

22
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

CAMPUS IZTACALA

"BIOLOGIA DE *Liomys irroratus*
(RODENTIA: HETEROMYIDAE), EN TECOMATLAN
Y NOCHISTONGO, ESTADO DE HIDALGO"

T E S I S

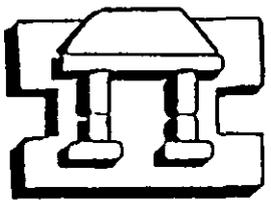
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A:

LETICIA ADRIANA ESPINOSA AVILA

DIRECTORA: DRA. CATALINA BEATRIZ CHAVEZ TAPIA.



IZTACALA

LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MEXICO.

1998

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

270203

9



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

A mi hermano Juan Carlos.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Catalina Beatríz Chávez Tapia (Caty), por la paciente dirección de ésta tesis y el apoyo brindado durante la realización de la misma.

A Julio Lemos Espinal, Atahualpa Eduardo De Sucre Medrano, Raúl Gallardo y Tizoc Altamirano A., por sus sugerencias y comentarios.

Al Maestro Raúl Gallardo Villegas por sus innumerables asesorías en la parte estadística.

A Etaín Varona Graniel y Felipe Cruz por su valioso apoyo y su hospitalidad.

En orden de aparición, a mis profesores, compañeros y amigos por compartir sus conocimientos, su interés, su afecto y su tiempo: Mara G., Julieta V., Mercedes M, Mónica J., Ernesto Z., Jorge G., Nacho P., René A., Arturo E., Jorge P., Sergio S., J. Luis M., Martha C., Daniel T., Caty C., Miguel J., Ricardo L., Julio L., Guillermina U., Lupita T., Oscar S., William L., Cornelio H., Esperanza T., Diodoro G., Atahualpa S., Paty R., Rodolfo G., Alba M., Marcela I., Raymundo M., Viky N., Etaín V., Felipe C., Vany C., Arturo B., Raúl G., Mar, Lucia T., Angeles S., José M., Juan T., Isabel M., Arturo M. y Ramón M.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por mi formación profesional.

Al CONACyT - ENEPI, clave PCECBNA 021216.

ÍNDICE

Resumen	
Introducción	1
Antecedentes	4
Objetivos	7
Diagnos	8
Descripción del área de estudio	
• “Cerro de Nochistongo”	11
• “Cerro Crestón	13
Metodología	
1. Variación morfométrica	15
2. Estudio poblacional	
• “Cerro de Nochistongo”	17
• “Cerro Crestón”	18
Resultados	
1. Variación morfométrica	
• Variación sexual secundaria	19
• Variación individual	22
2. Estudio poblacional	
• “Cerro de Nochistongo”	24
• “Cerro Crestón”	30
Discusión	
1. Variación morfométrica.	36
2. Estudio poblacional	38
Conclusiones	46
Literatura citada	47

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura.</i>	<i>Páginas</i>
Fig. 1. Distribución geográfica de las subespecies de <i>Liomys irroratus</i> en México	8
Fig. 2. Localización de las áreas de estudio	12
Fig. 3. Climograma de Tepeji del Río, Hidalgo	14
Fig. 4. Climograma de Actopan, Hidalgo	14
Fig. 5. Medidas craneales de <i>L. Irroratus</i>	15
Fig. 6. Abundancia relativa de <i>L. irroratus</i> en "Cerro de Nochistongo", Hidalgo	24
Fig. 7. Densidad de <i>L. irroratus</i> en "Cerro de Nochistongo", Hidalgo	25
Fig. 8. Estructura por edades de <i>L. irroratus</i> en "Cerro de Nochistongo", Hidalgo	26
Fig. 9. Patrón de actividad reproductora de <i>L. irroratus</i> en "Cerro de Nochistongo", Hidalgo	28
Fig. 10. Abundancia relativa de <i>L. irroratus</i> en "Cerro Crestón", Hidalgo	30
Fig. 11. Fluctuación del número de individuos de <i>L. irroratus</i> en "Cerro Crestón", Hidalgo	32
Fig. 13 Patrón de actividad reproductora de <i>L. irroratus</i> en "Cerro Crestón", Hidalgo	34

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla</i>	<i>Páginas</i>
Tabla 1. Variación sexual secundaria e individual en <i>Liomys irroratus</i>	20
Tabla 2. Variación morfométrica en <i>L. irroratus</i> de "Cerro de Nochistongo" y "Cerro Crestón, Hidalgo	21
Tabla 3. Coeficiente de variación promedio de <i>L. irroratus</i> comparado con el de otras especies del mismo género	23
Tabla 4. Comparación entre individuos reproductivamente inactivos y activos de <i>L. irroratus</i> en "Cerro de Nochistongo", Hidalgo	29
Tabla 5. Comparación entre individuos reproductivamente inactivos y activos de <i>L. irroratus</i> en "Cerro Crestón", Hidalgo	35
Tabla 6. Parámetros demográficos y de reproducción de las especies del género <i>Liomys</i>	44
Tabla 7. Actividad reproductora de <i>Liomys irroratus</i> en diferentes localidades de la República Mexicana	45

INTRODUCCIÓN

El Orden Rodentia, comprende a un grupo sumamente amplio y variado al cual pertenecen los heterómidos, una familia originaria de Norteamérica cuya distribución abarca desde el suroeste de Canadá, la región occidental de Estados Unidos, México, Centroamérica y el área adyacente a Sudamérica. Aunque la mayoría de las especies viven en zonas áridas (37), también las encontramos en regiones templadas (29) y tropicales (14), habitando tanto en desiertos, selvas, bosques de pino-encino, pastizales o asociadas a zonas de cultivo y pastoreo (González-R., 1980; Peterson, 1976; Schmidly y col., 1993; Wilson y Reeder, 1993).

Los organismos de ésta familia son morfológica y ecológicamente diversos; mientras el género *Heteromys* habita en las selvas tropicales donde el clima es continuamente cálido y húmedo, los demás géneros se han establecido en las regiones áridas o semiáridas donde los periodos de sequía suelen ser muy variables, durante los cuales la productividad de las plantas se ve reducida y las semillas se convierten en el principal recurso de agua y energía disponible (Best, 1993; Brown y Harney, 1993; Brylski, 1993; French, 1993; Hafner, 1993; Sánchez y Fleming, 1993).

Para sobrevivir en lugares extremadamente áridos, algunos obtienen el agua metabólica de los alimentos por mecanismos de oxidación, o bien, presentan sistemas (renal y digestivo) especializados para retener el agua y evitar al máximo su excreción, llegan a prescindir de glándulas sudoríparas, enfrían el aire exhalado hasta temperaturas por debajo de las del aire ambiental, se ajustan a periodos de torpor o hipotermia durante el día o realizan la mayor parte de sus actividades por la noche (Bartholomew y Dawson, 1974; Bartholomew y Hutson, 1979; Forman y Phillips, 1993; French, 1993; Hudson y Rummel, 1966; Schmidt-Nielsen, 1976).

Su alimentación consiste principalmente de semillas, aunque pueden incluir plantas e invertebrados en su dieta (Reichman y Price, 1993). En las mejillas, presentan bolsas de piel o "abazones" que les facilitan la recolección y el transporte de provisiones hasta sus madrigueras, construidas por ellos bajo rocas, troncos y vegetación (Hall y Dalquest, 1963). Estas cuentan

con una serie de galerías para refugiarse, almacenar sus alimentos y encargarse del cuidado de las crías (Nowak y Paradiso, 1983; Vaughan, 1988). Es importante considerar que estos ratones en condiciones naturales, a través de sus múltiples actividades participan en el reciclaje de nutrientes, la aereación del suelo y la dispersión de semillas de las cuales se alimentan; además de formar una parte importante del nivel trófico que sostiene principalmente al grupo de carnívoros, aves rapaces y algunas serpientes (Brown y Harney, 1993; Ceballos y Galindo, 1984; Golley y col., 1975; González-R., 1980; Sánchez y Fleming, 1993).

En condiciones naturales, éstos roedores están expuestos a diversos depredadores y los diferentes patrones de coloración en el pelaje les ayudan a pasar desapercibidos (Best, 1993; Brylski, 1993; Grassé, 1982). Algunos se han especializado en la locomoción bípeda y rápida a saltos como la "rata canguro" (*Dipodomys*) y el "ratón canguro" (*Microdipodops*), ambos géneros tienen las extremidades posteriores muy desarrolladas y una cola larga con abundante pelo en la punta. Los demás utilizan principalmente la saltación cuadrúpeda (Brylski, 1993; Hafner, 1993; Reichman y Price, 1993).

Las especies que viven en áreas despejadas se caracterizan por presentar una bula timpánica muy inflada (de gran tamaño en los *Dipodomys*, mediana en los *Perognathinae* y pequeña en los *Heteromyinae*). Este incremento ha favorecido la sensibilidad auditiva de la colea, particularmente a las bajas frecuencias (de 75 a 3000 Hz en *Dipodomys*, de 20 a 2000 Hz en *Microdipodops*, y de 20 dB en *Perognathus* y de 40 dB en *Liomys* y *Heteromys*). Estas especializaciones constituyen otra estrategia adaptativa para detectar y esquivar a los depredadores aún en plena obscuridad, sobre todo cuando viven en áreas abiertas con escasa vegetación (Kazimierz, 1981; Lay, 1993).

Algunos heterómidos solo se reproducen en un periodo determinado del año, sin embargo algunos otros no presentan estaciones bien definidas. El ciclo estral de *Dipodomys* abarca de cinco a seis días y los periodos de gestación varían según la especie de 21 a 33. Los organismos de ésta familia logran entre una y tres camadas por año, con un tamaño promedio de camada menor a 4.5 y un número variable de crías por camada (de una a seis en *Dipodomys*,

de dos a siete en *Microdipodops*, *Chaetodipus*, *Perognathus* y *Liomys*, y de tres a cinco en *Heteromys*), lo cual parece estar en función del tamaño corporal de la especie y de las características climáticas del hábitat (Nowak y Paradiso, 1983). En esta familia, los recién nacidos pueden permanecer de cuatro a cinco semanas en los nidos hasta que son destetados, dos o tres meses después ya pueden abandonar las madrigueras (Eisenberg, 1993). Estos ratones alcanzan la madurez sexual a los tres meses, los individuos que nacen al principio de la época reproductora generalmente logran aparearse y reproducirse antes de que esta termine, por el contrario los que nacen cuando la temporada finaliza tendrán que esperar hasta el siguiente periodo (French y col., 1975).

Estos organismos nocturnos o crepusculares, de hábitos solitarios muestran poca tolerancia social y un marcado comportamiento territorial (Jones, 1993). En el caso de algunas especies de los géneros *Dipodomys* y *Liomys*, tanto Fleming (1974) como Sadleir (1982), han observado que los machos y las hembras se reúnen sólo durante la temporada de actividad reproductora, mientras que *Heteromys* parece ser más tolerante. French y col. (1975), indican que las poblaciones de estos roedores son muy estables, generalmente presentan bajas tasas reproductoras (2.29 camadas por año y 3.05 crías por camada), altas tasas de sobrevivencia (una esperanza de vida de 9.28 meses y una longevidad de año y medio en cautiverio) y densidades de población bajas (8.6 ind/ha).

En general, todos los mamíferos son portadores de parásitos y reservorios potenciales de enfermedades infecciosas y los heterómidos no son la excepción (Cox, 1979; Whitaker y col., 1993). Los roedores en particular causan serios problemas con las consecuentes pérdidas económicas cuando dañan o afectan cultivos, granos almacenados, artefactos e instalaciones (Millymaki y col., 1975; CENICCANDSA, 1981). Los heterómidos pueden vivir asociados a cultivos, ya sea que acudan en busca de semillas de hierbas silvestres (malezas) o de material y lugares para la construcción de sus madrigueras (González-R., 1980, 1980b; Millymaki, 1979). La ausencia de depredadores en estos lugares favorece que el número de estos ratones se incremente (Ceballos y Galindo, 1984).

ANTECEDENTES

En el Estado de Hidalgo, están presentes cuatro familias de roedores incluyendo a la Heteromyidae, de la cual se han reportado cinco especies: *Dipodomys ordii*, *Dipodomys phillipsii*, *Perognathus flavus*, *Chaetodipus hispidus* y *Liomys irroratus* (Hall, 1981; Ramírez-P. y col., 1982, 1986, 1994). Esta última ha recibido menor atención en comparación con los numerosos trabajos que se han realizado para las otras cuatro especies. Sin embargo, para *Liomys irroratus* contamos con la recopilación de Dowler y Genoways (1978), y con la edición de Genoways y Brown (1993) para la familia Heteromyidae.

Entre los trabajos sobre evolución y sistemática de esta familia, incluyendo a *Liomys irroratus* se encuentra la revisión sistemática de los heterómidos fósiles realizada por Wahlert en 1993; así como, las investigaciones de Brylsky (1993), sobre la morfología evolutiva de los mismos; el estudio de Hafner en 1993, acerca de las relaciones evolutivas de estos roedores; y la revisión taxonómica de las especies actuales de Williams y col. (1993). Las relaciones taxonómicas y filogenéticas de los heterómidos se han evaluado a diferentes niveles, tanto descriptivos como detallados, a nivel interespecífico o intraespecífico, derivados de diferentes caracteres morfológicos, cariotípicos y génicos.

Los patrones de variación morfológica de *L. irroratus* han sido estudiados por Hooper y Handley (1948), el cual analizó su variación geográfica en relación con el tamaño, las dimensiones del cráneo y la coloración del pelaje. En 1973, Genoways estableció las relaciones taxonómicas y evolutivas de las especies del género *Liomys* basándose en la morfología externa, del cráneo, del báculo y de los espermatozoides, así como en la coloración del pelaje. En 1978, Homan y Genoways, examinaron la microestructura del pelo de algunas especies de éste género, mostrando sus implicaciones filogenéticas. Hafner y Hafner (1993), evaluaron las relaciones evolutivas de los heterómidos considerando las características del glande. Best, en 1993, analizó el dimorfismo sexual y los patrones fenéticos de variación morfológica de las 57 especies de heterómidos. Jones (1993), ha estudiado a *L. irroratus* tanto en el laboratorio como en el campo, y sugiere que los organismos dimórficos tienen mayor tendencia hacia la

poligamia, también ha observado que los machos más grandes tienen mayor éxito con las hembras que los machos más pequeños, y que su sobrevivencia también es mayor.

Genoways (1973), estudió los cariotipos de los Heteromyinae. La recopilación de los trabajos genéticos y citogenéticos de los heterómidos fue llevada a cabo por Patton y Rogers (1993a, 1993b), analizando también la variación cromosómica y electromórfica de estas especies.

Los estudios acerca de la biología e historia natural de *Liomys irroratus* son numerosos, sin embargo, es importante resaltar que la información procede en su mayoría de colectas únicas, y en muy pocos casos cubren periodos anuales, los cuales tampoco son suficientes para conocer las variaciones en una misma localidad año con año.

L. adspersus y *L. spectabilis* (especies monotípicas), presentan rangos de distribución muy limitados, a diferencia de *L. pictus*, *L. salvini* y *L. irroratus* (especies politípicas), las cuales tienen rangos muy amplios que se complementan entre sí. De estas especies la que muestra mayor preferencia por las zonas áridas es *L. irroratus*, las otras cuatro habitan en las selvas bajas caducifolias (Schmidly y col., 1993).

Los estudios poblacionales de la mayoría de las especies del género *Liomys* en las siguientes localidades se han llevado a cabo en ambientes tropicales (secos y húmedos): *L. irroratus* en Morelos, México (Romero y col., 1995); *L. pictus* en Chamela, Jalisco, México (Pérez-Saldaña, 1978; Sánchez y Fleming, 1993); *L. salvini* en la Pacífica, Costa Rica (Fleming, 1974; Sánchez y Fleming, 1993); y *L. adspersus* en Rodman, Panamá (Fleming, 1971; Sánchez y Fleming, 1993). Los trabajos que se han realizado en los grandes desiertos de Norteamérica y el norte de México (Great Basin, Mojave, Sonorense y Chihuahuense), se han enfocado principalmente en el tipo de dieta y en la selección y preferencia del hábitat por parte del ratón de abazones, *L. irroratus*. Sin embargo, todavía se desconocen sus parámetros demográficos y sus patrones de reproducción en éstos lugares (Brown y Harney, 1993; Mares, 1993).

La descripción y preferencia de los hábitats, así como, la coexistencia con otras especies de mamíferos han sido recopiladas por Dowler y Genoways (1978) y Schmidly y col., (1993), sugiriendo este último que las tallas grandes de estos roedores podrían considerarse como un indicador de la competencia que puede existir entre las especies que están muy relacionadas y que comparten requerimientos similares del hábitat. Bowers y Brown (1982), proponen que las diferencias en el tamaño corporal entre las especies simpátricas que se alimentan de semillas previenen o limitan la competencia entre ellas. En 1993, Prieto y Sánchez, analizaron la diversidad mastofaunística y la distribución de las especies endémicas del Estado de Veracruz en relación con la destrucción de sus hábitats y las áreas destinadas para su conservación.

Serrano (1987), estudió la estructura de la comunidad de roedores del Bolsón de Mapimí, y González-R. (1980), la de las zonas aledañas al Distrito Federal. En 1993, Whitaker sugiere que en la medida en que se van estudiando las comunidades de parásitos de los heterómidos, también se pueden ir estableciendo las relaciones taxonómicas, ecológicas y geográficas de sus hospederos. Los registros de densidad poblacional de *Liomys irroratus* en Morelos fluctuaron en un área poco alterada de 2 a 27 ind./ha de marzo a noviembre, y en un área alterada de 7 a 20 ind./ha de febrero a julio (Romero y col., 1995).

La época de mayor actividad reproductiva para esta especie suele presentarse durante la temporada de lluvias y postlluvias cuando hay mayor disponibilidad de alimento (Álvarez, 1963; Baker y col., 1967; Davis, 1944; Davis y Russell, 1954; Hall y Dalquest, 1963; Koestner, 1941). No obstante, existen evidencias de que esta especie puede reproducirse durante todo el año (Genoways, 1973; Hall y Villa, 1949; Romero y col., 1995; Villa-R., 1953). El periodo de gestación de *L. irroratus* tiene una duración de 25 a 27 días (Eisenberg, 1993), y el tamaño promedio de camada es de 4.39 crías (Genoways, 1973). Algunos de los patrones de comportamiento que son importantes en las interacciones sociales y en las formas de comunicación de los heterómidos han sido revisadas por Jones (1993).

Debemos considerar que todavía se desconocen muchos aspectos sobre éstos ratones nativos y de amplia distribución en las zonas áridas de nuestro país, por lo que el presente trabajo representa un aporte de información básica sobre la biología, ecología y variación morfológica de *Liomys irroratus* en el Estado de Hidalgo.

OBJETIVOS

1. Determinar el patrón de variación morfológica debida al sexo y a la variación individual de *Liomys irroratus alleni* en dos localidades del Estado de Hidalgo, una con matorral crasicaule y espinoso ("Cerro Crestón"), y otra con vegetación secundaria tipo chaparral, matorral espinoso y zacatonal ("Cerro de Nochistongo").
2. Comparar las medidas somáticas y el peso de los individuos de ambas localidades para comprobar si existen diferencias entre ellos en cuanto al tamaño.
3. Aportar información sobre abundancia relativa, densidad poblacional, estructura por edades, proporción de sexos, longevidad y reproducción de la especie.

DIAGNOSIS

"Ratón espinoso de abazones"

Liomys irroratus (Gray, 1868)

Distribución:

Se encuentra en la vertiente del Golfo desde el sur de Texas (en Estados Unidos) hasta Veracruz y desde el sur de Chihuahua hasta Michoacán, al este de la Sierra Madre occidental, continuando por el centro del país hasta Oaxaca (Fig. 1). Altitudinalmente se localiza desde el nivel del mar en las costas de Tamaulipas y Veracruz hasta los 3050 m. en el Cerro San Felipe y el Monte Zempoaltepec en Oaxaca (Genoways, 1973; Wilson y Reeder, 1993).

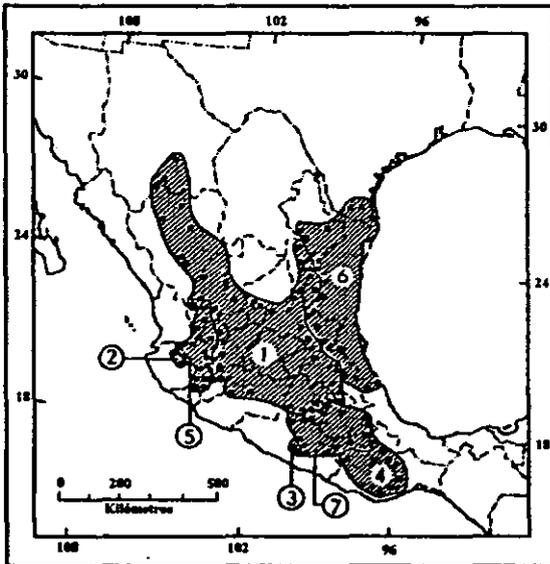


Figura 1.- Distribución geográfica y subespecies en México (modificado de Hall, 1981):

- | | |
|---|---|
| ① <i>L. i. alleni</i> (Coues, 1881); | ⑤ <i>L. i. jaliscensis</i> (J. A. Allen, 1906); |
| ② <i>L. i. bulleri</i> (Thomas, 1893); | ⑥ <i>L. i. texensis</i> Merriam (1902); |
| ③ <i>L. i. guerrerensis</i> Goldman (1911); | ⑦ <i>L. i. torridus</i> Merriam (1902). |
| ④ <i>L. i. irroratus</i> (Gray, 1868); | |

Descripción y medidas:

Es un roedor de tamaño mediano (longitud total de 194 a 300 mm, cola de 95 a 169 mm, pata de 22 a 36 mm y peso de 34 a 50 grs). Presenta un par de abazones en las mejillas y su fórmula dentaria es: 1/1, 0/0, 1/1, 3/3 x 2 = 20. Tiene dos tipos de pelaje, uno suave y fino, y otro hirsuto. Su coloración es café grisácea en el dorso con una franja lateral muy tenue de color rosa pálido a amarillo ante, y el vientre es blanco. Las extremidades posteriores tienen cinco cojinetes plantares (Dowler y Genoways, 1978; Williams y col., 1993).

Historia natural:

Es un organismo nocturno de hábitos solitarios, con poca tolerancia social (Eisenberg, 1993). Habita principalmente en zonas con matorral xerófilo y bosque espinoso, sin embargo también lo podemos encontrar en bosques de coníferas y encinos, pastizales, zonas de cultivo y pastoreo (Brown y Harney, 1993; González-R., 1980; Peterson, 1976; Sánchez y Fleming, 1993; Schmidly y col., 1993). Tiene gran preferencia por las áreas rocosas, donde construye sus madrigueras bajo troncos, rocas y arbustos, destinando algunas galerías como refugio o para almacenar sus alimentos (Dowler y Genoways, 1978; Hall y Dalquest, 1963). Su dieta se compone de semillas que transporta en sus abazones, consumiendo en ocasiones plantas e invertebrados (Novak y Paradiso, 1983; Reichman y Price, 1993). Presenta una serie de adaptaciones fisiológicas y de comportamiento, que le permiten sobrevivir en lugares áridos (French, 1993; Forman y Phillips, 1993; Hafner, 1993; Lay, 1993).

Liomys irroratus se ha colectado en los mismos periodos de muestreo y localidades de colecta junto con: *Marmosa canescens*, *M. mexicana*, *Didelphis marsupialis*, *Cryptotis goldmani*, *C. parva*, *Sorex saussurei*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Mephitis macroura*, *Procyon lotor*, *Mazama americana*, *Lepus callotis*, *Sylvilagus audubonii*, *Sciurus aureogaster*, *Spermophilus variegatus*, *Papogeomys merriami*, *Thomomys umbrinus*, *Dipodomys ordii*, *D. ornatus*, *Chaetodipus hispidus*, *C. nelsoni*, *Perognathus flavus*, *Microtus*

mexicanus, *M. quasiater*, *Baiomys musculus*, *B. taylori*, *Neotoma albigula*, *N. mexicana*, *N. micropus*, *N. palatina*, *Neotoma alstoni*, *Onychomys leucogaster*, *Oryzomys alfaroi*, *O. couesi*, *O. fulvescens*, *O. melanotis*, *O. palustris*, *Peromyscus aztecus*, *P. boylii*, *P. difficilis*, *P. furvus*, *P. leucopus*, *P. maniculatus*, *P. melanophrys*, *P. melanotis*, *P. pectoralis*, *P. truei*, *Reithrodontomys fulvecens*, *R. megalotis*, *R. mexicanus*, *R. montanus*, *R. sumichrasti*, *Sigmodon hispidus*, *Rattus rattus* y *Mus musculus* (Baker y Greer, 1962; Ceballos y Galindo, 1984; Chávez y Espinosa, 1993; Dowler y Genoways, 1978; Genoways y Jones, 1973; González-R., 1980; Jones y col., 1993). La ausencia de depredadores tales como: cacomixtles, zorras, lechuzas, tecolotes y serpientes, favorece que se incremente el número de individuos en las zonas cultivadas (Ceballos y Galindo, 1984; González-R., 1980; Ramírez y Sánchez, 1972).

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

"CERRO DE NOCHISTONGO"

Localización.- Se encuentra a los 19° 54' 07" latitud norte y a los 99° 14' 10" longitud oeste, a una altura de 2350 m. Esta área pertenece al **Municipio de Tula de Allende** en el Estado de Hidalgo (Fig. 2), y limita al noroeste con el poblado El Salto (Melchor Ocampo) y al suroeste con Santiago Tlaltepaxco (CETENAL, 1974).

Clima.- Del tipo Cb (w₁) (w) (y'), según la clasificación de Köppen modificada por García (1988), corresponde al templado subhúmedo con régimen de lluvias en verano, el cual es fresco y largo con poca oscilación térmica. En Tepeji del Río, la temperatura media anual fue de 16°C y la precipitación anual de 722.9 mm (Fig. 3).

Fisiografía y suelo.- En ésta región predomina la roca caliza y un suelo de tipo histosol que limita con cementación a los 32 cm de profundidad y una textura media con 50% de arena, 26% de limo, 24% de arcilla y 1.6% de materia orgánica. Este suelo es estructurado en bloques muy finos con un débil desarrollo y presenta un drenado moderado con fase dúrica (CETENAL, 1974; 1978; 1982).

Vegetación.- Secundaria de tipo chaparral con matorral espinoso, algunas especies son *Bursera fagaroides*, *Acacia shaffneri*, *Prosopis juliflora* y *Opuntia imbricata*; también presenta zacatonales de mediana altura (*Bouteloua radicata* y *Sporobolus sp.*), algunos pirules (*Schinus molle*) y áreas de pastizal inducido para uso pecuario (CETENAL, 1977; Chávez y col., 1989; Rzedowski, 1983).

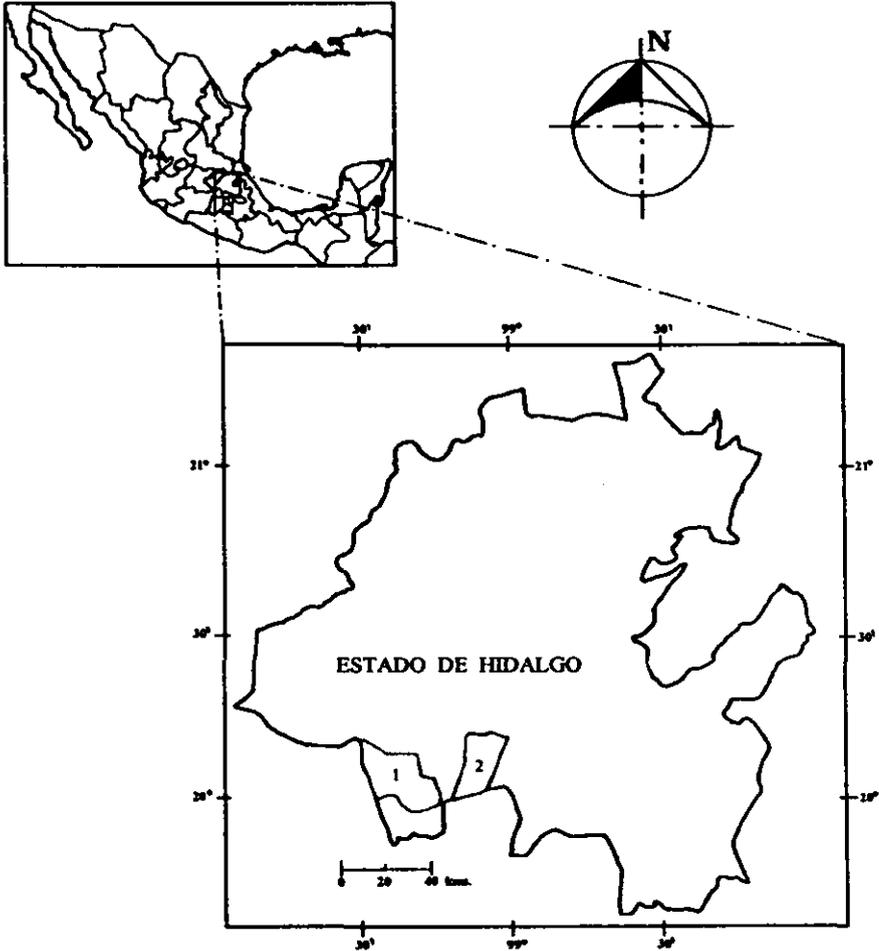


Figura 2.- Localización de las áreas de estudio:

- 1) “Cerro de Nochistongo”, Municipio de Tula de Allende.**
- 2) “Cerro Crestón”, Municipio de Ajacuba.**

"CERRO CRESTÓN"

Localización.- Se encuentra a los 20° 09' 26" latitud norte y a los 99° 00' 00" longitud oeste, a una altura aproximada que va de los 2160 a 2200 m (Fig. 2). Dicha zona pertenece al **Municipio de Ajacuba**, Estado de Hidalgo, y delimita al norte y noroeste con los poblados de San Nicolás Tecomatlán y Emiliano Zapata respectivamente, al sureste con el poblado Ignacio Zaragoza y la carretera estatal Ajacuba- Pachuca, al oeste con el río Palo Seco (D.G.G., 1983). En la parte baja de una ladera próxima a la zona de estudio está ubicado el panteón que corresponde a los poblados más cercanos.

Clima.- Según la clasificación de Köppen modificada por García (1988), el clima es $Bs_1 kw (y') gw''$, el cual queda comprendido dentro de los semisecos templados con régimen de lluvias en verano y escasa a lo largo del año, con bajo porcentaje de precipitación invernal y poca oscilación térmica. En Actopan, la temperatura media anual fue de 16.7° C y la precipitación anual de 435 mm (Fig. 4).

Fisiografía.- La topografía de la región es de lomeríos bajos compuestos por brecha volcánica básica, con formaciones de rocas ígneas extrusivas del Plioceno Superior. Al oeste se localiza una pequeña corriente intermitente que corresponde al río Palo Seco. El tipo de suelo que predomina es el Feozem háplico con una fase lítica profunda y una capa de roca dura y continua, dominando la textura gruesa (INEGI, 1982; D.G.G., 1983; S.P.P., 1983).

Vegetación:.- Predomina una mezcla de matorral crasicaule (*Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia amyclaea*, *O. hyptiacantha* y *O. robusta*) y matorral espinoso (*Acacia farnesiana* y *Prosopis juliflora*), así como, algunos ejemplares aislados de *Yuca filifera*, *Agave lechuguilla* y *Aloe sp.* (INEGI, 1985; Rzedowski, 1983). Las partes bajas y planas cercanas al cerro son aprovechadas para cultivar agaves y nopales.

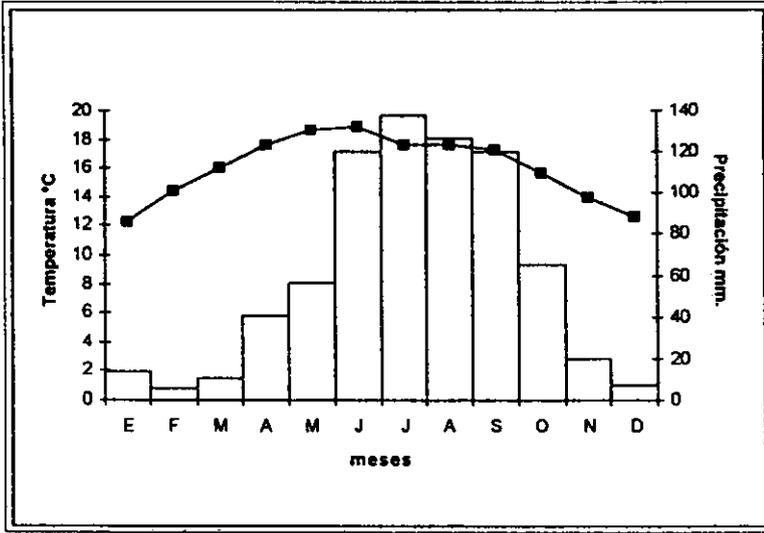


Figura 3.- Climograma de Tepeji del Rio, Hgo. 19°54' N, 99°20'W, 2175 m (García, 1988).

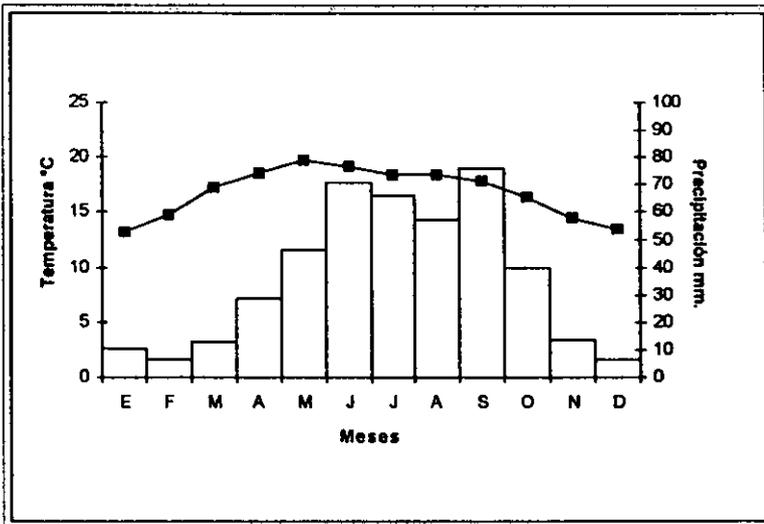


Figura 4.- Climograma de Actopan, Hgo. 20°17' N, 98°56'W, 1990 m (García, 1988).

MATERIALES Y MÉTODOS

1.- VARIACIÓN MORFOMÉTRICA

Para este análisis se examinaron un total de 235 ejemplares adultos de *Liomys irroratus*, considerando una muestra de 38 hembras y 49 machos provenientes de “Cerro de Nochistongo”, y otra de 68 hembras y 80 machos de “Cerro Crestón”. Los especímenes de la segunda localidad fueron preparados conforme a las técnicas de preservación para colección científica, conservando la piel y el cráneo o esqueleto (De Blase y Martin, 1975; Hall, 1981).

La variación morfométrica se determinó siguiendo los métodos estandarizados propuestos por Baumgardner y Schmidly (1981), Genoways (1973), Hall (1981) y Hooper y Handley (1948), considerando las siguientes medidas somáticas y craneales (Fig. 5).

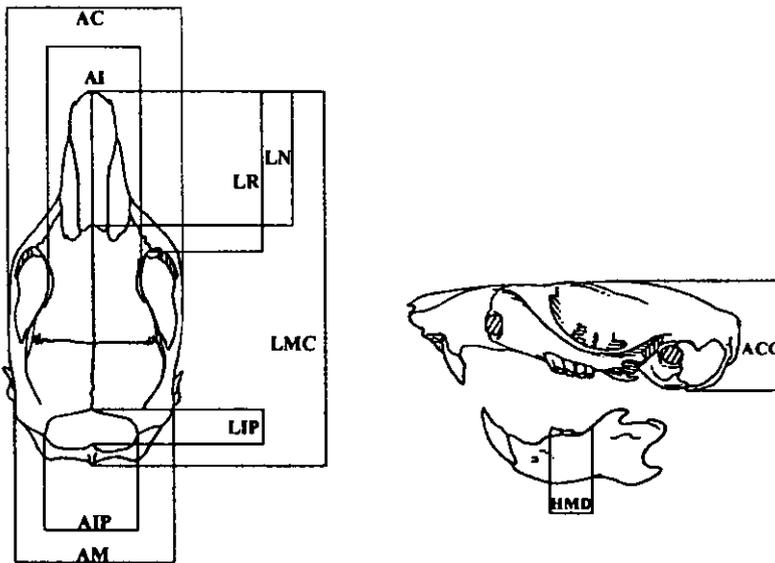


Figura 5.- Medidas craneales de *Liomys irroratus* en vista dorsal y lateral (modificado de Dowler y Genoways, 1978).

Medidas somáticas tomadas en milímetros por el preparador:

Longitud total (LT): distancia entre la punta de la nariz y el extremo vertebral de la cola.

Longitud de la cola (LC): distancia entre la base y el extremo vertebral de la cola.

Longitud de la pata (P): distancia entre el talón y el extremo de la uña de la pata trasera.

Longitud de la oreja (O): longitud entre la base y su extremo.

Medidas craneales tomadas por la misma persona con un vernier de precisión, considerando hasta décimas de milímetro:

Longitud máxima del cráneo (LMC): distancia desde la parte más anterior de los nasales, excluyendo a los incisivos, hasta la parte más posterior del hueso occipital.

Longitud de los nasales (LN): distancia desde la parte más anterior a la parte más posterior de los huesos nasales, a lo largo de la sutura media.

Longitud del rostro (LR): distancia mayor desde la parte más anterior del hueso nasal del lado derecho del cráneo, hasta la ranura lateral del hueso lagrimal, entre el frontal y el cigomático yugal.

Longitud interparietal (LIP): distancia mayor de la parte más anterior del hueso interparietal, al borde más posterior del mismo con respecto al eje mayor del cráneo.

Anchura interparietal (AIP): mayor anchura transversal de la parte más lateral del hueso interparietal, en ángulo recto al eje longitudinal del cráneo.

Anchura mastoidea (AM): anchura mayor que cruza el proceso mastoideo (cigomático escamoso), en ángulo recto con respecto al eje mayor del cráneo.

Anchura cigomática (AC): distancia mayor comprendida entre los arcos cigomáticos, medida en ángulo recto con respecto al eje mayor del cráneo.

Anchura interorbital (AI): distancia entre las órbitas en su parte más angosta, medida en ángulo recto con respecto al eje mayor del cráneo.

Hilera mandibular de dientes (HMD): distancia desde la parte más anterior del premolar, hasta la parte más posterior del tercer molar.

Altura de la caja craneal (ACC): desde la parte más alta del cráneo, hasta el complejo basioccipital-basiesfenoide en la línea paralela al eje longitudinal del cráneo.

Para comprobar la presencia de dimorfismo sexual en *Liomys irroratus*, se analizaron con la ayuda del estadístico "t" de student los parámetros somáticos por sexos para los ejemplares de ambas localidades, considerando las medidas craneales solo para los de "Cerro Crestón". Así mismo, se comparó la longitud total, la longitud de la cola y el peso entre los individuos de las dos localidades utilizando un análisis de varianza (ANOVA) de tres factores, para determinar la presencia de diferencias significativas en cuanto al tamaño.

La variación individual, se evaluó al comparar el coeficiente de variación (CV) de cada variable entre los sexos.

Los parámetros estadísticos estandar (media, mín.-máx., desviación estandar, y el coeficiente de variación), así como las técnicas estadísticas de "t" de student y el análisis de varianza (ANOVA) de tres factores, se calcularon con el programa "Statgraphic" (Parker, 1976).

2.- ESTUDIO POBLACIONAL.

Con el propósito de obtener la mayor información posible de las dos poblaciones de roedores y para cumplir con los objetivos planteados con relación a los estudios morfométricos, se trabajó de la siguiente manera:

En "Cerro de Nochistongo", el período de estudio comprendió de agosto de 1983 a marzo de 1987, realizando un total de 41 muestreos en una área de 3.2 ha. En cada una de las 80 estaciones de colecta se colocaron dos trampas tipo "Sherman" para animales vivos y se cebaron con hojuelas de avena desde las 18:00 a las 7:00 hr del día siguiente durante dos noches continuas.

Para distinguir a los organismos de ésta localidad se utilizó el método de marcaje-recaptura con ectomización de falanges asignándoles un número progresivo de marcaje (Orr,

1978); registrando de cada ejemplar la fecha de colecta, la estación de trampeo, el nombre de la especie, el número de colecta, la categoría de edad, las medidas somáticas, el peso, las características del pelaje y la condición reproductora.

En ésta localidad, se evaluó la abundancia relativa de las especies colectadas durante el periodo de estudio. Para *L. irroratus*, se estimó en cada muestreo el número de individuos por ha, realizando un análisis de varianza (ANOVA), para determinar si las diferencias entre las fluctuaciones de la población fueron significativas. También se obtuvo información acerca de la longevidad y la estructura por edades, analizando la proporción sexual total y por colecta (1:1), con la prueba estadística de "chi-cuadrada" (Fleming, 1970; 1971; 1974; French y col. 1975).

En "Cerro Crestón", se realizaron 12 colectas en el período de noviembre de 1984 a diciembre de 1985, excepto en los meses de Abril y noviembre de 1985. En la zona de estudio se establecieron tres transectos lineales de 180 m cada uno, dos ubicados en "Cerro Crestón" y el otro en cultivos cercanos de *Opuntia* y *Agave*, siguiendo los bordes de los mismos o hileras intermedias. Se colocaron un total de 120 trampas "Sherman" en la base de arbustos, nopales y árboles, efectuando el trampeo durante la noche.

En éste sitio, se registró la abundancia relativa de la comunidad de roedores. También se obtuvo el número de ratones /120 trampas, la estructura por edades y la proporción sexual total y por colecta de la especie.

Para establecer los periodos de actividad reproductiva de los ejemplares de ambas localidades, se consideraron como adultos reproductivamente activos, a machos con testículos escrotados y a hembras preñadas, en lactancia ó con vagina túrgida. Como adultos inactivos, a machos con testículos abdominales ó inguinales y a hembras con desarrollo mamario pequeño, vagina inactiva y sin embrión. Se comparo el peso, la longitud total y la longitud de la cola de los ejemplares adultos activos e inactivos de ambas localidades con la ayuda del estadístico "t" de student, analizando también la variación del área testicular entre los machos activos e inactivos de "Cerro Crestón".

RESULTADOS

1.- VARIACIÓN MORFOMÉTRICA.

Variación sexual secundaria

Se examinaron un total de 235 ejemplares de *Liomys irroratus*, 87 de "Cerro de Nochistongo" y 148 de "Cerro Crestón".

Al comparar con un análisis de varianza (ANOVA) de tres factores, los parámetros somáticos y el peso de los ejemplares de ambas localidades entre los sexos, se aprecia que los machos fueron significativamente mayores y más pesados que las hembras ($F_{1,665}=8.115$, $P<0.01$) (Tabla 1). También se observó que los individuos de "Cerro de Nochistongo", fueron a su vez significativamente mayores que los de "Cerro Crestón" ($F_{1,665}=43.903$, $P<0.001$) (Tabla 2). Al encontrar diferencias significativas, se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Scheffé para examinar las diferencias entre los elementos de cada uno de los factores, indicándonos la presencia de diferencias significativas entre ellos.

Para establecer cuales de las variables difieren y cuales no, se compararon con la ayuda del estadístico "t" de student tanto las medidas externas como las craneales y el peso de *Liomys irroratus* de "Cerro Crestón" entre los sexos (tabla 1), mostrándonos que ésta especie fue significativamente dimórfica en uno de los 14 caracteres analizados (la altura de la caja craneal, $t = -2.405$, $P<0.05$, g.l.=108). Asimismo, los machos fueron significativamente más pesados que las hembras ($t = -2.372$, $P<0.05$, g.l.=146).

También se compararon los parámetros somáticos y el peso entre los ejemplares de las dos localidades, encontrando que las hembras de "Cerro de Nochistongo" fueron significativamente mayores que las de "Cerro Crestón", tanto en las medidas de longitud total ($t=3.237$, $P<0.01$, g.l.=100) y longitud de la cola ($t=3.636$, $P<0.001$, g.l.=100), como en el peso ($t=4.291$, $P<0.001$, g.l.=101); mientras que los machos de "Cerro de Nochistongo" fueron significativamente más pesados que los de "Cerro Crestón" ($t=4.048$, $P<0.001$, g.l.=125) (Tabla 2).

Tabla I. Variación sexual secundaria e individual en *Lionys irroratus* de "Cerro de Nochistongo" y "Cerro Crestón", Hidalgo. n=tamaño de muestra, ES=error estandar, DE=desviación estandar, CV=coeficiente de variación (%) y P= probabilidad del estadístico "t" de student o del valor de F del ANOVA al comparar los parámetros somáticos y craneales entre los individuos de ambos sexos.

	hembras							machos					
	n	media	±1ES	mín.-máx.	DE	CV	P	n	media	±1ES	mín.-máx.	DE	CV
"Cerro de Nochistongo"													
Longitud total	38	244,03	1,83	206-270	11,29	4,6	0,583	49	245,92	2,67	194-275	18,71	7,6
Longitud de la cola	38	126,82	1,14	104-147	7,04	5,5	0,276	49	124,16	1,94	80-146	13,58	10,9
Peso	35	48,59	1,15	33,5-65,2	6,82	14	0,06	47	53,14	1,87	25-85	12,84	24,1
"Cerro Crestón"													
Longitud total	64	235,28	1,77	205-270	14,19	6	0,063	79	240,14	1,84	200-289	16,39	6,8
Longitud de la cola	64	120,62	1,12	97-140	8,97	7,4	0,076	79	123,23	0,94	107-147	8,41	6,8
Longitud de la pata	68	29,15	0,16	25-32	1,37	4,7	0,125	80	29,61	0,23	17-33	2,14	7,2
Longitud de la oreja	68	14,15	0,16	10-17	1,35	9,5	0,485	80	14,31	0,16	9-19	1,5	10,5
Peso	68	41,52	1,02	12-62,7	8,42	20,3	<0,05	80	45,06	1,06	26,4-67,7	9,54	21,2
<i>ANOVA, parámetros somáticos</i>							<0,001						
Long. máxima del cráneo	49	31,94	0,22	25,8-35,4	1,59	5	0,644	55	32,09	0,22	29-40	1,7	5,3
Longitud de los nasales	49	12,32	0,14	9,1-14,5	1,02	8,3	0,392	55	12,16	0,11	10,4-14,2	0,88	7,2
Longitud del rostro	49	14,63	0,16	11,5-16,8	1,14	7,8	0,662	55	14,72	0,12	13-16,6	0,93	6,3
Longitud interparietal	51	4,09	0,05	3,3-5	0,37	9,1	0,77	59	4,06	0,03	3,5-5	0,28	7,1
Anchura interparietal	51	8,87	0,07	7-9,9	0,57	6,4	0,444	59	8,95	0,06	7,9-10	0,52	5,8
Anchura mastoidea	51	14,86	0,07	12-15,8	0,57	3,8	0,14	58	15	0,06	13,7-16	0,47	3,2
Anchura cigomática	48	15,17	0,09	13,7-16,4	0,64	4,2	0,884	52	15,19	0,09	13,8-16,7	0,67	4,4
Anchura interorbital	51	8,25	0,05	6,8-9,2	0,38	4,6	0,98	59	8,25	0,03	7,6-9,1	0,3	3,6
Hilera mandibular de dientes	51	5,25	0,03	4,3-5,7	0,28	5,3	0,145	59	5,33	0,03	4,3-5,9	0,29	5,4
Altura de la caja craneal	51	13,03	0,05	11,3-13,7	0,36	2,8	<0,05	59	13,18	0,03	12,5-13,7	0,28	2,2

Tabla 2. Variación morfométrica en *Liomys irroratus* de "Cerro de Nochistongo" y "Cerro Crestón", Hidalgo. Las probabilidades se refieren al estadístico "t" de student o al valor de F del ANOVA, al comparar los parámetros somáticos y el peso entre los sexos, n = tamaño de muestra, ES=error estandar, DE = desviación estándar y CV = coeficiente de variación (%).

		"Cerro de Nochistongo"							"Cerro Crestón"					
		n	media	±ES	mín.-máx.	DE	CV	P	n	media	±ES	mín.-máx.	DE	CV
Longitud total	hembras	38	244,03	1,83	206-270	11,29	4,6	<0,01	64	235,28	1,77	205-270	14,19	6
	machos	49	245,92	2,67	194-275	18,71	7,6	0,068	79	240,14	1,84	200-289	16,39	6,8
Longitud de la cola	hembras	38	126,82	1,14	104-147	7,04	5,5	<0,001	64	120,62	1,12	97-140	8,97	7,4
	machos	49	124,16	1,94	80-146	13,58	10,9	0,631	79	123,23	0,94	107-147	8,41	6,8
Peso	hembras	35	48,59	1,15	33,5-65,2	6,82	14	<0,001	68	41,52	1,02	12-62,7	8,42	20,3
	machos	47	53,14	1,87	25-85	12,84	24,1	<0,001	80	45,06	1,06	26,4-67,7	9,54	21,2
ANOVA, parámetros somáticos y peso								<0,001						

Variación individual

En la población de “Cerro Crestón”, los coeficientes de variación de las medidas externas, fluctuaron de 4.7 (LP, hembras) a 10.5 (LO, machos), con un valor promedio de 7.4; y los de las medidas craneales de 2.2 (ACC, machos) a 9.1 (LIP, hembras), con un valor promedio de 5.4 (Tabla 1).

En las hembras los CV oscilaron entre 2.8 (ACC) y 9.5 (LO), con un valor promedio de 5.7; en los machos fluctuaron de 2.2 (ACC) a 10.5 (LO), con un valor promedio de 5.0.

Los CV promedio en las medidas externas y craneales de las hembras fueron de 6.3 y 5.7 respectivamente; y para los machos de 8.3 y 5.0 respectivamente. El CV promedio incluyendo tanto a las medidas somáticas como a las craneales fue de 5.9. Los valores menores de 4.2 y mayores de 7.8 fueron los menos frecuentes.

Al comparar los CV de las medidas externas de los ejemplares de ambas poblaciones (Tabla 2), encontramos que los de “Cerro de Nochistongo” (7.1), fueron más variables que los de “Cerro Crestón” (6.7).

Comparando los CV entre los sexos, se observó que las hembras de “Cerro Crestón” (6.7), fueron más variables que las de “Cerro de Nochistongo” (5.0); mientras que los machos de “Cerro de Nochistongo” (9.2), mostraron una variación individual mayor que los de “Cerro Crestón” (6.8).

En ambas poblaciones los machos tuvieron CV promedio mayores que las hembras, sin embargo, en los individuos de “Cerro de Nochistongo” fueron más evidentes estas diferencias (Fig. 1).

Los valores obtenidos en este trabajo fueron comparativamente mayores que los reportados tanto para *L. irroratus* como para las otras especies del mismo género (Tabla 3).

Tabla 3.- Coeficiente de variación (%) promedio de tres medidas somáticas y diez craneales de *Liomys irroratus* del SW de Hidalgo, México, comparado con el de otras especies del género *Liomys*.

Especie / localidad	Coeficiente de variación (%)	
	VARIABLES EXTERNAS	VARIABLES CRANEALES
<i>Liomys irroratus</i>		
SW de Hidalgo, México.	7.3 (4.6-10.9)	5.4 (2.2-9.1)
* Centro de Jalisco, México.	4.6 (2.9-6.5)	4.0 (1.7-7.7)
<i>Liomys pictus</i>		
* W de Jalisco, México.	4.8 (3.9-6.7)	3.8 (2.3-6.7)
<i>Liomys salvini</i>		
*Depto. de Carazo y Managua, Nicaragua.	4.9 (3.9-6.5)	4.3 (2.5-8.8)
<i>Liomys adspersus</i>		
* Guánico, Los Santos, Panamá.	4.4 (2.9-5.4)	3.8 (0.9-9.3)

* Genoways, 1973.

2.- COMPORTAMIENTO POBLACIONAL

“CERRO DE NOCHISTONGO”

Abundancia relativa

Liomys irroratus constituyó el 8% de los roedores colectados en ésta localidad, y se encontró junto con *Baiomys taylori* (44.1%), *Peromyscus levipes* (31.9%), *Reithrodontomys sumichrasti* (9.8%), *P. difficilis* (4.6%), *P. pectoralis* (1.4%) y *P. truei* (0.2%) (Fig. 6).

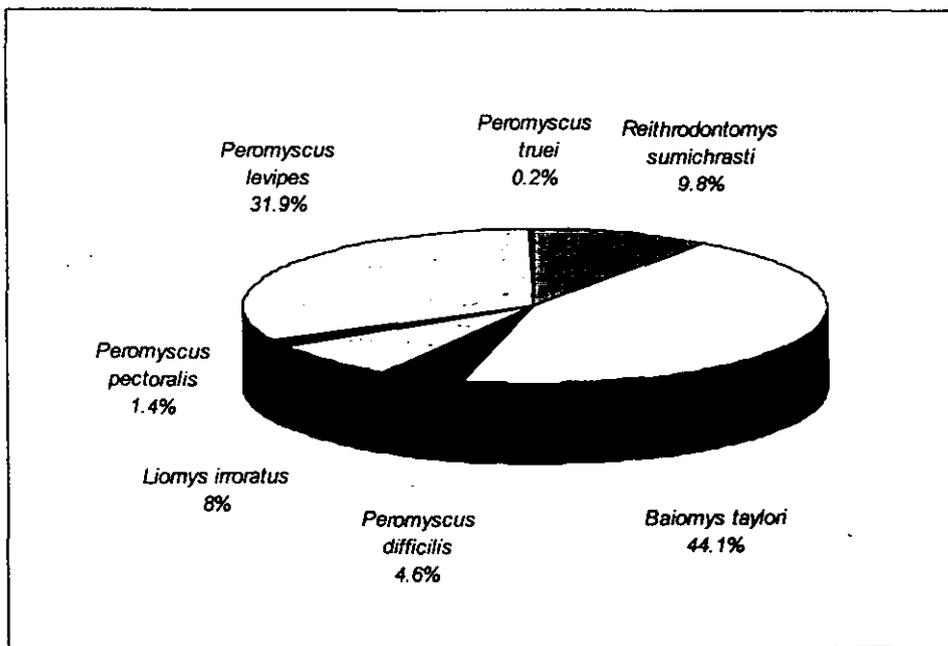


Figura 6.- Abundancia relativa de *Liomys irroratus* en "Cerro de Nochistongo", Hidalgo.

Densidad

La densidad de *Liomys irroratus* en el área de estudio fluctuó de 0 ind/ha a 7.5 ind/ha, mostrando un promedio de 1.53 ind/ha (Fig. 7). Durante agosto, septiembre y octubre de 1985, se observó un considerable incremento en la población seguido de una acentuada disminución durante los siguientes cuatro meses, sin embargo el análisis de varianza (ANOVA) que se efectuó no indicó diferencias significativas entre estas fluctuaciones. Las densidades por sexo mostraron un comportamiento similar.

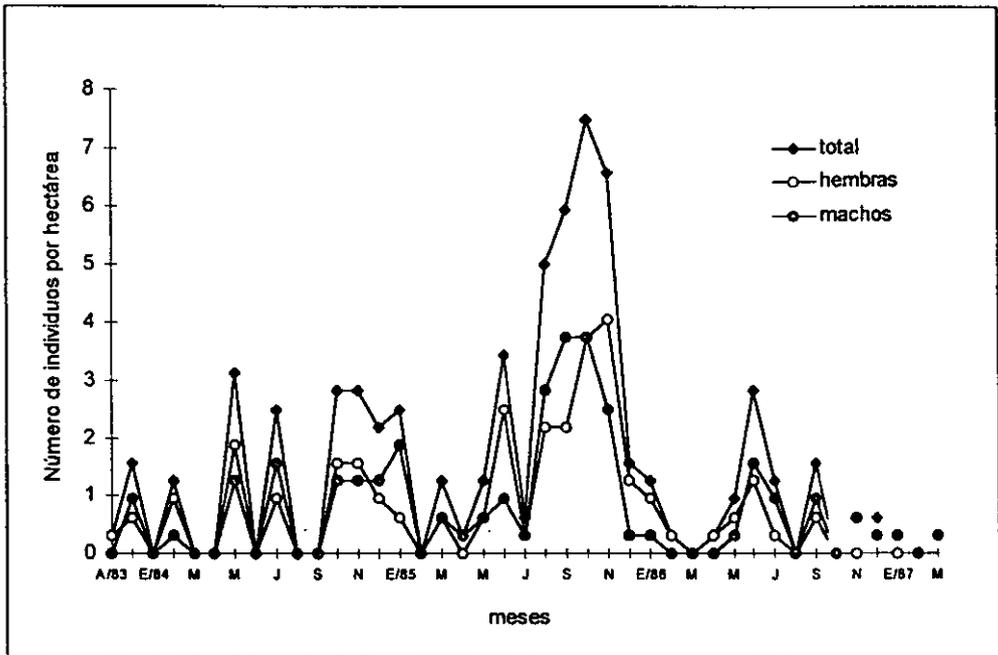


Figura 7.- Densidad de *Liomys irroratus* en "Cerro de Nochistongo", Hidalgo.

Estructura por edades

Durante todo el período de estudio la población estuvo generalmente constituida por adultos, observando porcentajes mayores al 50% (Fig. 8). Los subadultos estuvieron presentes en las temporadas de postlluvias (de octubre a diciembre) y en los periodos secos del año (de enero a mayo), en proporciones mayores al 10%. La presencia de juveniles se registró durante las postlluvias (de septiembre a diciembre), con porcentajes menores al 50%.

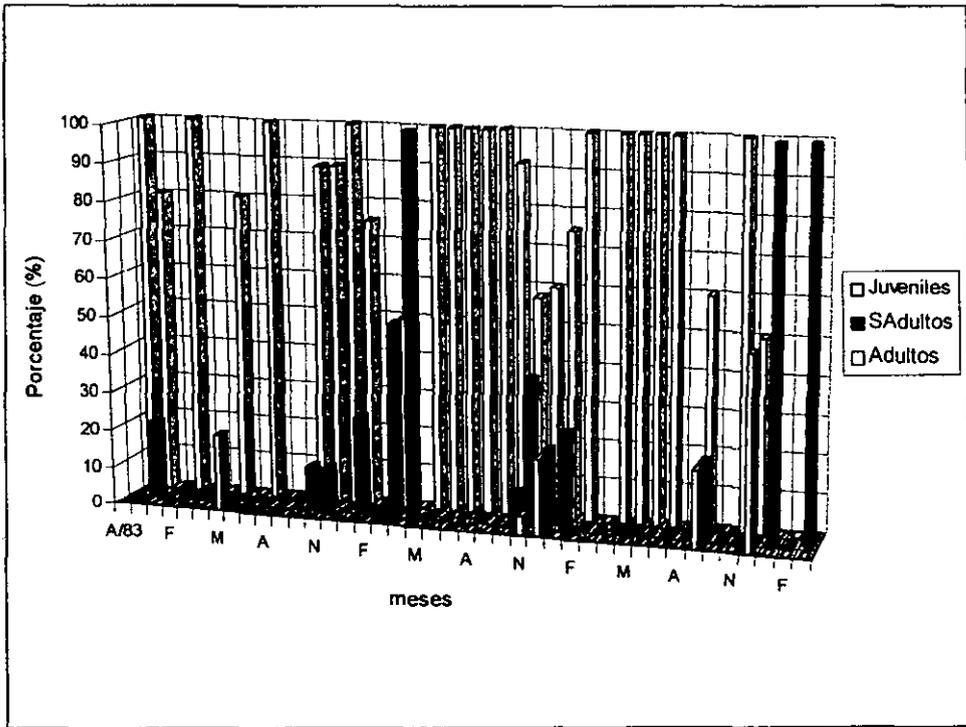


Figura 8.- Estructura por edades de *Liomys irroratus* en "Cerro de Nochistongo", Hidalgo.

Proporción sexual

Se colectaron un total de 201 ejemplares, 101 hembras y 100 machos. La proporción sexual total entre hembras y machos fué de 1:0.9 ("Chi-cuadrada", $P=0.28$). Al analizar la proporción sexual por colecta no se encontraron diferencias significativas.

Longevidad

La edad máxima observada en condiciones naturales después de la primera captura, correspondió a una hembra con 480 días y a un macho con 379 días.

Reproducción

En la localidad de "Nochistongo", se registró la actividad reproductora de *Liomys irroratus* durante tres periodos anuales (1984 a 1986), encontrando tanto a individuos activos como inactivos en todas las estaciones del año (Fig. 9).

Los machos inactivos estuvieron presentes en mayor proporción durante la temporada de postlluvias (de septiembre a enero), mientras que el mayor número de machos con testículos escrotados se presentó durante la estación lluviosa en los meses de junio, julio y agosto, con un acentuado descenso durante las postlluvias (de septiembre a diciembre y en febrero).

Las hembras inactivas se registraron principalmente en las postlluvias (de octubre a enero) y en los meses de mayo y junio. Las hembras en condiciones de preñez y lactancia se observaron de agosto a febrero y mayo, pero fueron más frecuentes a mediados de la temporada de lluvias y principios de las postlluvias (de agosto a octubre).

El incremento en el número de ejemplares inactivos de ambos sexos durante las postlluvias, coincidió con la incorporación paulatina de juveniles y subadultos en la población y con la presencia de adultos cuya temporada reproductora había cesado.

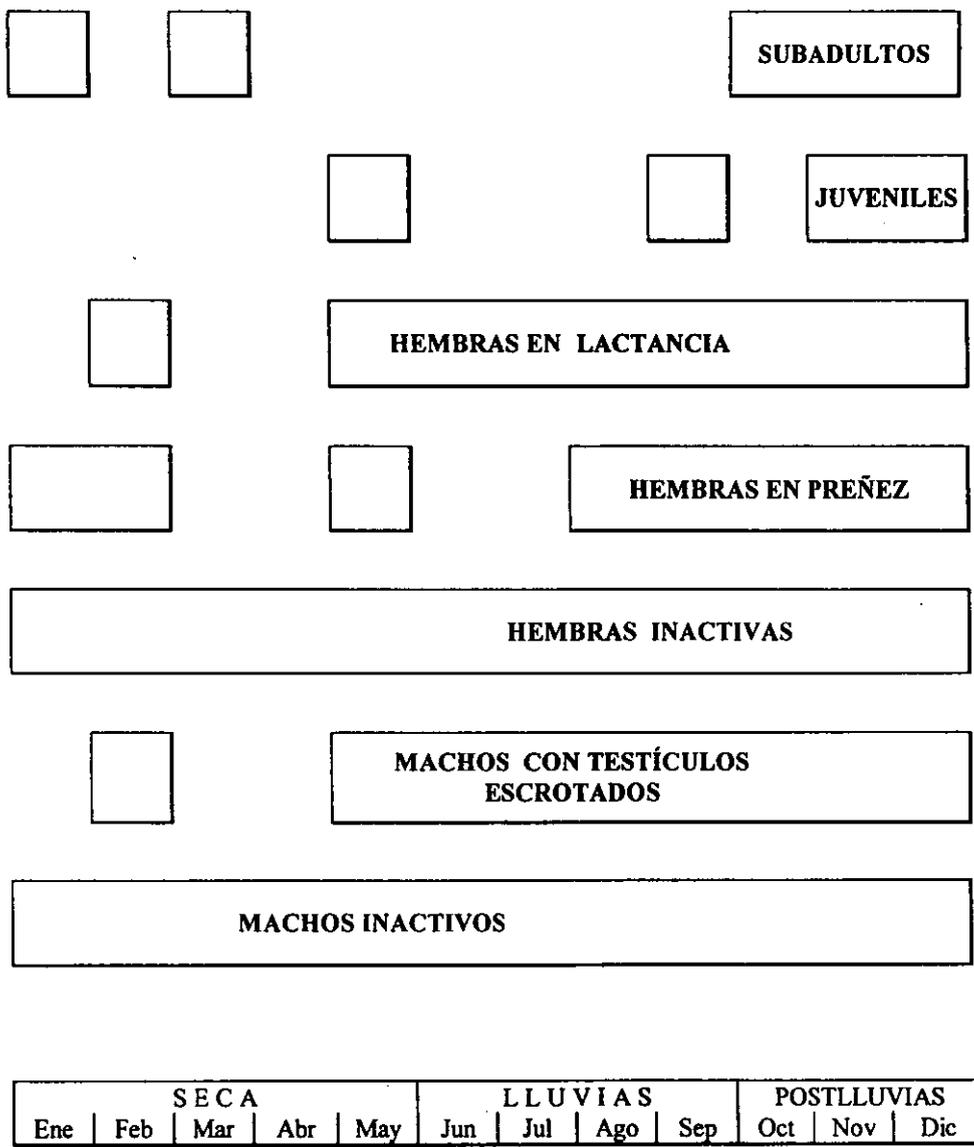


Figura 9.- Patrón de actividad reproductora de *Liomys irroratus* en "Cerro de Nochistongo", Hidalgo (1984-1986).

En la tabla 4, se observa que tanto en las hembras como en los machos no se obtuvieron diferencias significativas al comparar el tamaño y el peso entre los organismos reproductivamente activos e inactivos.

Tabla 4. Comparación de las medidas somáticas y el peso entre los individuos adultos reproductivamente inactivos y activos de *Liomys irroratus* en "Cerro de Nochistongo", Hidalgo. n=tamaño de la muestra, DE=desviación estandar y P=probabilidad de obtener un valor mayor a "t".

		Inactivos (as)				Activos (as)				
		n	Media	mín-máx	DE	P	n	media	mín-máx	DE
L. total	hembras	15	244.3	230-259	9.24	0.894	23	243.8	206-270	12.64
	machos	16	250.1	230-270	11.2	0.822	26	251.1	202-275	16.67
L. cola	hembras	15	127.8	120-134	4.02	0.494	23	126.1	104-147	8.48
	machos	16	130	118-140	7.15	0.178	26	120.5	104-146	26.89
Peso	hembras	15	47.13	33.5-58	5.99	0.276	20	49.70	34.5-65	7.33
	machos	15	52.19	40.7-69	7.35	0.055	25	58.93	25-85	11.84

“CERRO CRESTÓN”

Abundancia relativa

En ésta localidad se colectaron diez especies de roedores, siendo *Liomys irroratus* la especie dominante en todos los muestreos, con una abundancia relativa promedio de 48.9% (Fig. 10). También se registró la presencia de *Baiomys taylori* (14.4%), *P. difficilis* (8.3%), *Peromyscus levipes* (8.3%), *Perognathus flavus* (6.7%), *Chaetodipus hispidus* (4.6%), *Sigmodon hispidus* (3.1%), *P. pectoralis* (3.1%), *Reithrodontomys sumichrasti* (1.5%) y *P. truei* (1.1%).

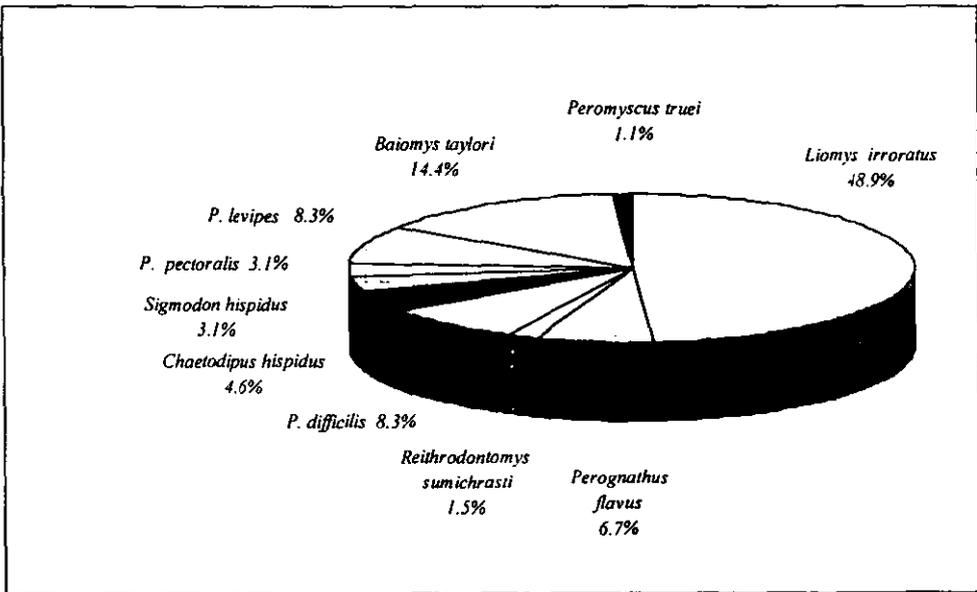


Figura 10. Abundancia relativa de *Liomys irroratus* en “Cerro Crestón”, Hidalgo.

El número de individuos fluctuó de 2 a 27 ind/120 trampas durante el periodo de estudio (fig. 11). Los valores más altos se observaron en los meses de marzo y mayo de 1985, los cuales estuvieron determinados por un mayor número de machos; posteriormente estos disminuyeron de manera paulatina durante los meses de junio a diciembre del mismo año, siendo las hembras más abundantes que los machos.

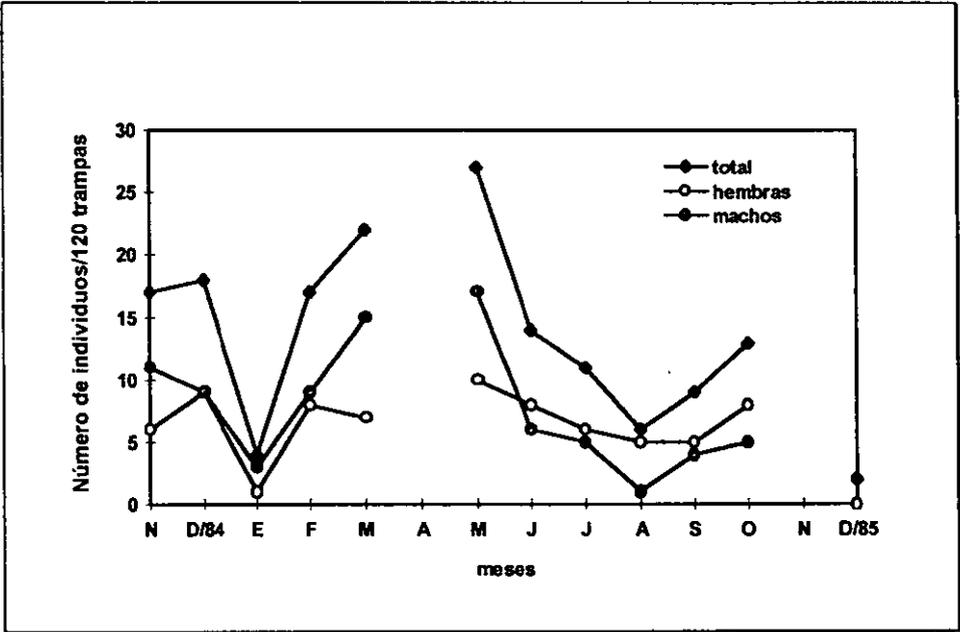


Figura 11. Fluctuación del número de individuos de *Liomys irroratus* en “Cerro Crestón”, Hidalgo.

Estructura por edades

Durante todo el año, la muestra estuvo constituida principalmente por adultos (Fig. 12), con valores mayores al 60%. Los subadultos se registraron en los meses de marzo (9.1%) y septiembre (11.1%) del mismo año, mientras que los juveniles se capturaron en noviembre de 1984, y en septiembre y octubre de 1985, con porcentajes menores al 22.2%.

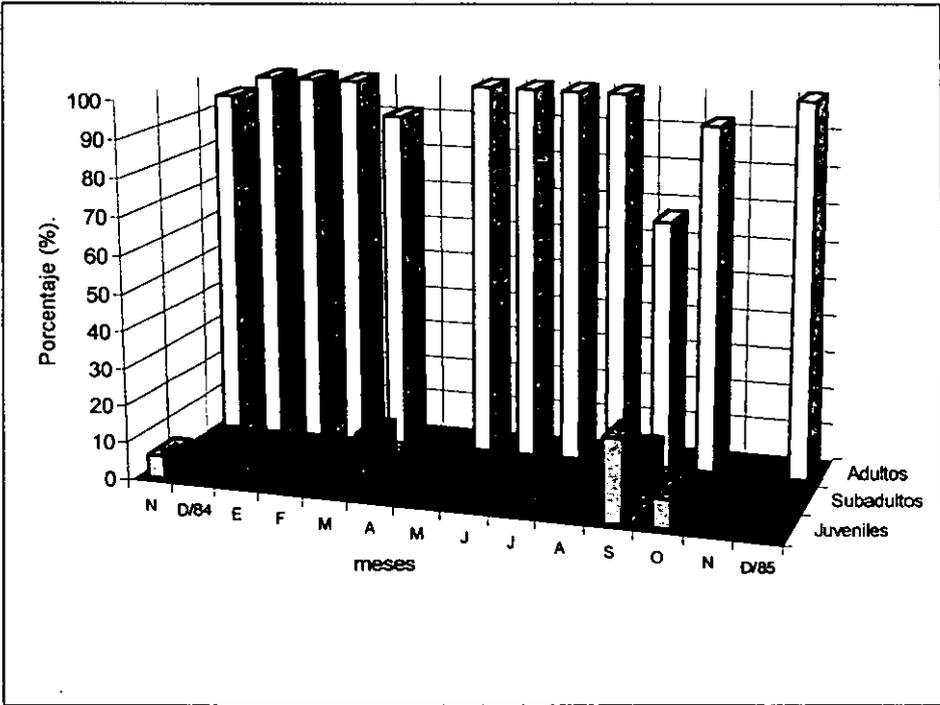


Figura 12. Estructura por edades de *Liomys irroratus* en "Cerro Crestón", Hidalgo.

Proporción sexual

Se colectaron un total de 160 ejemplares, 73 hembras y 87 machos, con una proporción sexual total de 1:1.22 ("Chi -cuadrada", $P=0.017$). El análisis por colecta no mostró diferencias significativas.

Reproducción

Se observó un mayor número de machos inactivos en los periodos de postlluvias y de sequía (de noviembre a mayo), así como la presencia de machos con testículos escrotados durante la mayor parte del año, principalmente a finales de la época seca y la primera mitad de la temporada de lluvias (de mayo a julio) (Fig. 13).

La presencia de hembras inactivas durante casi todo el periodo de estudio, fue más evidente en la segunda mitad del periodo seco y durante la temporada de lluvias (de marzo a octubre). Las hembras en condiciones de preñez se registraron en los meses de noviembre, febrero, mayo y agosto, mientras que las hembras en lactancia se encontraron desde las postlluvias hasta principios del periodo seco del año (de noviembre a febrero), y posteriormente en la temporada de lluvias y postlluvias (de junio a octubre). La presencia de ejemplares juveniles y subadultos coincide con los periodos de mayor actividad reproductora de las hembras. El número de embriones promedio de cinco hembras fue de 3.4 crías por camada (3 a 4).

Al comparar el tamaño y el peso de los ejemplares de ambos sexos, se observó que los machos activos fueron significativamente más grandes y más pesados que los machos inactivos (LT, $t=5.145$, $P<0.001$, g.l.=76; LC, $t=2.401$, $P<0.05$, g.l.=76; Peso, $t=7.111$, $P<0.001$, g.l.=77); la comparación entre las hembras sólo mostró diferencias significativas en el peso ($t=2.118$, $P<0.05$, g.l.=65) (Tabla 5).

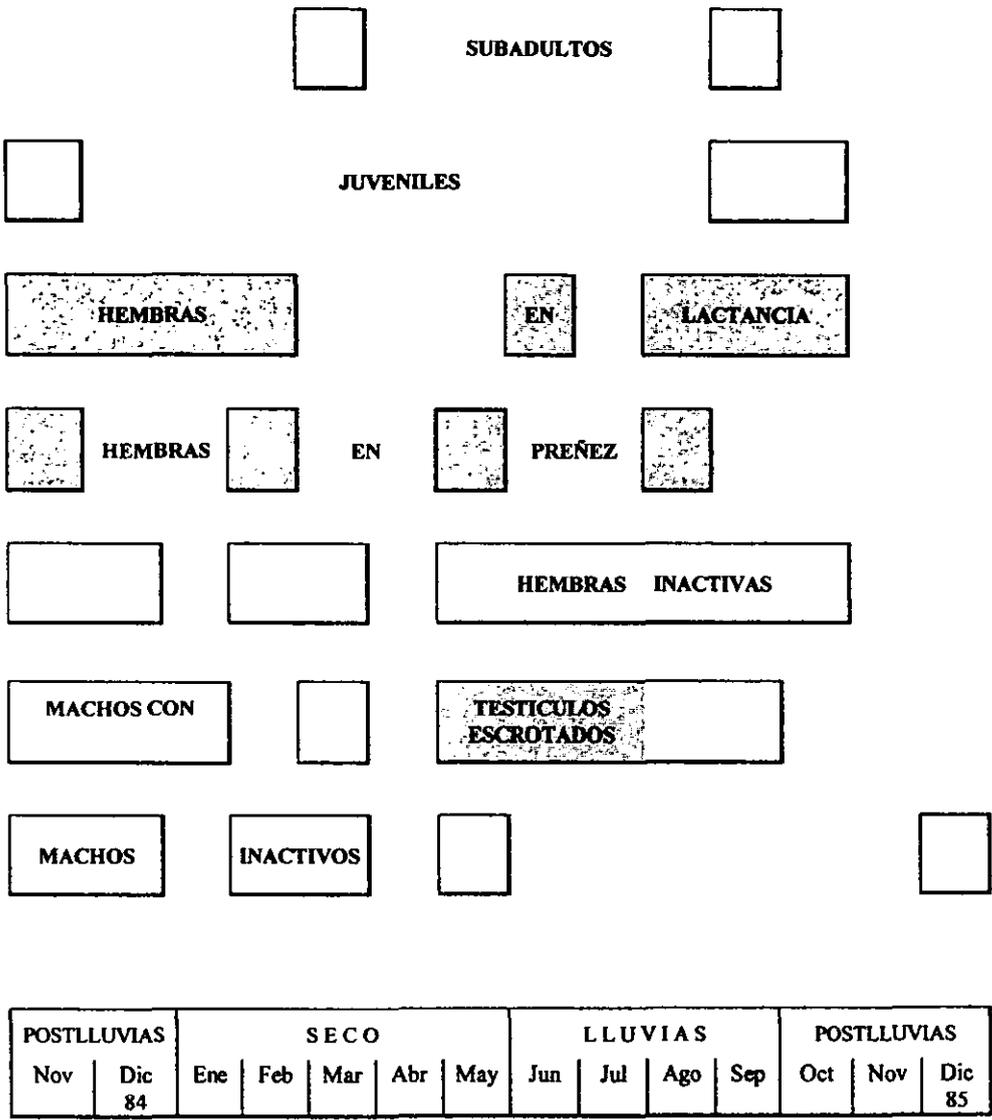


Figura 13.- Patrón de actividad reproductora de *Liomys irroratus* en "Cerro de Crestón", Hidalgo (1984-1985).

El análisis de variación del área testicular determinó que los testículos escrotados de los machos activos fueron significativamente mayores que los testículos abdominales o inguinales de los machos inactivos ($t=9.23$, $P<0.001$, $g.l.=67$). Los machos con testículos escrotados presentaron un tamaño promedio del área testicular de 216.63mm^2 (12-400) y los ejemplares con testículos abdominales o inguinales de 29.76mm^2 (7.5-216).

Tabla 5. Comparación de las medidas somáticas y el peso entre los individuos adultos reproductivamente inactivos y activos de *Liomys irroratus* en "Cerro Crestón", Hidalgo. n= tamaño de la muestra, DE= desviación estandar y P = probabilidad de obtener un valor mayor a "t".

		Inactivos (as)				P	Activos (as)			
		n	media	mín-máx	DE		n	media	mín-máx	DE
L. total	hembras	44	234.2	205-258	13.5	0.324	19	238.1	210-270	15.62
	machos	48	233.3	200-262	13.8	<0.001	30	250.2	205-289	14.49
L. cola	hembras	44	120.7	97-140	9.0	0.929	19	120.9	109-140	8.81
	machos	48	121.4	107-147	8.4	<0.05	30	126	111-145	7.74
Peso	hembras	45	40.5	29-53.5	6.18	<0.05	22	44.7	14-62.7	9.62
	machos	49	40.24	26.4-57	2.26	<0.001	30	52.23	31-67.7	8.69

DISCUSIÓN

I.- VARIACIÓN MORFOMÉTRICA.

Variación sexual secundaria

En este estudio, los resultados del análisis de varianza (ANOVA), indicaron que los machos de *Liomys irroratus* fueron significativamente mayores que las hembras al comparar dos parámetros somáticos (longitud total y longitud de la cola) y el peso entre los sexos de ambas localidades (Tabla 1). Los especímenes de ambos sexos en "Cerro de Nochistongo" fueron significativamente mayores que los de "Cerro Crestón" (Tabla 2). Genoways (1973) y Best (1993), también encontraron diferencias significativas al comparar estos parámetros somáticos entre los sexos.

Al comparar las medidas somáticas a un nivel poblacional utilizando el estadístico "t de student", no se encontraron diferencias significativas en ambas localidades (Tabla 1). No obstante, para "Cerro Crestón" si hubo diferencias significativas al comparar el peso entre hembras y machos. Así mismo, al considerar las medidas craneales en esta localidad se observó dimorfismo sexual en uno de los 14 caracteres analizados (altura de la caja craneal). En 1973, Genoways determinó la presencia de dimorfismo sexual en siete de las 13 medidas examinadas para *Liomys irroratus* (longitud total, longitud de la cola, longitud de la pata, longitud máxima del cráneo, anchura interorbital, anchura mastoidea y longitud del rostro). En 1993, Best analizó cinco medidas externas y 14 craneales, indicando que esta especie fue dimórfica en cuatro de éstos caracteres (longitud total, longitud del cuerpo, longitud de los nasales y altura de la caja craneal). Ambos autores encontraron también que los machos fueron mayores que las hembras en la mayoría de los caracteres, incluyendo los valores que no fueron estadísticamente significativos.

En los estudios de Genoways (1973), al igual que en el presente trabajo, la variación sexual secundaria fue más marcada en las medidas craneales, mientras que en los análisis de Best (1993), los caracteres externos fueron los más dimórficos.

Variación individual

La variación individual observada en *Liomys irroratus* de "Cerro Crestón" incluyendo tanto las medidas externas como las craneales, fue moderada (5.9), mostrando una tendencia similar a lo observado por Genoways (1973), el cual señala que las medidas externas presentaron mayor variabilidad fenotípica que las medidas craneales inclusive a un nivel genérico (Tabla 3). En este trabajo, los valores obtenidos fueron comparativamente mayores que los reportados por el mismo autor tanto para *L. irroratus* como para otras especies del mismo género. Así mismo, esta especie mostró una variación morfométrica similar a la de otros roedores, los cuales tienen CV que van generalmente de uno a diez, con valores considerablemente altos (24-29) en muy raras ocasiones (Long, 1968; 1969).

Los caracteres de LMC, AI; AM, AC, HMD Y ACC, presentaron CV bajos o moderados (< 6.6), y poca variación debida al sexo (excepto por la ACC), lo cual les confiere un valor taxonómico dada su escasa variabilidad fenotípica (Cervantes, 1993).

Es muy probable que las diferencias encontradas en este trabajo en cuanto a la altura de la caja craneal al comparar hembras y machos, influyan también en el desarrollo y función del cerebro. Algunos autores argumentan que los cerebros más desarrollados también pueden ser funcionalmente superiores tanto en la percepción como en el almacenamiento y análisis de la información lo cual se ve reflejado en un mayor control motriz o en un comportamiento más complejo (Brylski, 1993).

Sin embargo, para generar conclusiones más precisas al respecto, se requiere además de otro tipo de estudios (anatómicos, ontogénéticos, morfofisiológicos, ecológicos y evolutivos), como por ejemplo los llevados a cabo por Brylski (1993), en los cuales analiza y discute las

principales diferencias filogenéticas y funcionales que presentan los géneros y las subfamilias de los heterómidos. A su vez nos indica que el cerebro de los Dipodomyinae está mucho más desarrollado (corteza cerebral), que el de los Perognatinae (hemisferio cerebral pequeño) y Heteromyinae (lóbulos olfatorios agrandados), desconociendo todavía su significado funcional y aplicativo. El complejo funcional más estudiado en los heterómidos es la región temporal, que incluye además los huesos y tejidos del oído medio e interno, por lo que esta área ofrece un vasto campo de trabajo.

2.- COMPORTAMIENTO POBLACIONAL

Abundancia relativa

La localidad de "Cerro Crestón" presenta un suelo pedregoso con pendientes de 30° a 40°, veredas angostas y una escasa actividad de pastoreo en las zonas bajas. Las partes altas se mantienen poco perturbadas y solo están sujetas a la recolección de frutos de garrapalo (*Myrtillocactus geometrizans*) durante los meses de marzo a agosto. La vegetación de matorral crasicale es evidentemente más diversa y no se presentan áreas de vegetación herbácea.

En la zona de estudio a diferencia de lo reportado por Brown y Harney (1993) y Mares (1993), se encontró que los cricétidos fueron más diversos que los heterómidos (figs. 6 y 10). Al parecer las características ambientales del lugar favorecen la coexistencia de tres especies de heterómidos granívoros de tamaño pequeño, mediano y grande, junto con la presencia de seis cricétidos omnívoros y de un herbívoro también de diferentes tamaños (Fig. 10), lo cual concuerda con lo reportado por Schmidly y col. (1993), el cual sugiere que la diversidad de los heterómidos en las regiones áridas es mucho mayor que en los ambientes templados o tropicales; así como con Brown y Harney (1993), quienes indican que los hábitats áridos y semiáridos de Norteamérica tienen de una a 15 especies de roedores, de los cuales más de la mitad se alimentan de semillas, resaltando las diferencias en el tamaño corporal de las distintas especies como una estrategia para evitar la competencia por los recursos alimenticios. Se ha

propuesto que los ratones que han desarrollado conductas de transportación, selección y almacenamiento de semillas con un alto contenido energético reducen de esta manera la exposición a los depredadores (Vahugan, 1988; Reichman y Price, 1993). Sánchez y Fleming (1993), mencionan que los hábitats desérticos son más productivos que los hábitats tropicales por presentar mayor diversidad y disponibilidad de semillas comestibles sin toxinas y que las especies que coexisten en estos hábitats también difieren en la manera de aprovechar los recursos.

El desierto Chihuahuense es una de las cinco áreas xéricas más grandes de norteamérica, el cual se extiende desde Texas y Nuevo México en los Estados Unidos hasta Querétaro e Hidalgo en México. En comparación con los otros desiertos, este ha recibido menor atención aún a pesar de su gran extensión y gran diversidad de roedores (Mares, 1993).

Schmidly y col. (1993), también reportan la presencia de *Perognathus flavus*, *Chaetodipus hispidus* y *Liomys irroratus* en la Provincia Central Mexicana, siendo esta última la especie más abundante de la localidad (Fig. 10). *Dipodomys ordii*, es una de las cuatro especies de heterómidos reportadas para el Estado de Hidalgo, sin embargo fue la única que no se registró en ninguna de las dos localidades debido probablemente a la preferencia de hábitats más áridos con menor cobertura vegetal (espacios más abiertos). Lo anterior indica la importancia de esta zona en el mantenimiento de la diversidad y evolución de las comunidades de roedores.

La localidad de "Cerro de Nochistrongo", se caracteriza por tener planos con una pendiente menor a los 20° y es común encontrar áreas abiertas con abundantes hierbas y arbustos. A diferencia de la otra localidad, esta presenta mayor precipitación anual, así como, una actividad constante e intensiva de pastoreo de ganado bovino y extracción de leña. Durante los periodos secos, las nopaleras de más de 1.5 metros fueron cortadas para servir de alimento al ganado de tal manera que durante el periodo de estudio la cobertura de la vegetación fue disminuida.

En esta localidad la mayor superficie del estrato herbáceo determinó condiciones óptimas para que *Baiomys taylori* fuera la especie dominante seguida por *Peromyscus levipes* (Fig. 6). *Liomys irroratus* fue el único heterómido que se registró en este lugar, lo cual concuerda con lo reportado por Sánchez-C. y Fleming (1993) y Schmidly y col. (1993).

Todas las especies reportadas para “Cerro de Nochistrongo”, se registraron también en “Cerro Crestón”, excepto *Perognathus flavus*, *Chaetodipys hispidus* y *Sigmodon hispidus* (Fig. 6 y 10), debido principalmente a las ligeras diferencias climáticas y topográficas de las dos áreas de estudio, lo cual repercute en la productividad de los hábitats y en la abundancia o escasez de los recursos.

Ambas localidades presentan una riqueza de especies moderada, en comparación con el número de especies reportadas para Norteamérica (10 a 14), Centroamérica (10 a 14) y para el sureste de Asia (22 o más) (Fleming, 1970; Mares, 1993).

En contraste con lo citado por Brown y Harney (1993) y Mares (1993), los cuales reportan que la mayoría de los desiertos del Norte de México y Norteamérica sustentan de dos a seis especies de heterómidos y de una a cinco de cricétidos, en las dos localidades donde se realizó el presente estudio, se encontró que los cricétidos son más diversos que los heterómidos (fig. 6 y 10).

Densidad y estructura por edades

El presente trabajo brinda información acerca de las variaciones demográficas estacionales y anuales de *Liomys irroratus* en “Cerro de Nochistrongo”, siendo el primer estudio de más de un año que se realiza para la especie en una zona árida.

En ésta localidad se registraron densidades poblacionales bajas (de 0 a 7.5 ind/ha.); según las categorías demográficas propuestas por French y col. (1975). Las densidades obtenidas por otros autores para las diferentes especies del género *Liomys* oscilan entre las

bajas y las altas (Tabla 6), manifestando diferencias en las estrategias de historia de vida de estos roedores como resultado de su adaptación a los ambientes cálido secos y cálido húmedos en latitudes bajas (Brown y Harney, 1993; Sánchez y Fleming, 1993).

Las fluctuaciones poblacionales observadas durante el periodo de estudio (3 años), no mostraron diferencias significativas entre ellas, por lo que el considerable incremento ocurrido en 1985 no corresponde precisamente a un ciclo multianual, ya que las poblaciones de los heterómidos que viven en las zonas áridas generalmente exhiben fluctuaciones grandes e irregulares en respuesta a las variables ambientales, tales como la precipitación y la productividad primaria de sus hábitats propiciando densidades poblacionales altas después de dos o más estaciones productivamente excepcionales (Brown y Harney, 1993). Además para comprobar si este incremento forma parte de una serie de variaciones periódicas anuales relacionadas con las lluvias y poder establecer un patrón demográfico de esta población se requiere de más años de observación.

Es característico que en los heterómidos de zonas áridas se enfatiza la sobrevivencia de los adultos cuando las condiciones son desfavorables, ocurriendo un rápido reclutamiento de los juveniles durante la época más favorable después de una generosa temporada de lluvias (Brown y Harney, 1993). El reclutamiento de juveniles y subadultos en las temporadas de postlluvias y secas del año se ve reflejado en las densidades máximas observadas en la localidad de "Nochistongo" durante las estaciones húmedas del año, al igual que en las poblaciones de Morelos y en otras tres especies del mismo género (Ceballos, 1990; Fleming, 1971; 1974; Pérez-S. , 1978; Romero, 1993; Romero y col. , 1995; Sánchez y Fleming, 1993). Mientras que en "Cerro Crestón" se incrementó el número de individuos durante las postlluvias pero sobretodo en el periodo seco del año. Se ha observado que poblaciones de la misma especie en localidades diferentes muestran fluctuaciones disímiles (Brown y Harney, 1993; Romero, 1993).

Proporción sexual y longevidad

La Proporción sexual obtenida para la especie no difiere mucho de la relación 1:1 reportada para otras especies del mismo género y en varios estudios parece estar en favor de los machos como en el caso de “Cerro Crestón”. En “Nochistongo” la vegetación es más abierta y probablemente los machos que generalmente tienden a dispersarse más que las hembras están más expuestos a los depredadores y a una mayor competencia inter e intraespecífica (Brown y Harney, 1993; Fleming, 1971; 1974; Romero, 1993; Sánchez y Fleming, 1993).

Liomys irroratus en condiciones naturales, resultó ser menos longeva que *L. salvini* y *L. adpersus* (Tabla 6), sin embargo, a diferencia de otras familias de roedores su sobrevivencia es mayor, debido principalmente a sus eficaces estrategias de forrajeo, selección y almacenamiento de semillas, dispersión, tácticas para evadir a sus depredadores y un esfuerzo reproductivo modesto en periodos bajo condiciones extremas con la consecuente escasez de alimento (Brown y Harney, 1993; French y col., 1975).

Reproducción

L. irroratus muestra en ambas localidades un patrón reproductivo poliestro continuo al igual que *L. pictus* (Tabla 6). El periodo reproductivo en “C. de Nochistongo” tiene una duración de ocho meses y de nueve en “C. Crestón”, con una mayor actividad reproductiva de agosto a diciembre lo cual concuerda con lo reportado para la especie por otros autores (Tabla 7), sin embargo, difiere con respecto a lo observado para *L. pictus*, *L. adpersus* y *L. salvini*, cuyo periodo reproductivo abarca desde la época seca hasta la temporada de lluvias (Fleming, 1971; 1974; Pérez-S., 1978; Romero, 1993; Sánchez y Fleming, 1993).

En ambas localidades los apareamientos ocurren al finalizar la época seca y durante la temporada de lluvias; los periodos de preñez y lactancia se manifiestan durante la temporada de lluvias y postlluvias, los cuales coinciden con las temporadas de mayor disponibilidad y calidad

de alimento (Sánchez y Fleming, 1993); a su vez éstas condiciones óptimas favorecen la producción de juveniles y subadultos en los periodos de postlluvias y secos del año. El registro de hembras activas en los meses de enero y febrero, sugiere la presencia de esto postparto. Las hembras de esta especie al vivir más de un año tienen la oportunidad de participar en uno o dos periodos reproductivos dependiendo de cuando ocurra su nacimiento (Brown y Harney, 1993). El tamaño de camada corresponde a los valores registrados para las demás especies de *Liomys* (Tabla 6).

Tabla 6. Parámetros demográficos y de reproducción de las especies del género *Liomys*.

Especies	Localidad y vegetación	Periodo reproductivo	Gestación (días)	Camadas por hembra por año	Tamaño promedio de camada	Destete (días)	Edad de madurez sexual (meses)	Porcentaje de hembras activas	Densidad (ind/ha)	Longevidad (meses)	Probabilidad anual de supervivencia
<i>L. irroratus</i>	Morelos, México: * SBC [15]	10 meses Poliestro Continuo [15]			3.5(4-3), [10]				2-27 [15]		
					4.4(2-8), [4,9]						
					4.3(1-6), [1]						
<i>L. pictus</i>	Chamela, Jal. México: * SBC [2,3,13,14,16]	6 meses Poliestro Continuo [5,12,13]	24-26 [5,12]		3.5(2-5), [5,8]	24-28 [5,12,13]	30 [5]		5-30 [13,16]		
									13-29 [14,16]		
					3.8(2-6), [9, 12]				71 [3,16]		
									166 [2,16]		
<i>L. spectabilis</i>	SE de Jalisco, México: * SBC, [9]				5 [9]						
<i>L. salvini</i>	La Pacifica, Costa Rica: * SBC, [7,16]	6 a 8 meses Poliestro Estacional [7,12,16]	27-28 [5-12]	1.8 [7,16]	3.5(2-6), [9,12]	26 [5]	3-4 (hembras) 6 (machos) [7]	0-100% [16]	4-8 [7,16]	17 [16]	0.18 [7]
					3.8, [5,7,16]				20-100 [14]		
<i>L. adspersus</i>	Rodman, Panamá: * SBC, [6]	6 meses Poliestro estacional [6,7,16]		1.4 [7,12,16]	3.2(2-4), [8,9,12]	24-28 [5]	3 [12]	0-70% [16]	5.5-11 [6,16]	9.2 a 18 [6,12]	0.28 [6,7]
					4, [6,7,16]				21 [16]		

* Selva Baja Caducifolia.

[Referencias]: 1 Alvarez (1963); 2 Briones (1991); 3 Ceballos (1990); 4 Dowler y Genoways (1978); 5 Eisenberg (1993); 6 Fleming (1971); 7 Fleming (1974); 8 French y col. (1975); 9 Genoways (1973); 10 Hal y Dalquest (1963); 11 Koestner (1941); 12 Novak y Paradiso (1983); 13 Pérez-Saldaña (1978); 14 Romero (1993); 15 Romero (1995); 16 Sánchez y Fleming (1993).

Tabla 7. Actividad reproductora de *Liomys irroratus* en diferentes localidades de la República Mexicana.

Autor	Estado	Meses												
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<i>Koestner</i> (1941: 12)	NL							P						
<i>Davis</i> (1944:389)	GRO.						J		P-J					
<i>Dalquest</i> (1953:122)	SLP								P					
<i>Davis y Russell</i> (1954)	MOR.							E	E					
<i>Baker y Geer</i> (1962)	DGO.		A			A			A			A		
<i>Alvarez</i> (1963:433)	TAM.					P-L		P-L			P			
<i>Hall y Dalquest</i> (1963:285)	VER.									P	E	E-P	J	
<i>Baker, Webb y Dalby</i> (1967)	ZAC.						P	P						
<i>Goodwin</i> (1969)	OAX.		I											
<i>Genoways</i> (1973:304)	TAM., VER., QRO., JAL., PUE., GRO., OAX.	E-P	E	P-L			EPL	EPL	EPL	E	EPL	EPL	PL	EP
<i>Romero y col.</i> (1995)	MOR.													
<i>Hall y Villa</i> (1949)	MICH.			I-P										
<i>Villa</i> (1953) y <i>Goldman</i> (1911)	D.F.								A					

I = adultos inactivos, *A* = adultos activos, *E* = machos con testículos escrotados, *P* = hembras en preñez, *L* = hembras en lactancia, *J* = juveniles.

CONCLUSIONES

1. El presente trabajo constituye el primer estudio sobre la variación morfométrica y dinámica poblacional que se realiza para *Liomys irroratus* en el Estado de Hidalgo, el cual aporta información sobre las variaciones demográficas y reproductivas tanto estacionales como anuales.
2. También constituye una aportación para el conocimiento de las comunidades de roedores de la parte más sureña del área considerada como Desierto Chihuahuense, ya que en las localidades estudiadas se observó una gran afinidad en la composición de las especies en comparación con lo reportado en los trabajos realizados al norte de la República Mexicana.
3. *L. irroratus*, en Hidalgo, muestra la misma tendencia de variación debida al sexo que la mayoría de los integrantes del género.
4. Los resultados sobre variación sexual secundaria indican que *L. irroratus* es una especie dimórfica en cuanto al tamaño de la altura de la caja craneal y el peso.
5. Esta especie muestra una variabilidad fenotípica mayor que la observada por Genoways en los ejemplares provenientes de Jalisco, México.
6. La composición de las especies encontradas en las comunidades de roedores en ambas localidades, evidencia la importancia de promover la conservación de áreas con matorral xerófilo para el mantenimiento de la diversidad y evolución de los heterómidos.
7. "Cerro Crestón" tiene un hábitat más favorable tanto para el ratón espinoso de abazones (*L. irroratus*), como para los heterómidos en general.
8. Esta especie muestra mayor afinidad en cuanto a las características demográficas y de historia de vida observadas en las poblaciones de zonas áridas ubicadas en latitudes más altas que en los ambientes templados o tropicales.
9. *L. irroratus* presenta una longevidad alta, un esfuerzo reproductivo modesto y una densidad poblacional baja, características que comparte con los demás heterómidos.
10. Para ésta especie se determinó un patrón reproductivo poliestro continuo con una mayor actividad reproductiva de agosto a diciembre lo cual concuerda con lo reportado por otros autores.

LITERATURA CITADA

- ÁLVAREZ, T. 1963. The recent mammals of Tamaulipas, México. *University of Kansas Publication, Museum of Natural History*, 14 (15): 363-473.
- BAKER, R. H. y J. K. GREER. 1962. Mammals of the México State of Durango. *Publication of the Museum of Michigan State University, Biological Series*, 1: 305-327.
- BAKER, R. H., R. G. WEBB y P. DALBY. 1967. Notes on reptiles and mammals from Southern Zacatecas. *American Midland Naturalist*, 77: 223-226.
- BARTHOLOMEW, G. A. y W. R. DAWSON, 1974. Temperature regulation in desert mammals. Pp.395-421 in *Desert Biology*. (Brown, G.W., Jr. , ed.). Vol. II. Academic Press, New York.
- BARTHOLOMEW, G.A. y J.W HUDSON. 1979. Las ardillas del desierto. Pp. 291-298 in *Vertebrados: Estructura y función*. Selecciones de Scientific American. H. Blume Ediciones, Madrid.
- BAUMGARDNER, G. D. y D. J. SCHMIDLY. 1981. Systematics of the Southern races of two species of kangaroo rats (*Dipodomys compactus* and *D. ordii*). *Occasional Papers the Museum Texas Tech University*, 73: 1-27.
- BEST, T. L. 1978. Variation of the *Dipodomys*. *Journal of Mammalogy*, 59: 160-175.
- BEST, T. L. 1993. Patterns of morphologic and morphometric variation in Heteromyid rodents. Pp. 197-235 in *Biology of the Heteromyidae*. (H. H. Genoways y J. H. Brown, eds.). American Society of Mammalogist, Special Publication, 10: XII + 719.
- BOWERS, M. A. y J. H. BROWN. 1982. Body size and coexistence in desert rodents: Chance or community structure?. *Ecology*, 63: 391-400.
- BRIONES, S. M. A. 1991. Patrón demográfico y reproductivo de *Liomys pictus* (Rodentia: Heteromyidadae) en un bosque tropical caducifolio. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- BROWN, J. H. y B. A. HARNEY. 1993. Population and community ecology of Heteromyid rodents in temperate habitats. Pp. 618-651 in *Biology of the Heteromyidae*. (H. H. Genoways y J. H. Brown, eds.). American Society of Mammalogist, Special Publication, 10: XII + 719.

- BRYLSKI, P. 1993. The evolutionary morphology of heteromyids. Pp. 357-385 in *Biology of the Heteromyidae*. (H. H. Genoways y J. H. Brown, eds.). American Society of Mammalogist, Special Publication, 10: XII + 719.
- CEBALLOS, G. 1990. Comparative natural history of small mammals from tropical forest in W México. *Journal of Mammalogy*, 71: 262-266.
- CEBALLOS, G. y R. A. GALINDO. 1984. *Mamíferos silvestres de la cuenca de México*. Limusa, México.
- CEBALLOS, G. y A. MIRANDA. 1986. *Los mamíferos de Chamela, Jalisco*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- CENICCANDSA. 1981. *Manual de procedimientos de muestreo y análisis de granos y semillas*. Almacenes Nacionales de Depósito, S. A., México.
- CERVANTES, F. A., M. M. CORONEL y Y. HORTELANO M. 1993. Variación morfométrica intrapoblacional de *Peromyscus melanocarpus* (Rodentia:Muridae) de Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, Serie Zoología*, 64 (2): 153-168.
- CETENAL. 1974. Carta topográfica. Clave E14-A19. Escala 1:50 000.
- CETENAL. 1977. Carta de uso del suelo. Clave E14-A19. Escala 1:50 000.
- CETENAL. 1978. Carta geológica. Clave E14-A19. Escala 1:50 000.
- CETENAL. 1982. Carta Edafológica. Clave E14-A19. Escala 1:50 000.
- CHAVEZ, T. C. y L. ESPINOSA A. 1993. Ecología de roedores del Estado de Hidalgo. Pp. 433-471 in *Investigaciones recientes sobre Flora y Fauna de Hidalgo, México*. (M. A. Villavicencio, Y. Marmolejo S. y B. E. Pérez E., eds.). Universidad Autónoma de Hidalgo, Pachuca, Hidalgo.
- CHAVEZ, T. C., L. ESPINOSA A. y V. NONAKA N. 1989. Hábitats seminaturales y vida silvestre vs. Desarrollo urbano en el SW del Estado de Hidalgo. *UMBRALES, Revista de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México*, 2 (5): 34-39.
- COX, F. E. G. 1979. Ecological importance of small mammals as reservoirs of disease. Pp. 213-236 in *Ecology of small mammals*. (D. M. Stoddart, ed.) Chapman and Hall, London.

- DALQUEST, W. W. 1953. Mammals of the Mexican State of San Luis Potosí, México. *Louisiana State University, Studies Biological Science Series*, 1: 1-229.
- DAVIS, W. B. 1944. Notes on Mexican Mammals. *Journal of mammalogy*, 25: 370-403.
- DAVIS, W. B. y R. J. RUSSELL. 1954. Mammals of the Mexican State of Morelos. *Journal of mammalogy*, 35:63-80.
- DE BLASE, A. Y R. MARTIN. 1975. *A manual of mammalogy with keys to families of the word*. U.M.C. Brown Co. Publishers, Iowa.
- DIRECCIÓN GENERAL DE GEOGRAFÍA. 1983. Carta topográfica. Mixquiahuala, F14-C89. Escala 1:50 000.
- DOWLER, R. C. y H. H. GENOWAYS. 1978. *Liomys irroratus*. *Mammalian Species*, 82: 1-6.
- EISENBERG, J. F. 1993. Ontogeny. Pp. 479-490 in *Biology of the Heteromyidae*. (H. H. Genoways y J. H. Brown, eds.). American Society of Mammalogist, Special Publication, 10: XII + 719.
- FLEMING, T.H. 1970. The number of rodent species in two Costa Rican forest. *Journal of Mammalogy*, 54 (2): 518-521.
- FLEMING, T.H. 1971. Population ecology of three species of neotropical rodents. *Miscellanea Publication of Museum Zoology, University of Michigan*, 143:1-77.
- FLEMING, T. H. 1974. Social organization in two species of Costa Rican Heteromyid rodents. *Journal of Mammalogy*, 55:543-561.
- FORMAN, G. L. y C. J. PHILLIPS. 1993. The proximal colon of heteromyid rodents: possible morphophysiological correlates to enhanced water conservation. Pp. 491-508 in *Biology of the Heteromyidae*. (H. H. Genoways y J. H. Brown, eds.). American Society of Mammalogist, Special Publication, 10: XII + 719.
- FRENCH, A. R. 1993. Physiological ecology of the heteromyidae: economics of energy and water utilization. Pp. 509-538 in *Biology of the Heteromyidae*. (H. H. Genoways y J. H. Brown, eds.). American Society of Mammalogist, Special Publication, 10: XII + 719.

- FRENCH, N. R., D. M. STODDART y B. BOBEK. 1975. Patterns of demography in small mammal. Pp. 73-102 in *Small mammals: their productivity and population dynamics*. (F. B. Golley, K. Petruszewicz y L. Ryszkowski, eds.). Cambridge University Press, Cambridge.
- GARCÍA, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- GENOWAYS, H. H. 1973. Systematics and Evolutionary relationships of spiny pocket mice, genus *Liomys*. *Special Publication of the Museum of Texas Tech University*, 5: 1-368.
- GENOWAYS, H. H. y J. H. BROWN (Eds.). 1993. *Biology of the Heteromyidae*. Special Publication No. 10. The American Society of Mammalogists. U.S.A.
- GENOWAYS, H. H. y J. K. JONES, JR. 1973. Notes on some mammals from Jalisco, México. *Occasional Papers Museum, Texas Tech University*, 9:1-22.
- GOLLEY, F. B., K. PETRUSEWICZ y L. RYSZKOWSKI (eds.). 1975. *Small mammals: their productivity and population dynamics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- GONZÁLEZ-ROMERO, A. 1980. *Roedores plaga en las zonas agrícolas del Distrito Federal*. Instituto de Ecología y Museo de Historia Natural de la Ciudad de México, México.
- GOODWIN, G. G. (1969). Mammals from the State of Oaxaca, México, in the American Museum of Natural History. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 141: 1-269.
- GRASSÉ, P. P. 1982. *Manual de Zoología. Vertebrados. Tomo II*. Toray-Mason, S. A., Barcelona.
- HAFNER, J. C. 1993. Macroevolution in heteromyid rodents Pp. 291-318 in *Biology of the Heteromyidae*. (H. H. Genoways y J. H. Brown, eds.). American Society of Mammalogist, Special Publication, 10: XII + 719.
- HAFNER, J. C. y M. S. HAFNER. 1983. Evolutionary relationships of heteromyid rodents. *Great Basin Naturalist Memoirs*, 7: 3-29.
- HALL, E. R. 1981. *The mammals of North America*. 2ª. Ed. John Willey and Sons, N:Y., Vol. 1: XV+600+90, Vol. 2: VI+601-1181+90.

- HALL, E. R. y W. W. DALQUEST. 1963. The mammals of Veracruz. *University of Kansas Publication, Museum of Natural History*, 14: 165-362.
- HALL, E.R. y B. VILLA R. 1949. An annotated check list of the mammals of Michoacán, México. *University of Kansas Publications, Museum of Natural History*, 1 (22): 431-472.
- HOMAN, J. A. y H. H. GENOWAYS. 1978. An analysis of hair structure and its phylogenetic implications among heteromyid rodents. *Journal of mammalogy*, 59: 740-760.
- HOOPER, E. T. y C. O. HANDLEY. 1948. Character gradients in the spiny pocket mouse, *L. irroratus*. *Occasional Papers of the Museum of Zoology, University of Michigan*, 514: 1-34.
- HUDSON, J. W. y J. A. RUMMEL. 1966. Water metabolism and temperature regulation of the primitive heteromyids *Liomys salvini (sic)*. and *Liomys irroratus*. *Ecology*, 43: 345-354.
- INSRITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA. 1982. Carta edafológica. Mixquiahuala, F14-C89. Escala 1:50 000.
- INSRITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA 1985. Carta de uso del suelo y vegetación. Pachuca, F14-11. Escala 1:250 000.
- JONES, W. T. 1993. The social systems of heteromyid rodents. Pp. 575-595 in *Biology of the Heteromyidae*. (H. H. Genoways y J. H. Brown, eds.). American Society of Mammalogist, Special Publication, 10: XII + 719.
- KAZIMIERZ, K. 1981. *Mamíferos, manual de theriología*. Ciencias de la Naturaleza. H. Blume Ediciones. España.
- KOESTNER, E. J. 1941. An annotated list of mammals collected in Nuevo Leon, México, in 1938. *Great Basin Naturalist*, 2: 9-15.
- LAY, D. M. 1993. Anatomy of the Heteomyid ear. Pp. 270-290 in *Biology of the Heteromyidae*. (H. H. Genoways y J. H. Brown, eds.). American Society of Mammalogist, Special Publication, 10: XII + 719.
- LONG, C. A. 1968. An analysis of patterns of variation in some representative Mamalia, Part I: A review of estimates of varibility in selected measurements. *Transactions Kansas Academy of Science*, 71: 201-227.

- LONG, C. A. 1969. An analysis of patterns of variation in some representative Mamalia, Part II: studies on the nature and correlation of measures of variation. Pp. 289-302 in *Contributions in mammalogy*. (J. K. Jones, Jr., ed.). *Miscelanea Publications 51*, *University of Kansas Museum of Natural History*, 51: 1-428.
- MARES, M. A. 1993. Heteromyids and their ecological counterparts: a pandesertic view of rodent ecology and evolution. Pp. 652-714 in *Biology of the Heteromyidae*. (H. H. Genoways y J. H. Brown, eds.). American Society of Mammalogist, Special Publication, 10: XII + 719.
- MATSON, J. O. 1982. Numerical analysis of rodents distributional patterns in Zacatecas, México. *Journal of Mammalogy*, 63 (1): 73-84.
- MILLYMAKI, A. 1979. Importance of small mammals as pests in agriculture and stored products. Pp. 239-273 in *Ecology of samall mammals*. (D. M. Stoddart, ed.) Chapman and Hall, London.
- MILLYMAKI, A., F. P. ROWE y A. A. ARATA. 1975. Applied research on small mammals. pp. 311-359 in: *Small mammals: their productivity and population dynamics*. (F. B. Golley, K. Petruszewicz y L. Ryszkowski, eds.). Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- NOWAK, R. M. y J. PARADISO. 1983. *Walker's Mammals of the World*. 2 vols. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- ORR, R. T. 1978. *Biología de los Vertebrados*. Interamericana. México.
- PARKER, R. E. 1976. *Estadística para biólogos*. Cuadernos de biología. Ed. Omega. Barcelona.
- PATTON, J. L. y D. S. ROGERS. 1993a. Citogenetics. Pp. 236-258 in *Biology of the Heteromyidae*. (H. H. Genoways y J. H. Brown, eds.). American Society of Mammalogist, Special Publication, 10: XII + 719.
- PATTON, J. L. y D. S. ROGERS. 1993b. Biochemical genetics. Pp. 259-269 in *Biology of the Heteromyidae*. (H. H. Genoways y J. H. Brown, eds.). American Society of Mammalogist, Special Publication, 10: XII + 719.
- PÉREZ, G. S. 1978. Observaciones sobre la variación morfológica, alimentación y reproducción de *Liomys p. pictus*, Rodentia, Heteromyidae. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

- PETERSON, M. K. 1976. Consumo de alimento por roedores en cautiverio en un rancho ganadero de Durango, México: algunas implicaciones en relación con el pastoreo de ganado. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 47:51-58.
- PRIETO, B. M. y V. SÁNCHEZ C. 1993. Sistemas de información geográficos: Un caso de estudio en Veracruz. Pp. 455-464 in *Avances en el estudio de los mamíferos de México* (R. A. Medellín y G. Ceballos, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, Publicaciones Especiales, 1: 1-464.
- RAMÍREZ-PULIDO, J. R. y A. CASTRO-C. 1994. *Bibliografía reciente de los mamíferos de México 1989-1993*. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México.
- RAMÍREZ-PULIDO, J. R., B. CLAIRE, A. PEDROMO y A. CASTRO. 1986. *Guía de los mamíferos de México*. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México.
- RAMÍREZ-PULIDO, J. R., R. LÓPEZ W., C. MÜDESPACHER e I. LIRA. 1982. *Catálogo de los mamíferos terrestres nativos de México*. Editorial Trillas, México.
- RAMÍREZ-PULIDO, J. R. y C. SÁNCHEZ H. 1972. Regurgitaciones de *Tyto alba* (lechuza), procedentes de la Cuenca del Cañón del Zopilote, Guerrero, México (Puente Mezcala). *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 33: 107-112.
- REICHMAN, O. J. y M. V. PRICE. 1993. Ecological aspects of Heteromyid foragin. Pp. 539-574 in *Biology of the Heteromyidae*. (H. H. Genoways y J. H. Brown, eds.). American Society of Mammalogist, Special Publication, 10: XII + 719.
- ROMERO A., M. L. 1993. Biología de *Liomys pictus*. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, División de Estudios de Posgrado, UNAM, México.
- ROMERO A., M. L., C. GARCÍA E., J. MORÁN A., C. SÁNCHEZ H. y J.A. GUERRERO E. 1995. Densidad poblacional y actividad reproductora de *P. Levipes* y *L. irroratus* en dos áreas con diferente grado de alteración en el Estado de Morelos. *Memorias del XII Congreso Nacional de Zoología Morelia, Michoacán, México*.

- RZEDOWSKI, J. 1983. *Vegetación de México*. Editorial Limusa. México.
- SADLEIR, R. M. F. S. 1982. *The ecology of reproduction in wild and domestic mammals*. Methuen and Company Ltd., London.
- SANCHEZ-C., V. y T. H. FLEMING. 1993. Ecology of tropical Heteromyids. Pp. 596-617 in *Biology of the Heteromyidae*. (H. H. Genoways y J. H. Brown, eds.). American Society of Mammalogist, Special Publication, 10: XII + 719.
- SCHMIDLY, D. J., K. T. WILKINS y J. N. DERR. 1993. Biogeography. Pp. 319-356 in *Biology of the Heteromyidae*. (H. H. Genoways y J. H. Brown, eds.). American Society of Mammalogist, Special Publication, 10: XII + 719.
- SCHMIDT-NIELSEN, K. 1976. *Como funcionan los animales*. Cuadernos de Biología. Ediciones Omega, Barcelona.
- SERRANO, V. 1987. Las comunidades de roedores desertícolas del Bolsón de Mapimí. *Acta zoológica Mexicana*, 20: 1-22.
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. 1983. Carta Geológica. Pachuca, F14-11. Escala 1:250 000.
- VAUGHAN, T. A. 1988. *Mamíferos*. 3a. ed. Interamericana, México.
- VILLA-RAMIREZ., B. 1953. Mamíferos silvestres del Valle de México. *Anales del Instituto de Biología, México*, 23: 269-492.
- WAHLERT, J. H. 1993. The fossil record. Pp. 1-37 in *Biology of the Heteromyidae*. (H. H. Genoways y J. H. Brown, eds.). American Society of Mammalogist, Special Publication, 10: XII + 719.
- WILLIAMS, D. F., H. H. GENOWAYS y J. K. BRAUN. 1993. Taxonomy. Pp. 38-196 in *Biology of the Heteromyidae*. (H. H. Genoways y J. H. Brown, eds.). American Society of Mammalogist, Special Publication, 10: XII + 719.
- WILSON, D. E. y D .M. REEDER. 1993. *Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- WHITAKER, J. O., JR. , W. J. WRENN Y R. E. LEWIS. 1993. Parasites. Pp. 386-478 in *Biology of the Heteromyidae*. (H. H. Genoways y J. H. Brown, eds.). American Society of Mammalogist, Special Publication, 10: XII + 719.