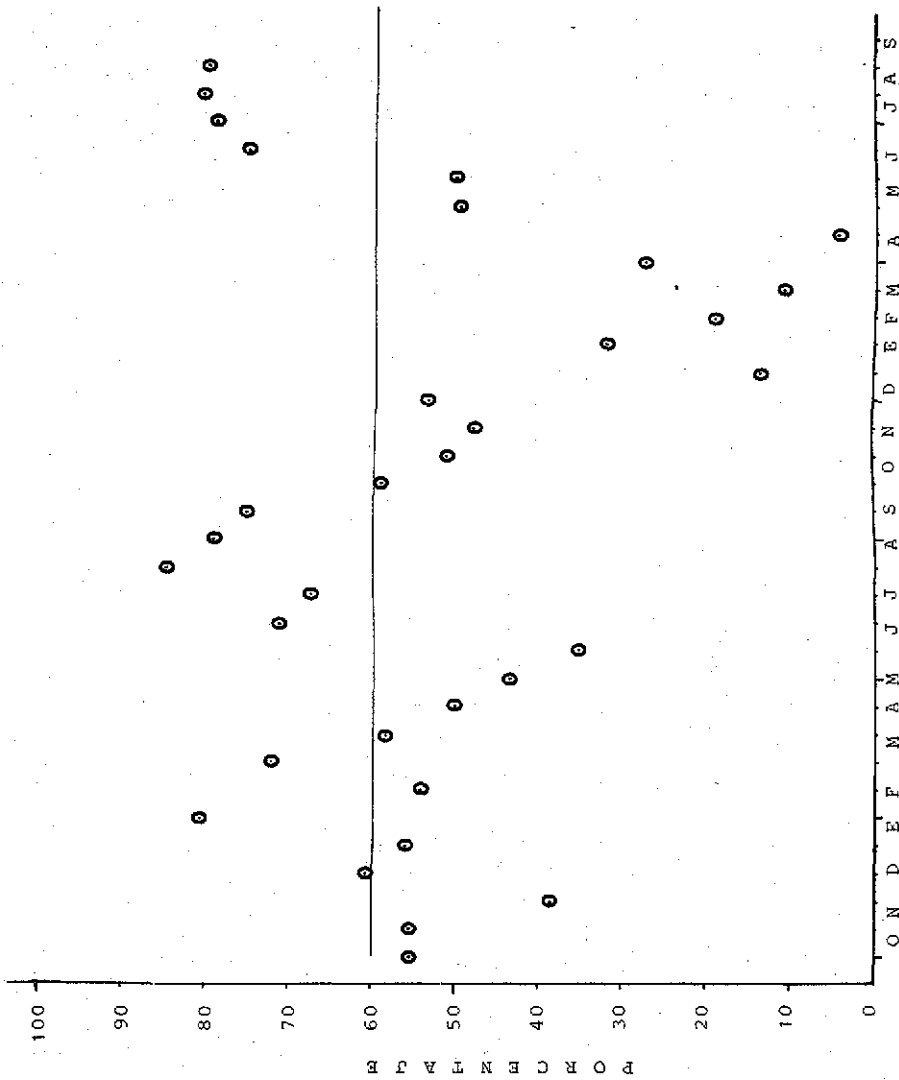


Fig. 10 Períodos de lactancia.

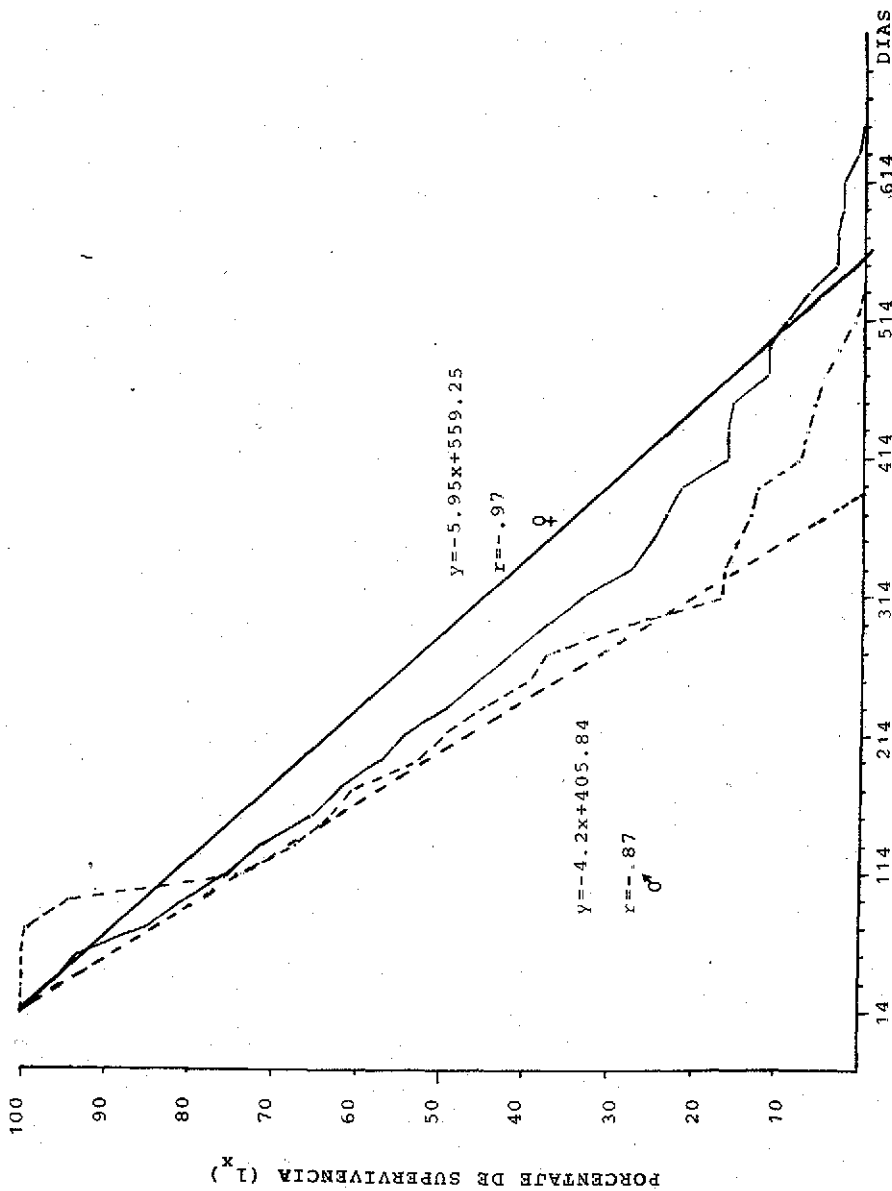


Fig. 11 Regresión y coeficiente de correlación (r) de la supervivencia (L<sub>x</sub>) de hembras (—) y machos (---) de la 1a. cohorte, fase de incremento.

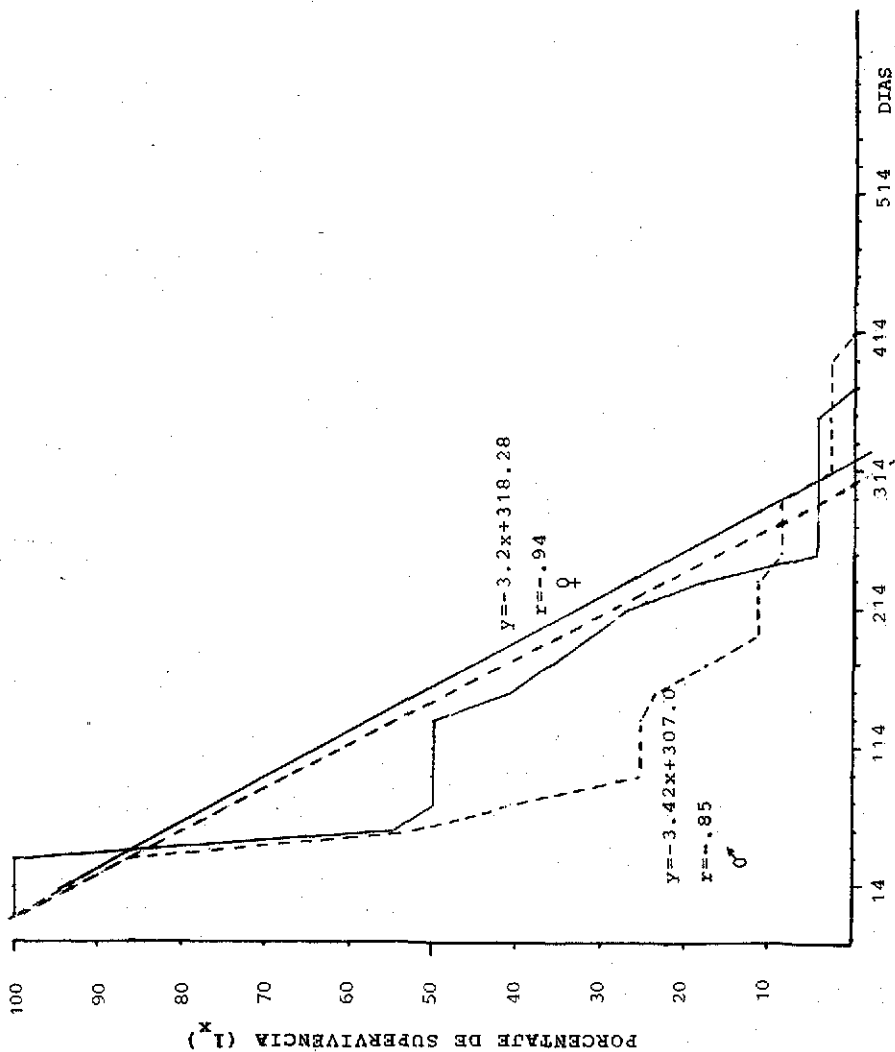


Fig. 12 Regresión y coeficiente de correlación ( $r$ ) de la supervivencia ( $I_x$ ) de hembras (—) y machos (---) de la 2a. cohorte, fase de incremento.



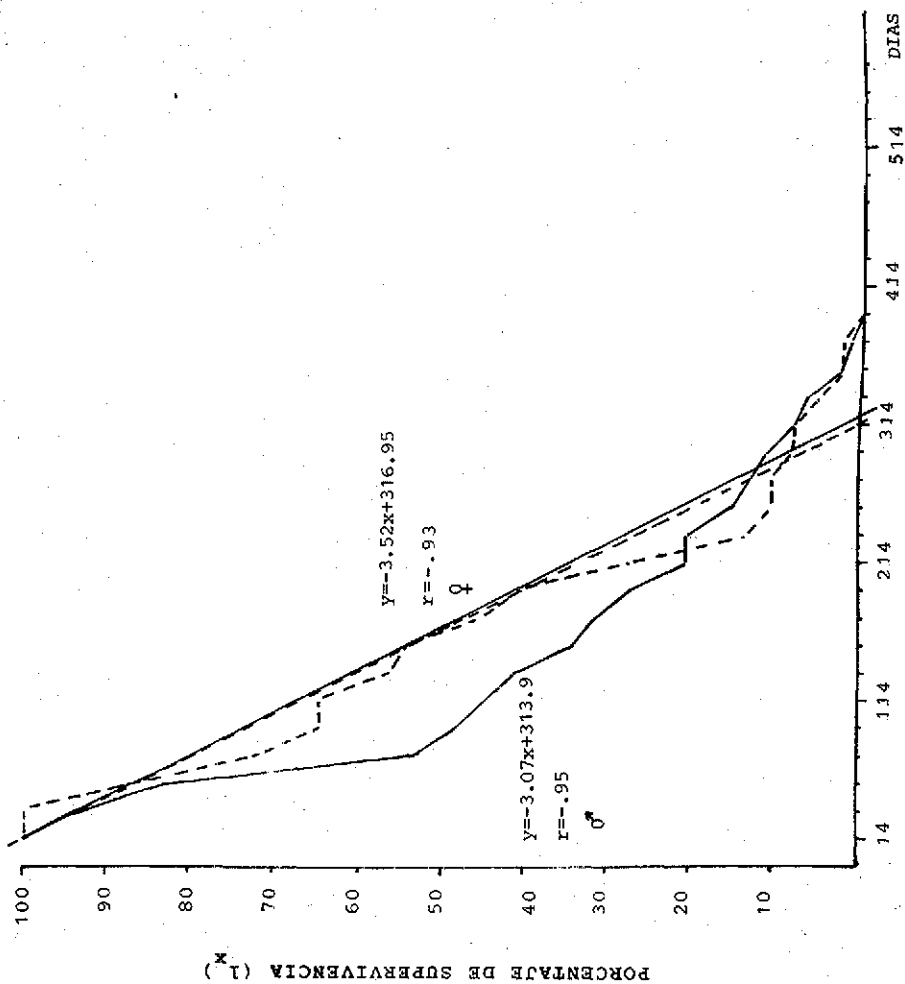


Fig. 13 Regresión y coeficiente de correlación (r) de la supervivencia (1. x) de hembras (—) y machos (---), cohorte de la fase de pico.

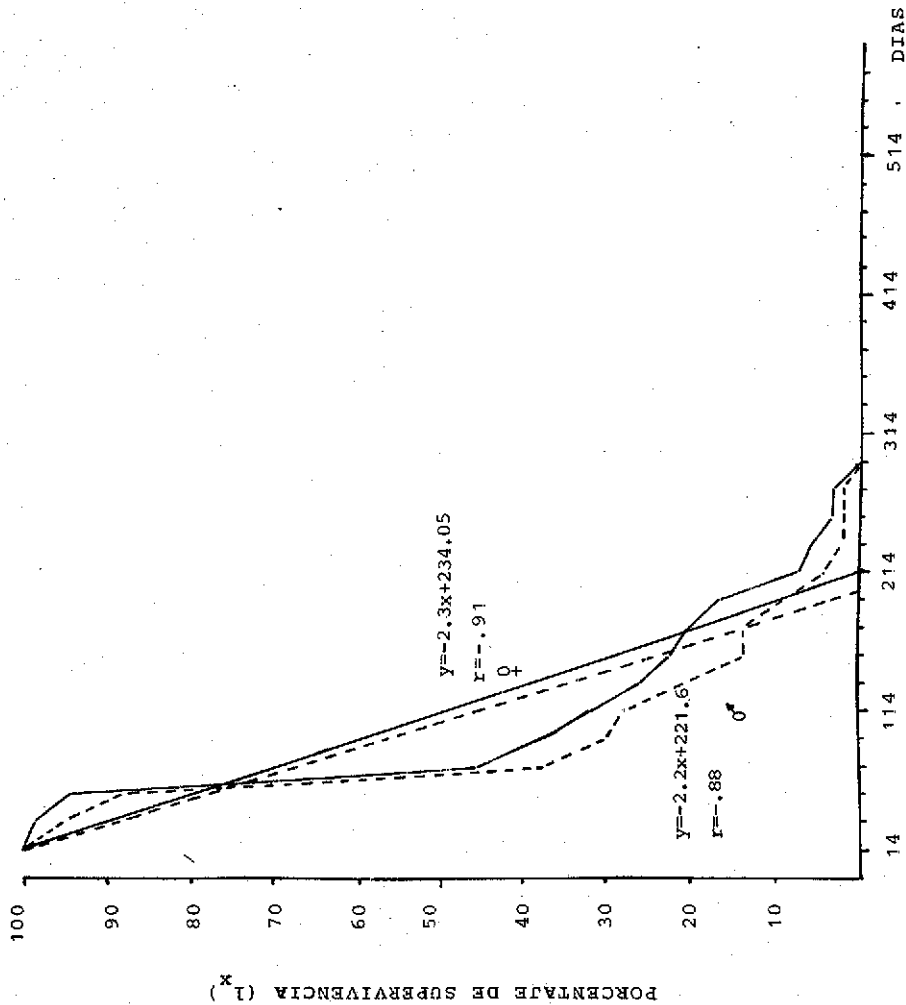


Fig. 14 Regresión y coeficiente de correlación (r) de la supervivencia ( $L_x$ ) de hembras (—) y machos (---), cohorte de la fase de declinación.

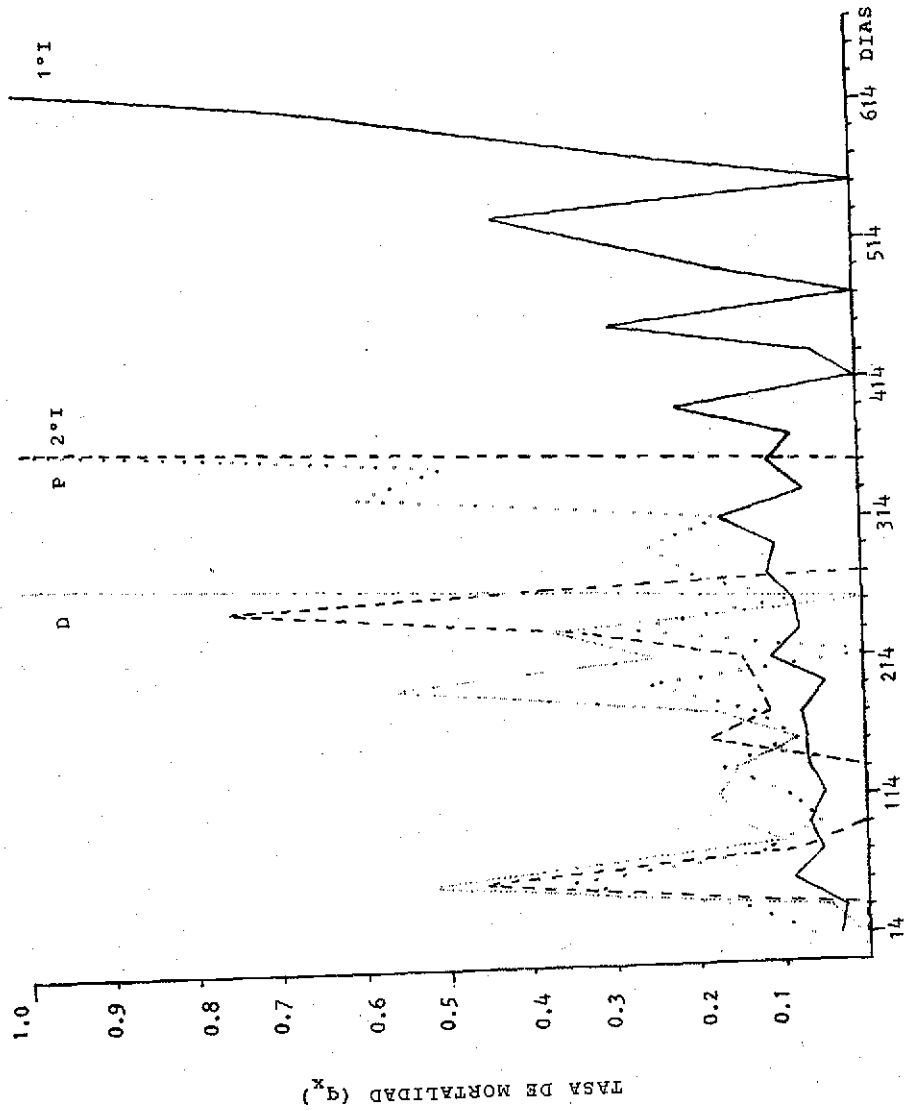


Fig. 15 Tasa de mortalidad ( $q_x$ ) para las hembras en las diferentes fases del ciclo 1° incremento (—), 2° incremento (---), pico (...), y declinación (— · —)

701

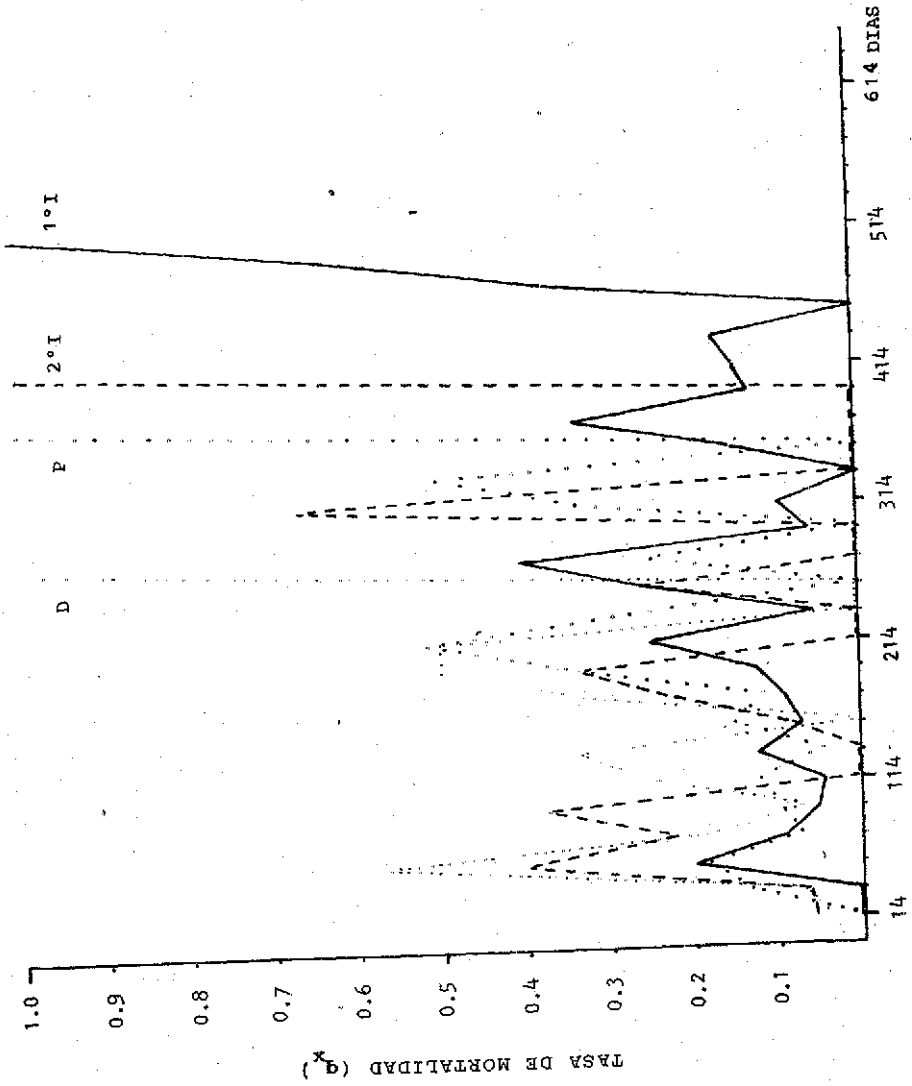


Fig.16 Tasa de mortalidad ( $q_x$ ) para los machos en las diferentes fases del ciclo  
 1° incremento (—), 2° incremento (---), pico (...) y declinación (....)

108

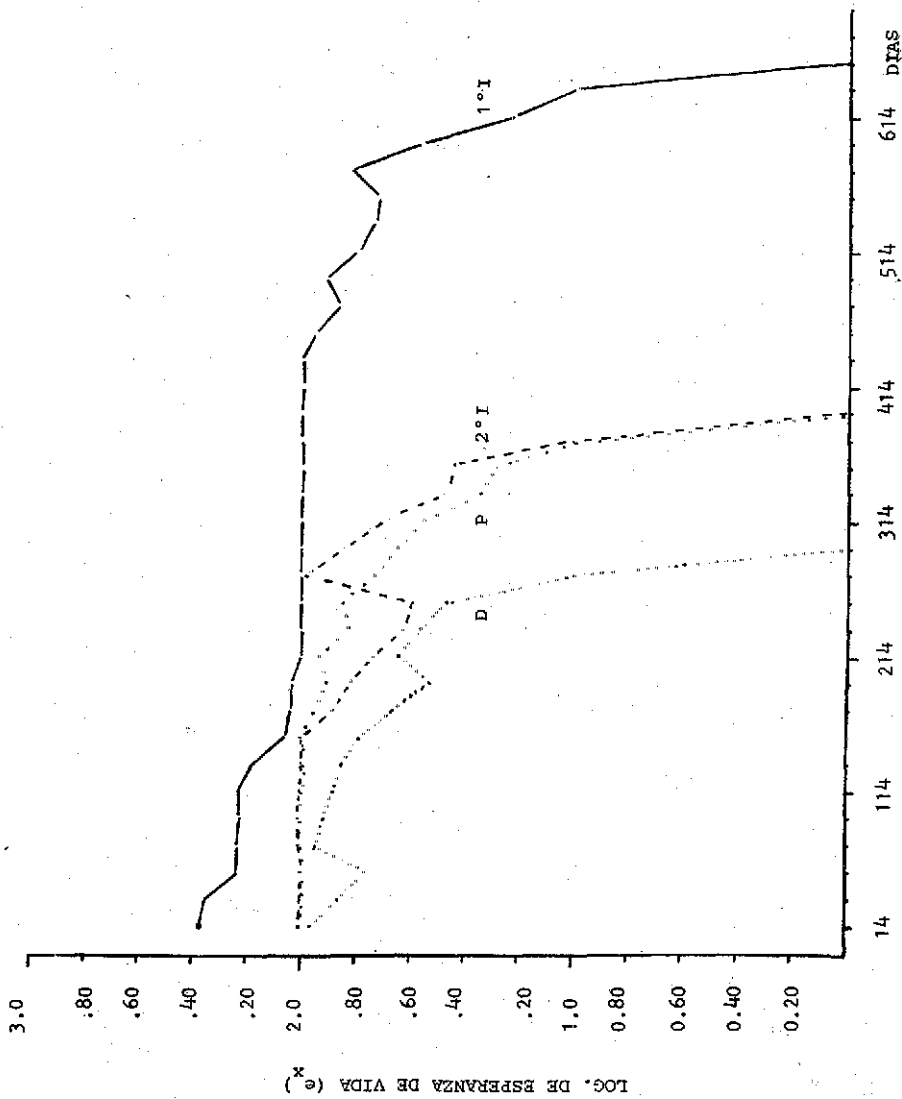


Fig. 17 Esperanza de vida ( $e^x$ ) para las hembras en las diferentes fases del ciclo 1° incremento (—), 2° incremento (---), pico (...) y declinación (— · —)

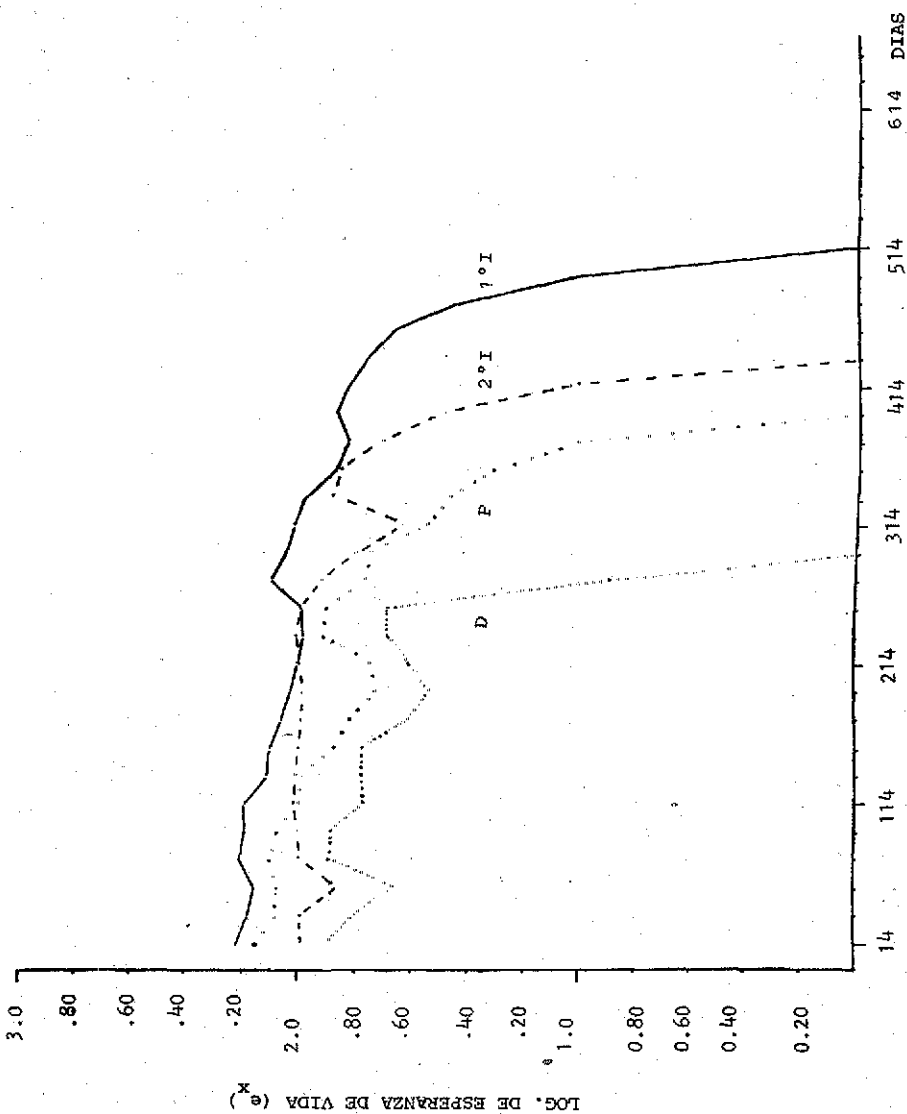


Fig. 18 Esperanza de vida ( $e^x$ ) para los machos en las diferentes fases del ciclo  
 1° incremento (—), 2° incremento (---), pico (...) y declinación (-·-·-).

110

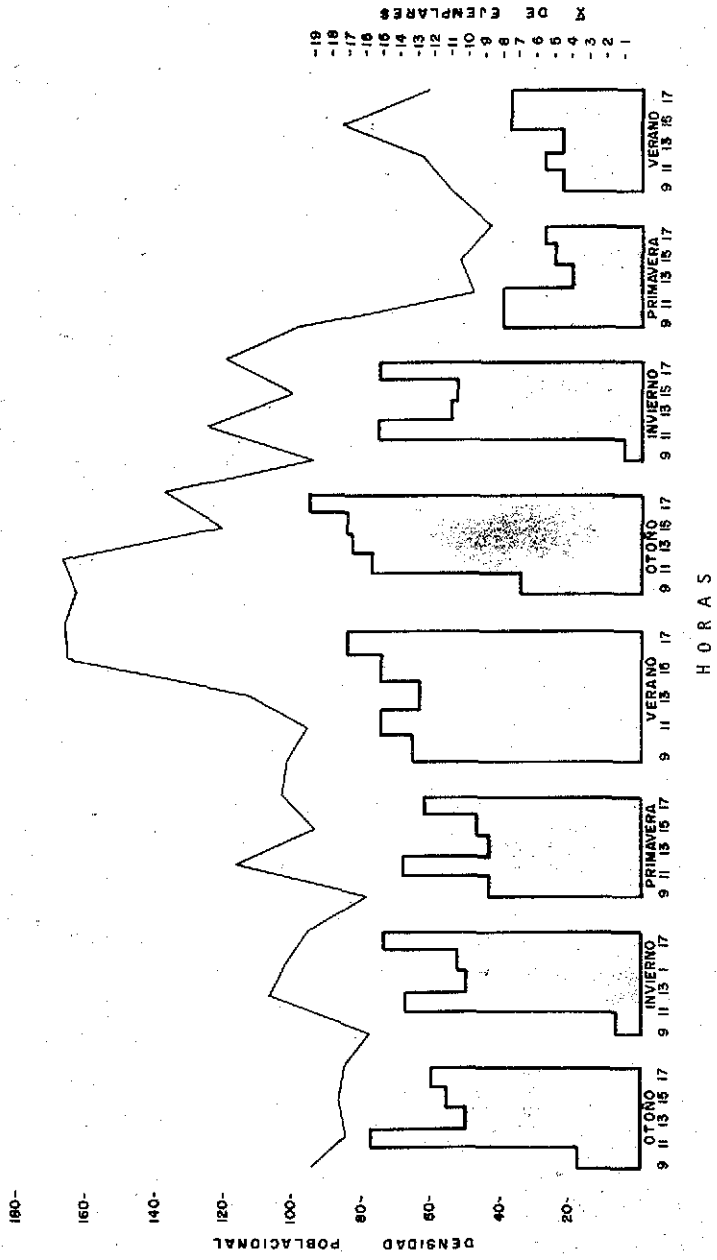


Fig. 19 Ejemplares capturados por hora y por estación del año en relación al índice de densidad.

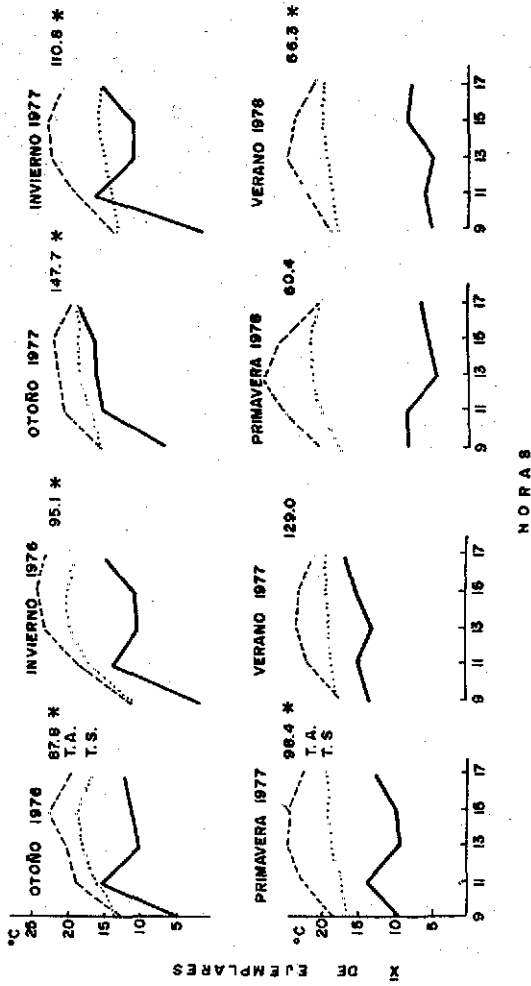


Fig. 20 Ejemplares capturados a diferentes horas en relación a la temperatura ambiente (T.A.) y del suelo (T.S.). Se indica el índice de densidad promedio para cada período.



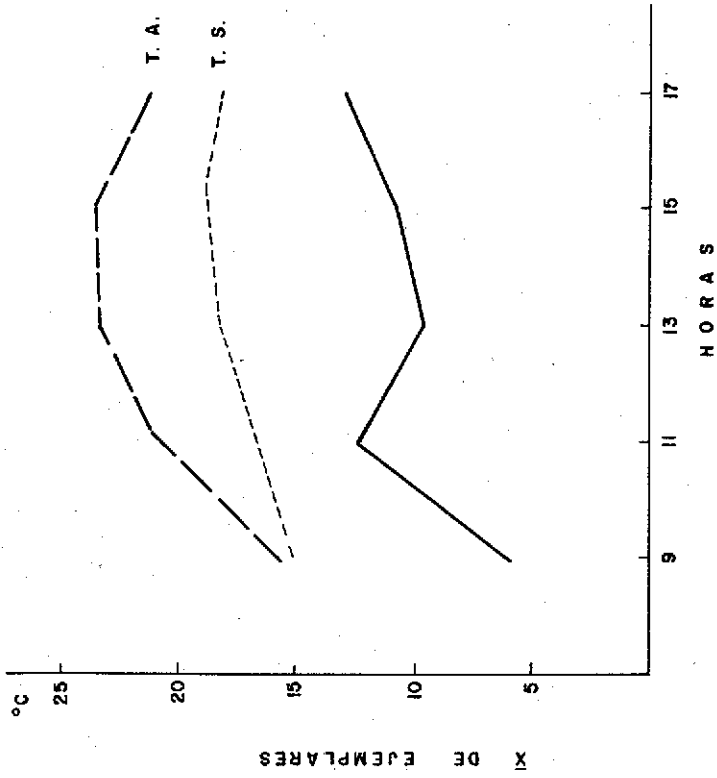


Fig. 21 Patrón de actividad dfurna obtenido durante el período de estudio.

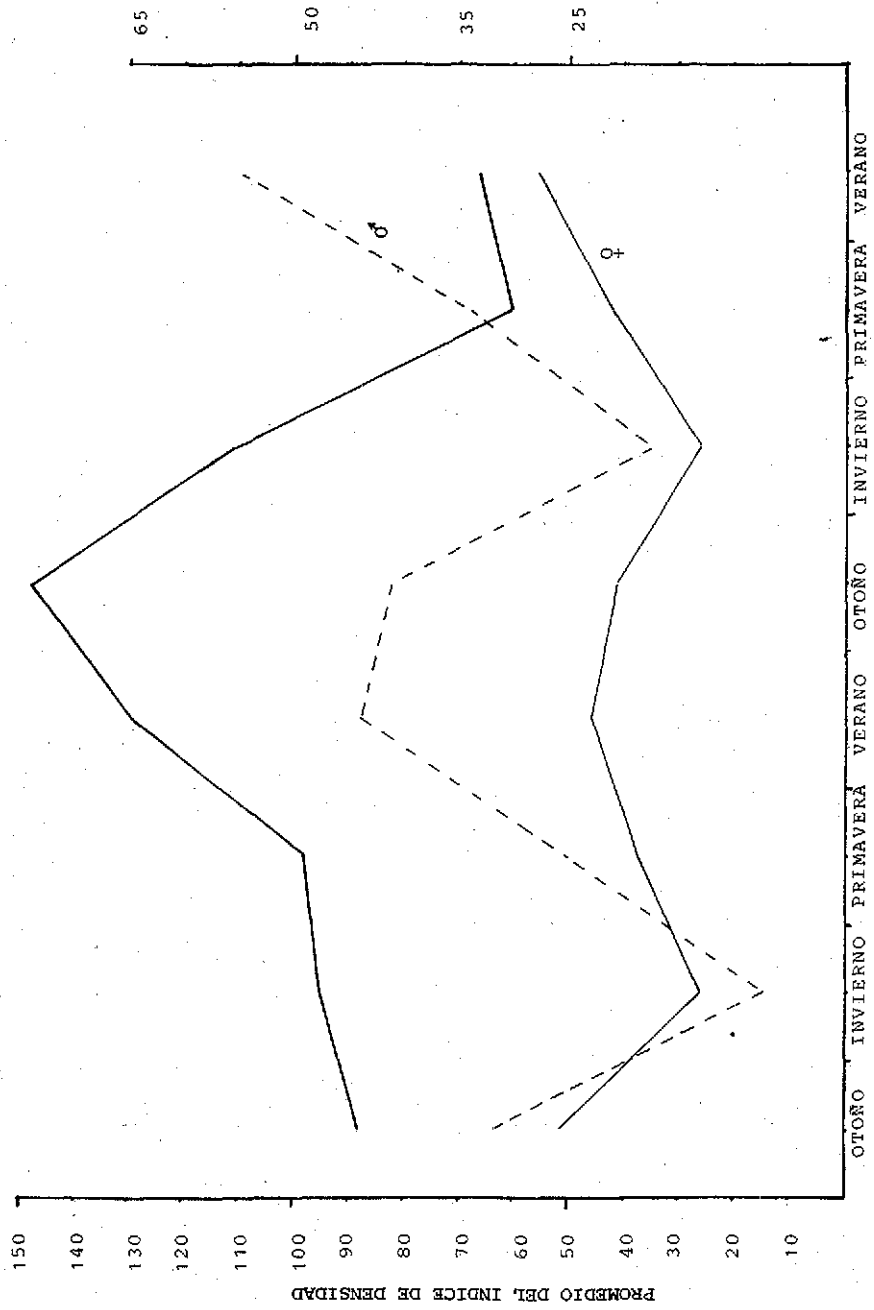


Fig. 22 Promedios de índice de densidad y ámbito hogareño en m<sup>2</sup>, obtenidos para hembras y machos por estación del año.

111

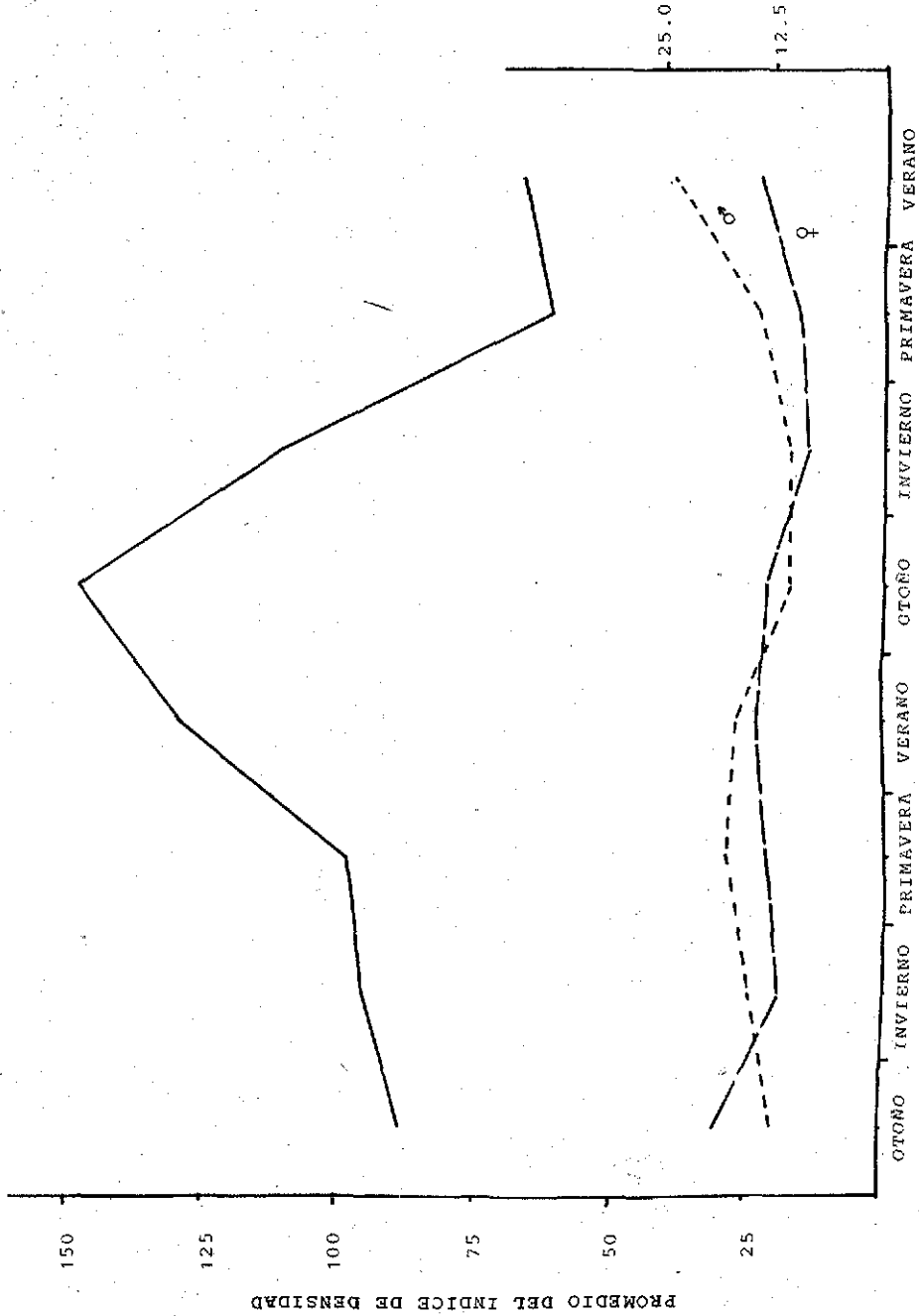


Fig. 23. Promedios de índice de densidad y ámbito hogareño en metros, obtenidos para hembras y machos por estación del año.

115

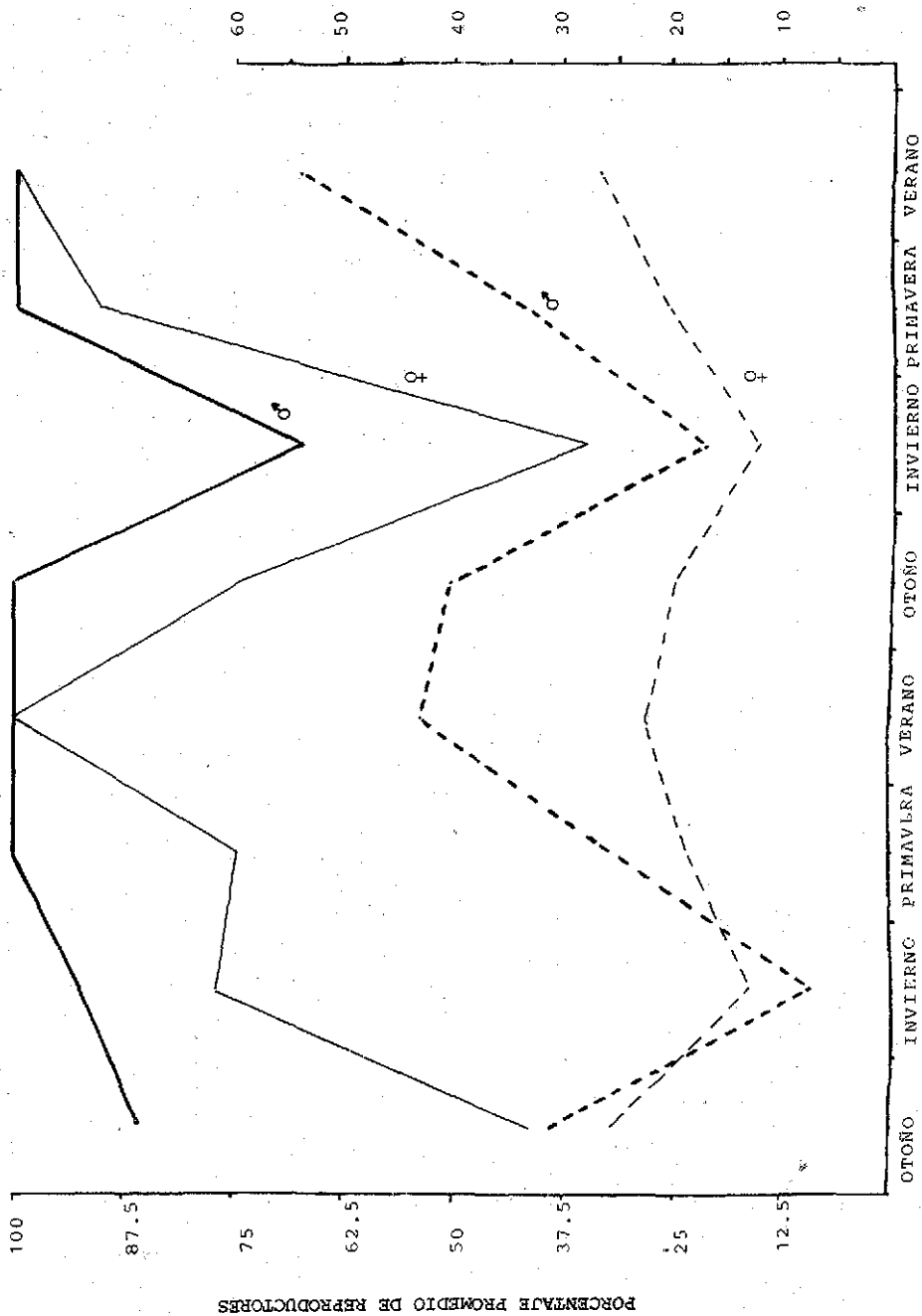


Fig. 24 promedios de reproductores (—) y ámbito hogareño en m<sup>2</sup> (---), para hembras y machos por estación del año.

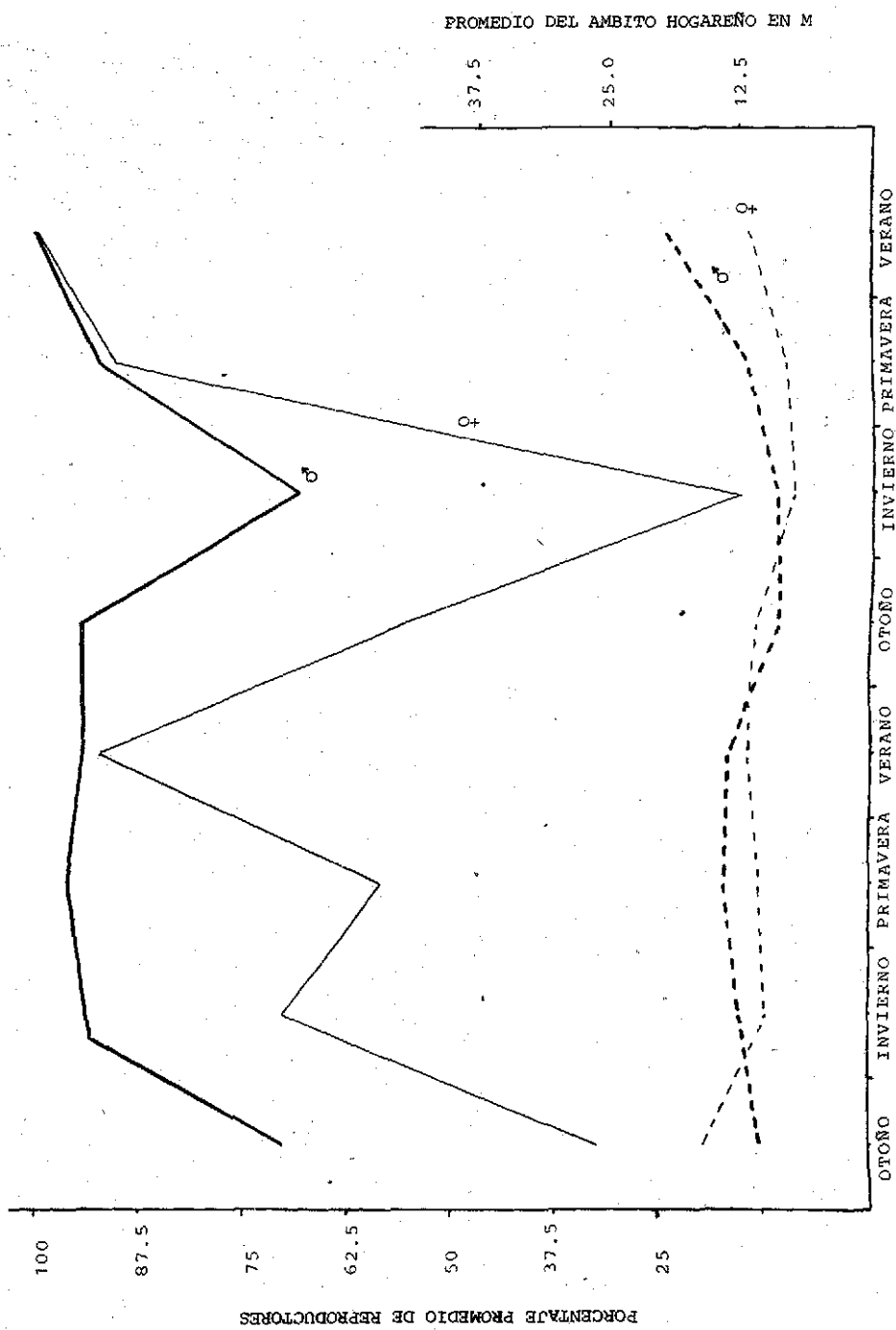


Fig. 25 Promedios de reproductores (---) y ámbito hogareño en metros (---), para hembras y machos por estación del año.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

118

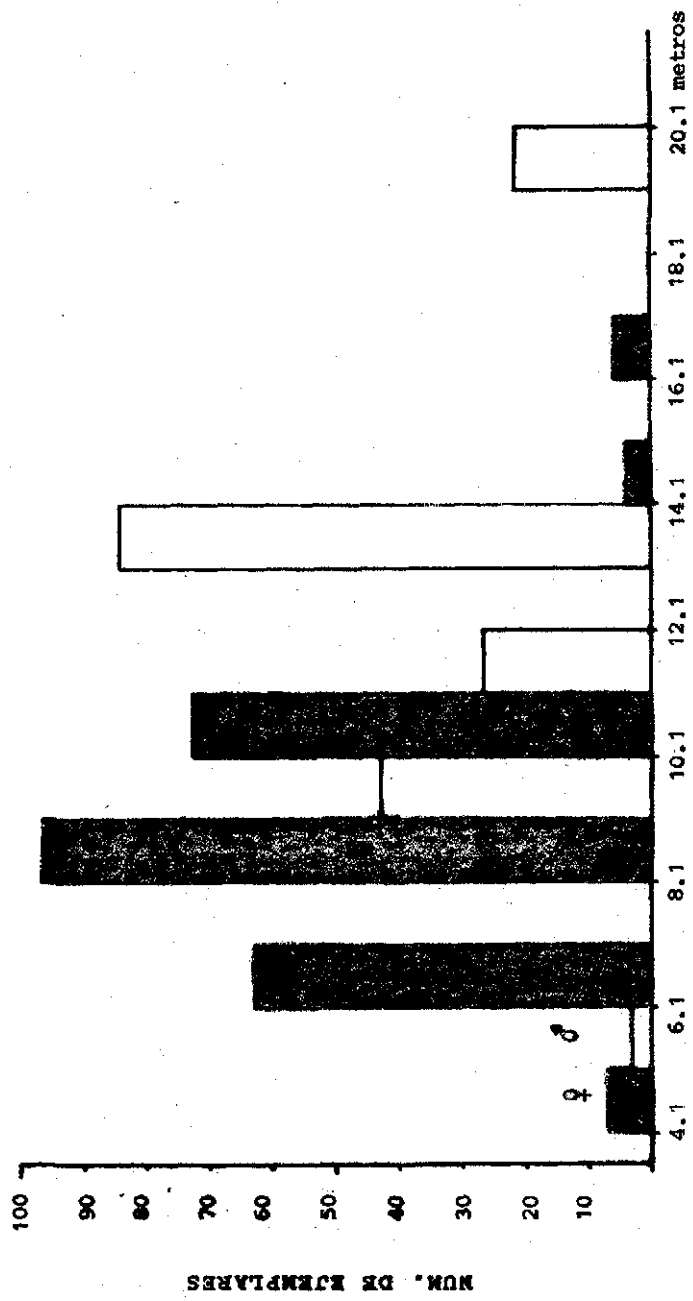


Fig. 26 Distribución del ámbito hogareño en metros en relación al número de ejemplares.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

119

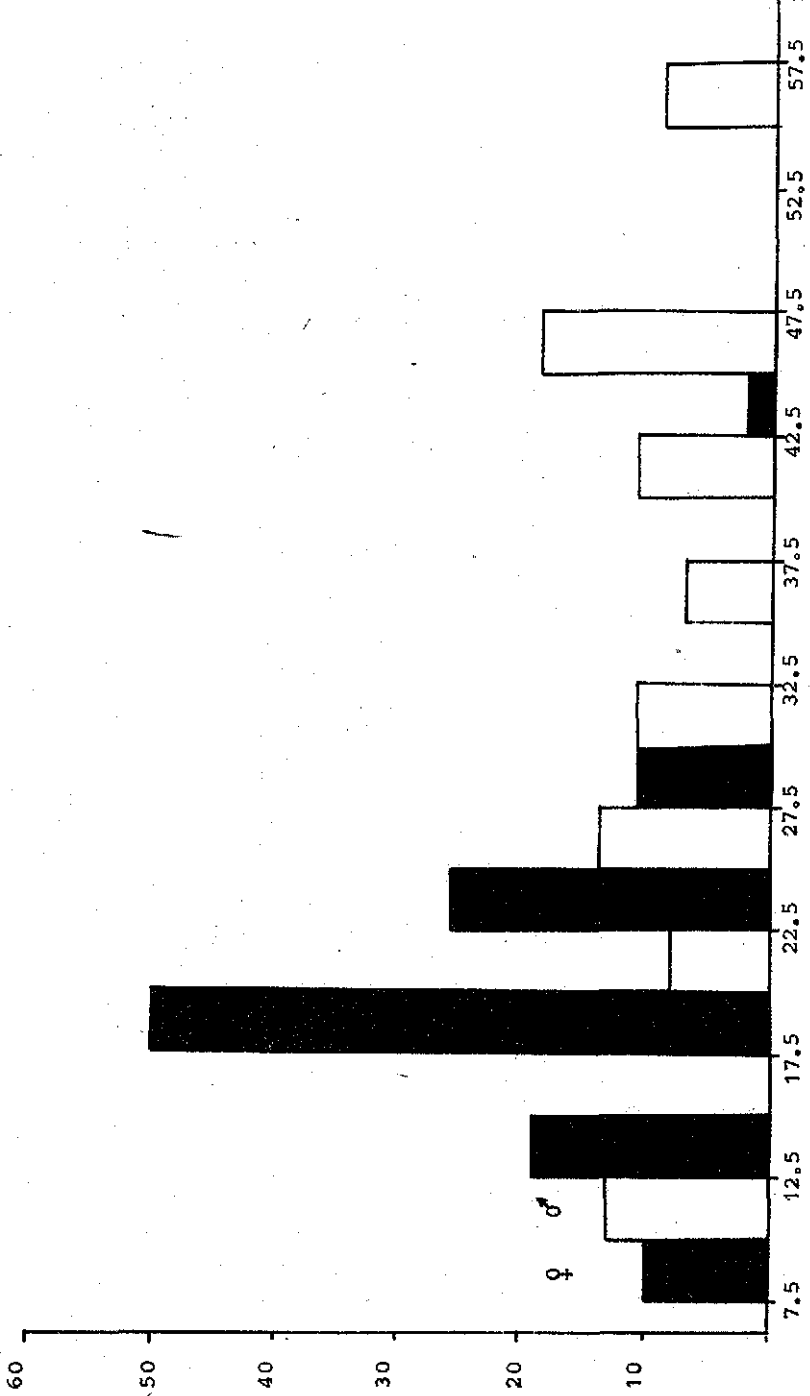


Fig. 27 Distribución del ámbito hogareño en metros cuadrados en relación al número de ejemplares.

PORCENTAJE DE EJEMPLARES ACTIVOS E INACTIVOS

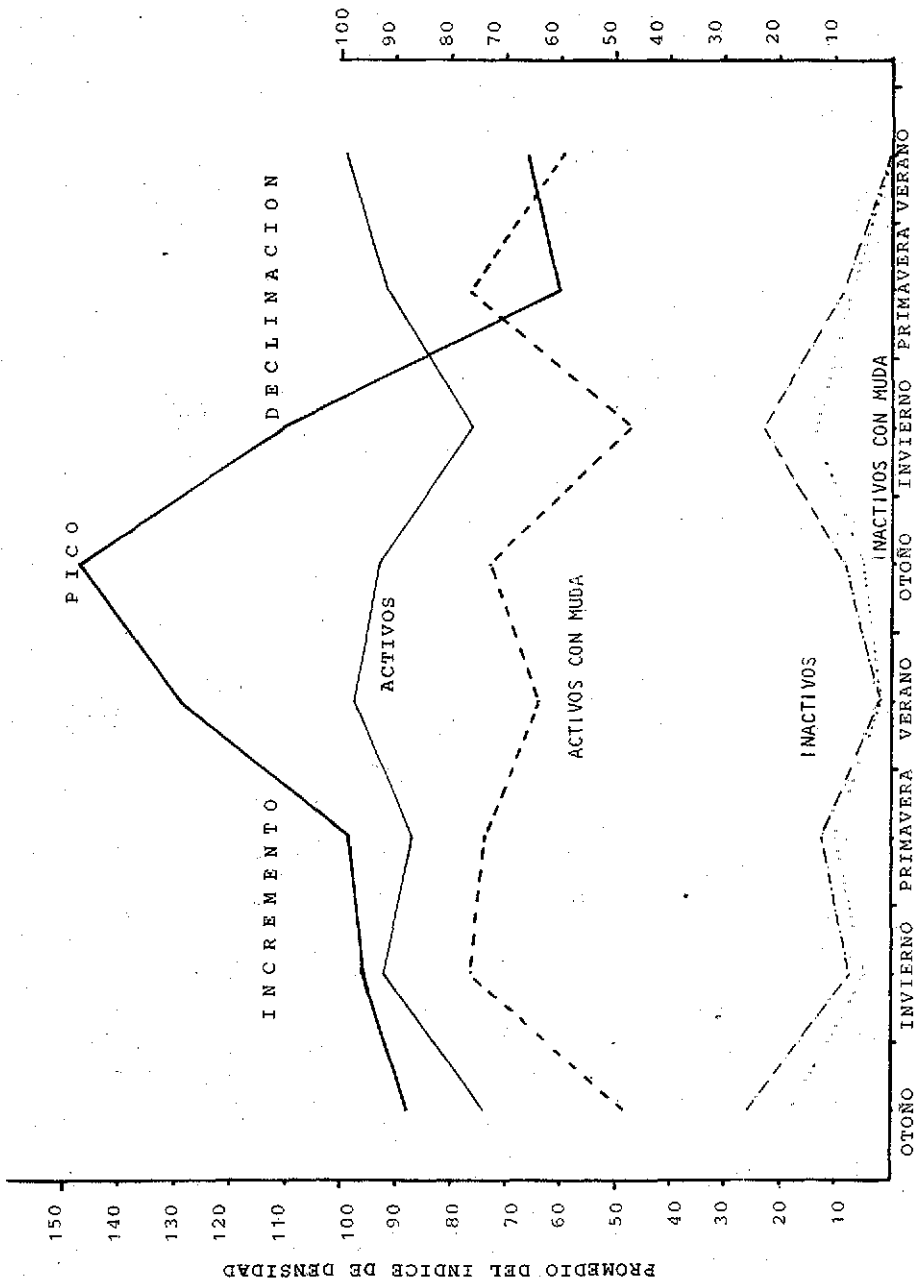


Fig. 28 Promedio de cambios de pelaje para hembras y machos por estación del año, en relación a las fases del ciclo poblacional.



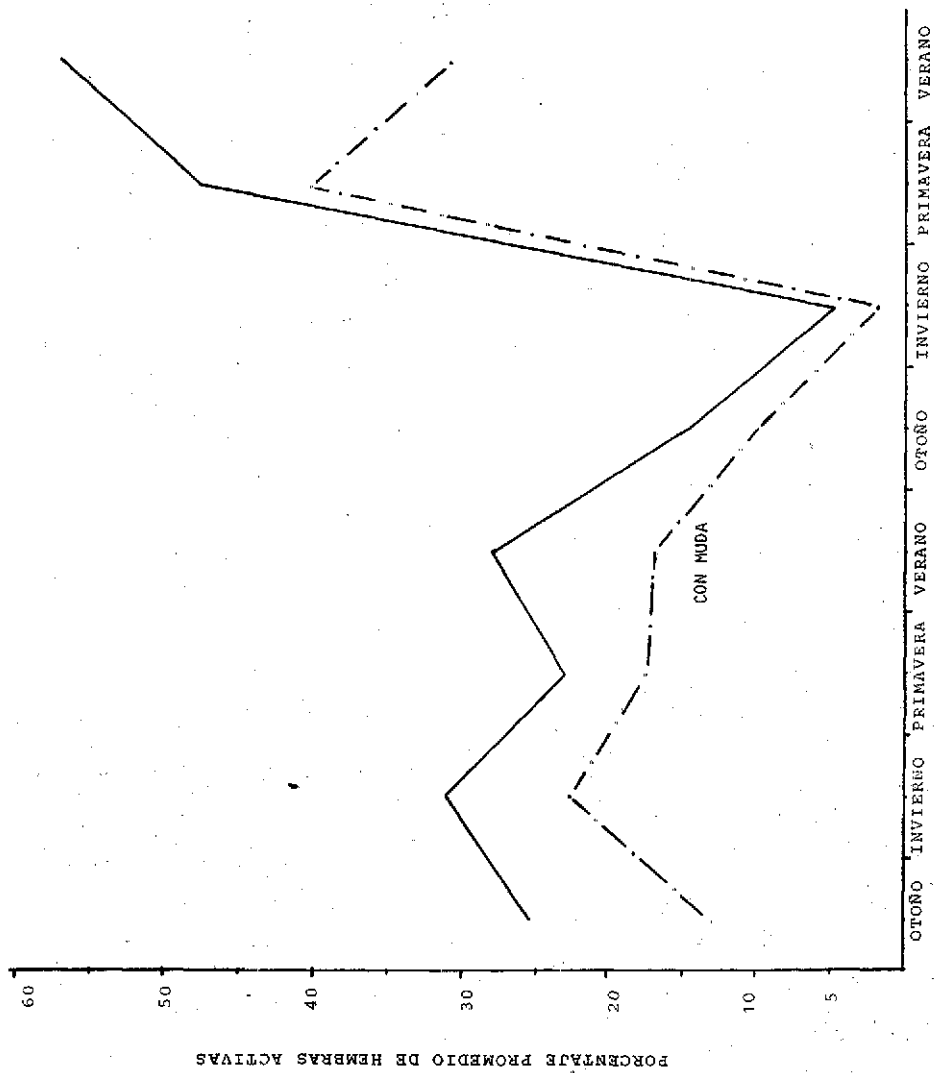


Fig. 29 Promedio de cambios de pelaje para hembras activas ( - - )

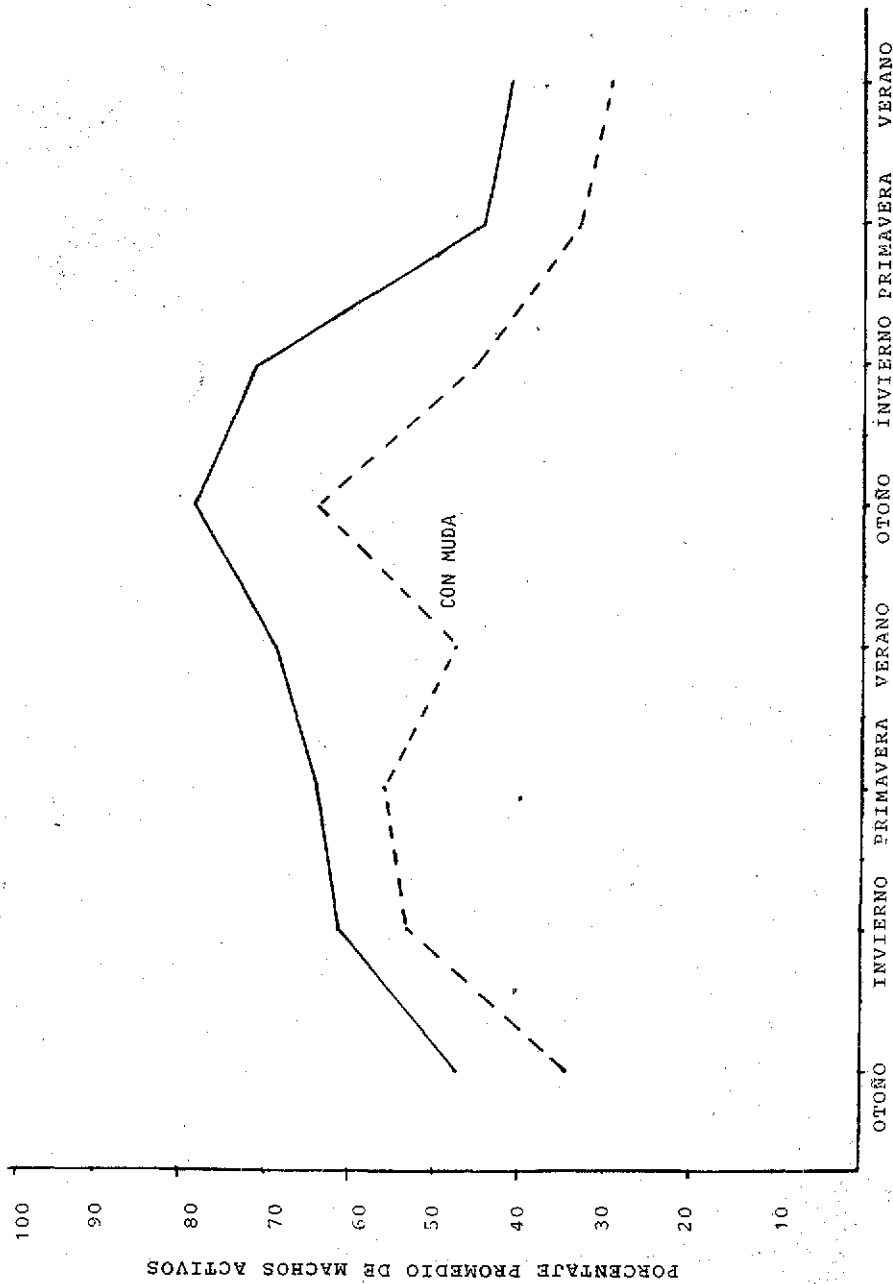


Fig. 30 Promedio de cambios de pelaje para machos activos (---)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

PESO EN GRAMOS

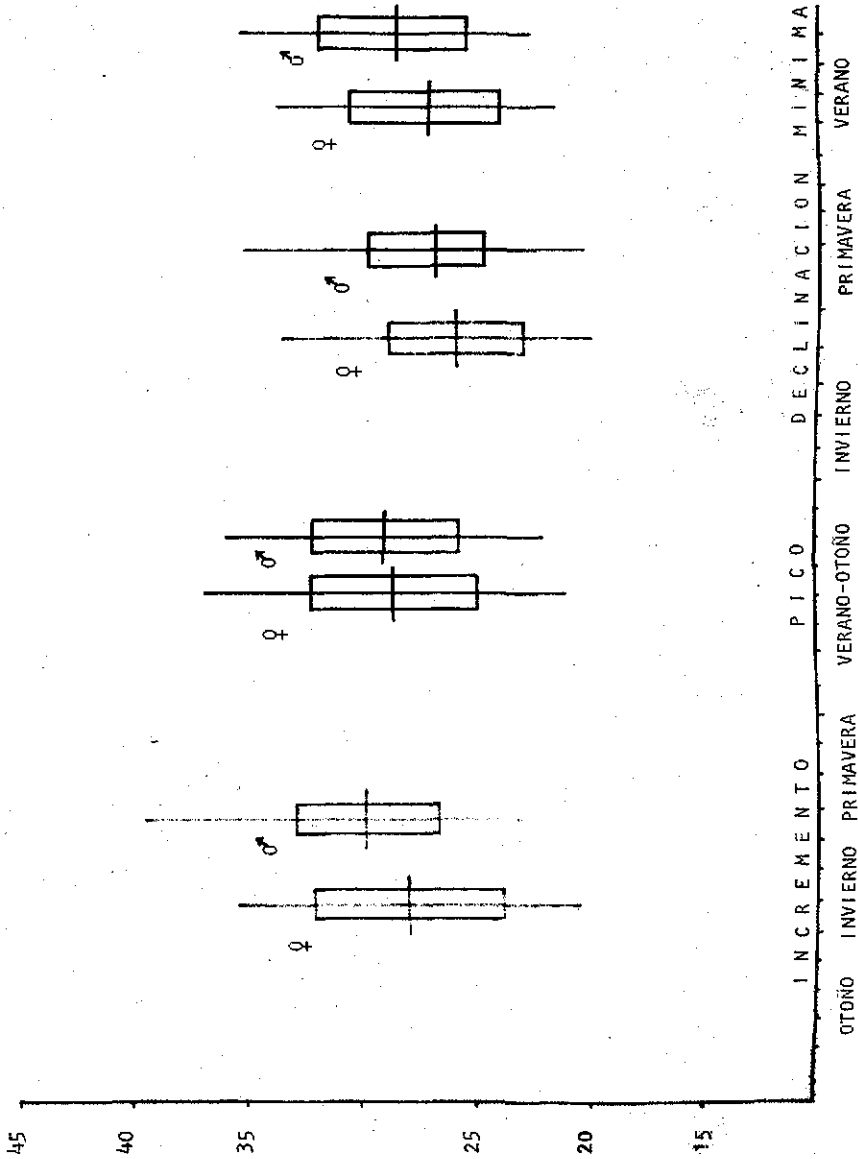


Fig. 31 Variación del peso promedio y desviación estándar de ejemplares adultos activos en las diferentes fases del ciclo.

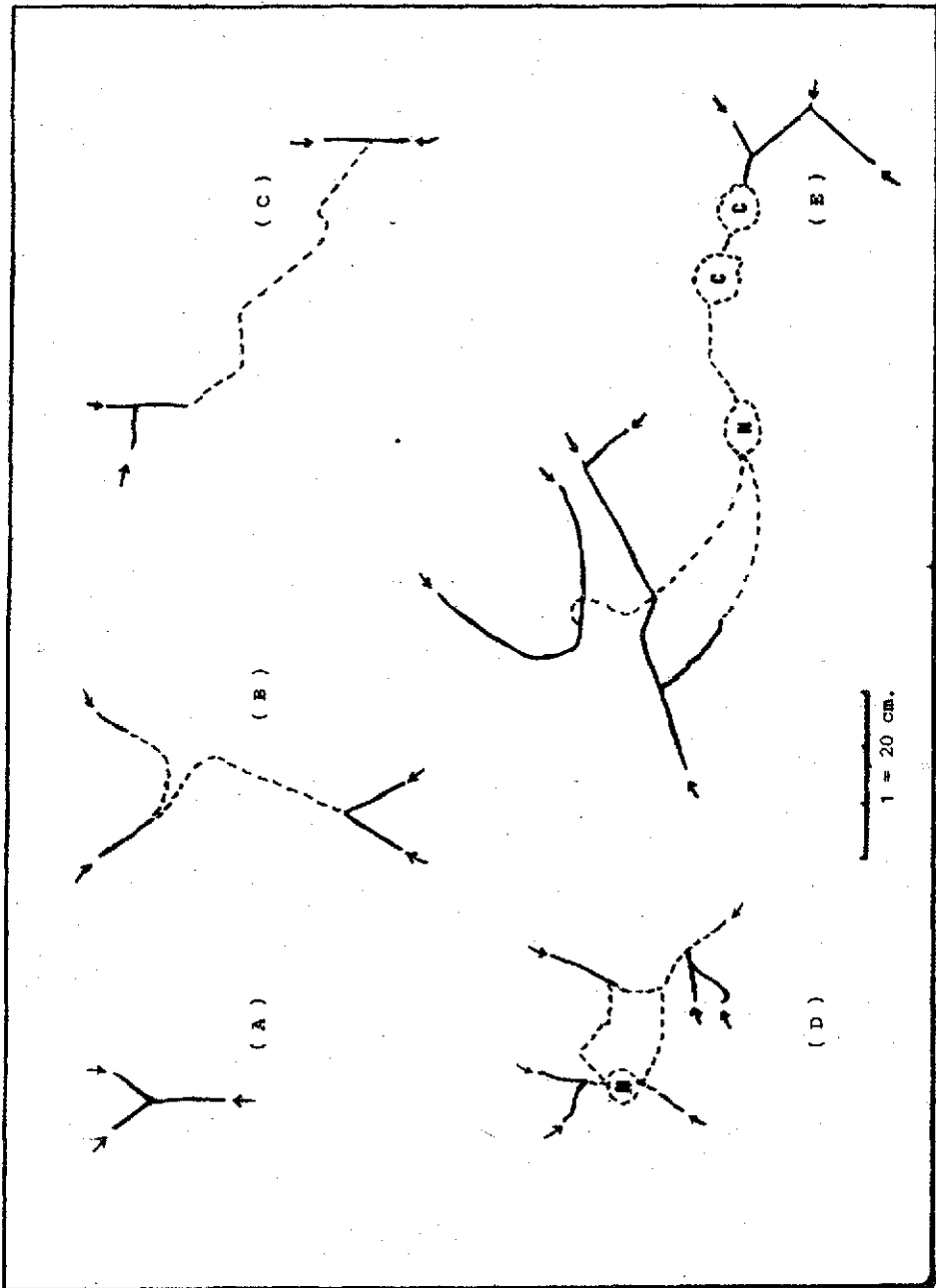


Fig. 32 Estructura de las medusas: Intráfes (N), cámaras (C), cámaras con aído (N), túneles a una profundidad menor a 20 cm (—), túneles a una profundidad mayor a 20 cm (---).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

124

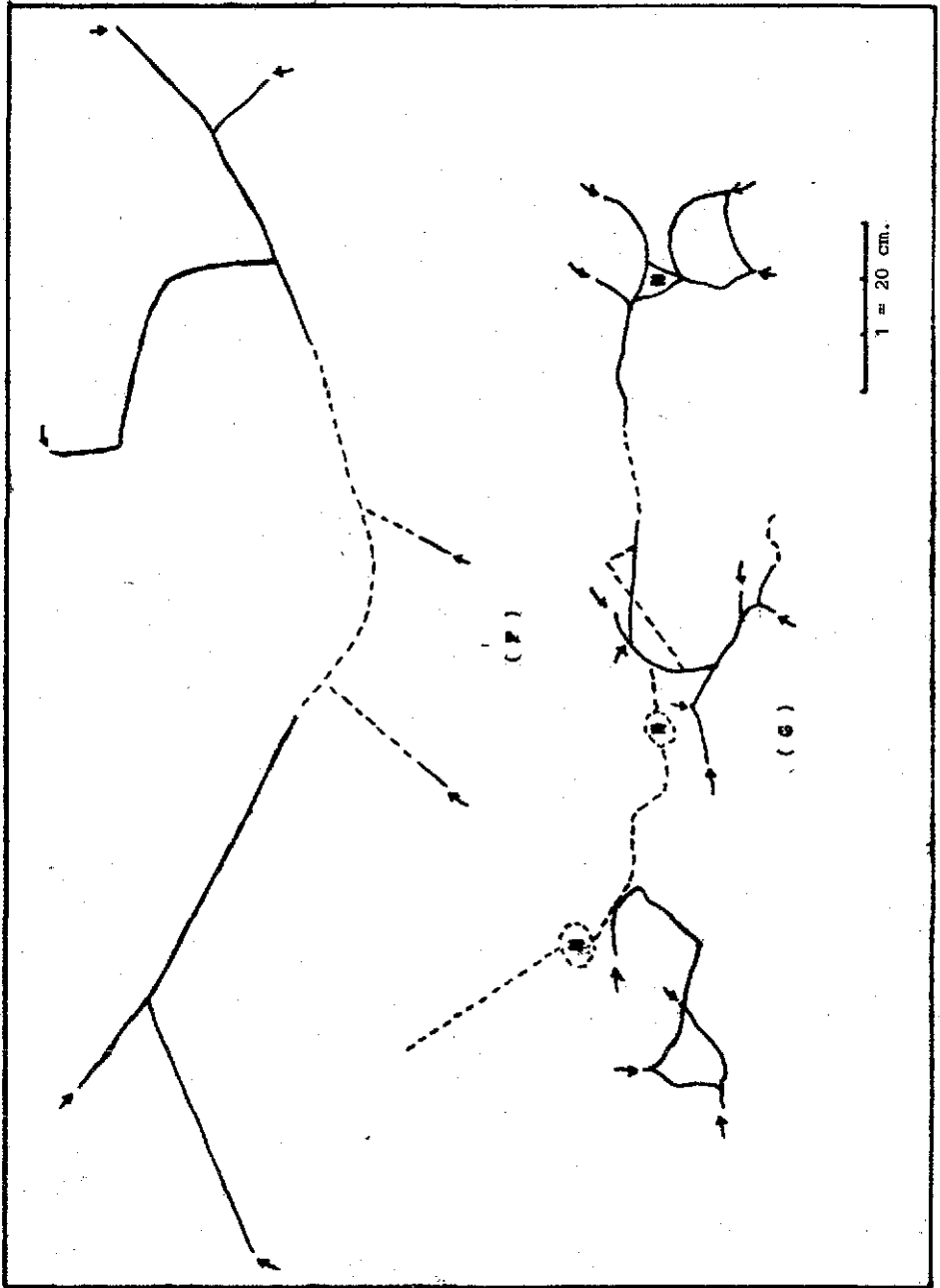


Fig. 33 Estructura de las madrigueras. Entradas (\*), cámaras (C), cámaras con nido (N), túneles a una profundidad menor a 20 cm (—), túneles a una profundidad mayor a 20 cm (---).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN