



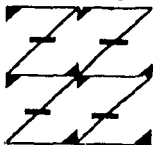
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

HABITOS ALIMENTICIOS DE *Microtus quasiater* (RODENTIA: MURIDAE) EN APULCO, PUEBLA.

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 :
JOSE WILLIAMS TORRES FLORES

U N A M
F E S
ZARAGOZA



LO HUMANO EJE
DE NUESTRA REFLEXION

DIRECTOR: DR. RICARDO LOPEZ WILCHIS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D.F.

2002



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 mis padres Isabel Flores Recoba y Roberto Torres Báez quienes me han brindado su apoyo y comprensión, así como la oportunidad de salir adelante. Muchas gracias.

A mis hermanos Roberto y Oscar, quienes me han dado el ejemplo del sentido de la responsabilidad y superación.

A Maribel por su amor y comprensión, y por ser un motivo más para seguir adelante en la vida.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Ricardo López Wilchis por su apoyo y dirección brindados, pero sobre todo por su amistad.

Al M. en C. Manuel Rico Bernal por sus atenciones durante la realización de esta tesis.

Al M. en C. Isaías Salgado Ugarte por su ayuda en el análisis estadístico.

A los miembros del jurado calificador por sus sugerencias y críticas que enriquecieron este trabajo.

A la M. en C. Judith López Jardines y M. en C. Guadalupe Sánchez Hernández por su contribución en el trabajo de campo.

A los técnicos de los herbarios del Instituto de Biología y UAM-Iztapalapa por su ayuda en la identificación de los ejemplares vegetales.

Agradezco también a la Fundación UNAM por su apoyo económico mediante la beca otorgada.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
Descripción y posición taxonómica de la especie	3
Distribución geográfica	4
Hábitat	5
Estudios que se han realizado sobre la especie	5
Hábitos alimenticios de las especies de <i>Microtus</i>	6
Análisis del contenido fecal para la determinación de la dieta	8
Métodos de cuantificación para determinar la dieta	10
Importancia de la alimentación en los microtinidos	10
AREA DE ESTUDIO	12
OBJETIVOS	15
MATERIAL Y METODO	16
Trabajo de campo	
Obtención de muestras fecales	16
Colecta e identificación de ejemplares vegetales	16
Registro fenológico y frecuencia de las especies vegetales	17
Trabajo de laboratorio	
Preparación de epidermis de referencia	17
Preparación de las muestras fecales	18
Examen microscópico de las muestras fecales	19
Análisis estadístico	20
RESULTADOS	21
DISCUSION	41
CONCLUSIONES	51
REFERENCIAS CITADAS	53
ANEXO 1	62
ANEXO 2	63

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RESUMEN

Microtus quasiater es un roedor endémico de México que se distribuye en una estrecha y corta franja en la vertiente este de la Sierra Madre Oriental. A pesar de ser una especie conocida desde hace tiempo ha sido poco estudiada, de ahí que varios aspectos básicos de su biología sean totalmente desconocidos. El objetivo del estudio fue determinar la composición de su dieta estacional, en época de secas-lluvias y anual. Para ello se realizaron muestreos mensuales durante el período de 1992-1994 en una población localizada en el Centro Piscícola de Apulco, Puebla, cuya vegetación esta conformada por bosque de pino-liquidámbar. Se colectaron muestras fecales de los ejemplares capturados, así como de las especies vegetales presentes en el área, identificándolas hasta nivel de género o especie. También se realizó el registro fenológico mensual de la vegetación a través de transectos llevados a cabo en el área. Para la determinación de la dieta se prepararon epidermis de referencia, las cuales se compararon con las observadas en las heces. Se examinaron al microscopio 86 muestras fecales colectadas en dicho período, contabilizando 100 fragmentos por cada muestra fecal, obteniendo el porcentaje de frecuencia relativa para cada alimento identificado. Se identificaron 58 especies de angiospermas en el área, de las cuales 19 monocotiledóneas y 17 dicotiledóneas entraron en la dieta del roedor. Las especies vegetales más frecuentes en su alimentación fueron: *Trifolium amabilii*, *Muhlenbergia sp.*, *Carex xalapensis*, *Paspalum conjugatum*, *Isachne sp.* y *Heteropogon sp.* En general, su dieta estacional y anual se basó en poco más del 60% de tallos y hojas de monocotiledóneas y dicotiledóneas. Las raíces, espigas, semillas, flores y hongos son alimentos secundarios que complementaron su dieta en menos del 8% cada uno. El roedor se alimentó con mayor frecuencia de monocotiledóneas, consumiéndolas más en la época de secas (invierno-primavera) que en lluvias (verano-otoño). Las dicotiledóneas entraron en segundo término, siendo más frecuente su consumo en lluvias que en secas. Su dieta general presentó cambios estacionales, así como entre secas y lluvias, aunque en ambos casos no fueron muy marcados; y la dieta anual fue muy similar entre años. La composición específica de su dieta prácticamente no presentó cambios estacionales y anuales. Algunas variaciones en sus preferencias hacia las partes vegetales se debieron a los cambios fenológicos de la vegetación. Estos resultados nos hacen concluir que la dieta de *Microtus quasiater* es amplia y predominantemente herbívora, debido a la gran diversidad de especies vegetales presentes en su hábitat. Los cambios en su dieta no son tan marcados, debido a que el hábitat poco estacional donde se desenvuelve evita cambios drásticos tanto en la disponibilidad del alimento como en la fenología de la vegetación a lo largo del año.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCION

México es uno de los países cuya diversidad mastozoológica se ha reconocido mundialmente, siendo segundo lugar mundial en riqueza de especies y tercero en endemismos (Ceballos y Brown, 1995; Groombridge, 1992). Sin embargo, la gran mayoría de los estudios realizados en la mastofauna del país se han enfocado a la distribución y taxonomía de las especies, desconociendo aun muchos aspectos básicos de su historia natural como la dieta, patrón reproductivo, dinámica poblacional, interacciones con otros organismos, entre otros (Guevara-Chumacero, 2000). En otros casos, la información existente sobre especies mexicanas provienen de estudios realizados en sitios fuera del país. Este desconocimiento hace que los planes de conservación de muchas de ellas estén basados mas en el sentido común que en información científica confiable (Arita y León-Paniagua, 1993). De ahí que sea necesario y urgente realizar estudios sobre la biología básica de las especies de mamíferos, especialmente de las endémicas, ya que estas al poseer una distribución restringida son particularmente vulnerables a la extinción, siendo las más amenazadas (Arita y León-Paniagua, 1993), lo cual se agrava aun más en aquellas que se distribuyen en ciertos tipos de hábitats que han sido severamente modificados (Bosch y Sánchez-Cordero, 1993).

En este grupo de especies endémicas con que cuenta el país se encuentra *Microtus quasiater*. Entre los roedores, el género *Microtus* es uno de los más extendidos en el mundo, estando distribuido en Norteamérica, Europa y norte de Asia, siendo en el continente europeo donde supuestamente tuvo su origen (Zakrewski, 1985). Agrupa una gran cantidad de especies (70, incluyendo las especies de *Pitymys*), distribuyéndose 23 de ellas en Norteamérica (Anderson, 1985). En América, este género alcanza su límite de distribución hacia el sur, en los estados mexicanos de Chiapas y Oaxaca, así como en Guatemala (Hoffmann y Koepl, 1985). Cuatro especies son de afinidad tropical y geográficamente restringidas: *M. quasiater*, *M. oaxacensis*, *M. umbrosus* y *M. guatemalensis* (Hall, 1981; Hoffmann y Koepl, 1985). De ellas se conoce muy poco su biología y debido a que tienen distribución reducida y escasas poblaciones se dificulta aun más su estudio. Dentro de sus aspectos biológicos totalmente desconocidos se encuentra la alimentación, lo cual es contrastante, ya que este aspecto se ha estudiado ampliamente en las especies de *Microtus* de afinidad neártica, tal como lo documenta Batzlii (1985). La relevancia de realizar este tipo de estudios en estas especies, no solo radica en que contribuyen a ampliar el conocimiento en este rubro y llenar el gran vacío de información biológica existente, sino que también permiten entender otros aspectos importantes ligados a ella (reproducción, dinámica poblacional, desarrollo, entre otros).

Descripción y posición taxonómica de la especie

Microtus quasiater es un roedor pequeño con pelaje de color pardo-oscuro, siendo ligeramente pálido en el vientre y en la parte inferior de la cola, la cual es muy corta y más pequeña que la cabeza. El pelaje es suave y los ojos son pequeños, al igual que las orejas las cuales están redondeadas (Hall, 1981; López-Wilchis, comm. pers.)

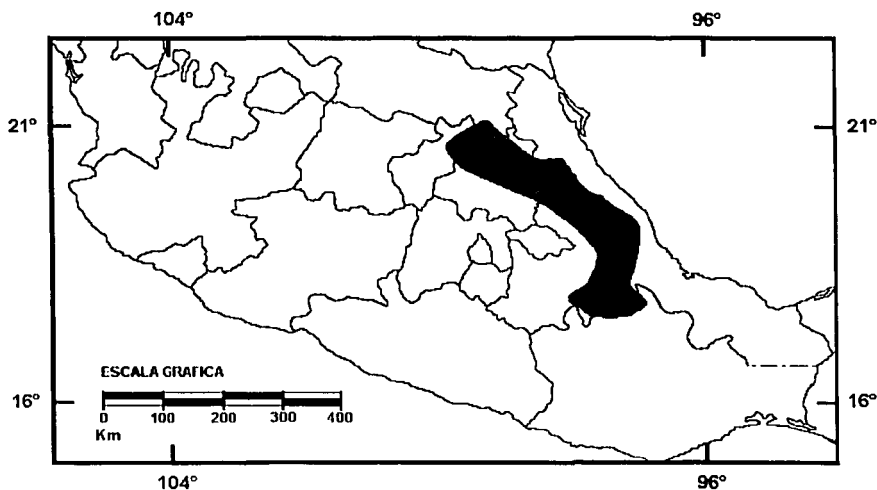
Es una especie monotípica (Ramírez-Pulido *et al.*, 1996) que taxonómicamente se ubica en la familia Muridae, subfamilia Arvicolinae, subgénero *Pitymis* (Musser y Carleton, 1993). Sin embargo, McKenna y Bell (1997) usando la cladística, aunque la ubican en la misma familia, le asignan la subfamilia Sigmodontinae y la tribu Arvicolini. Por otra parte, varios autores han discutido su posición taxonómica a nivel de género. Algunos autores como Corbet y Hill (1980, 1986, 1991) y Elleman (1940) la clasifican como *Pitymis quasiater*. Sin embargo, otros como Anderson (1985), Hall (1981) y Hooper y Hart (1962) ubican a *Pitymis* como subgénero de *Microtus*, mencionando que no es lo suficientemente distinto para garantizar su estatus como género. Estas conclusiones se basan primordialmente en la comparación morfológica de los molares (Repenning, 1983; Van der Meulen, 1978), cráneos y el pene (Hooper y Hart, 1962). Carleton y Musser (1985) en el análisis de la subfamilia Arvicolinae, ubican a esta especie en *Microtus*, señalando que esa posición se debe mantener en tanto sean revisadas las especies de todos los subgéneros y se conozcan mejor las relaciones filogenéticas que existen entre los diversos grupos. Por lo anterior, las especies endémicas identificadas en el género *Pitymis* son reubicadas en *Microtus*, lo cual se sigue conservando y aceptando hoy en día de acuerdo a la última revisión de la Familia Muridae hecha por Musser y Carleton (1993).

Anteriormente se había nombrado como una variedad de *M. pinetorum*, pero posteriormente se afirmó su estatus específico (Bailey, 1900; Hall y Cockrum, 1953; Repenning, 1983). Filogenéticamente se le había relacionado muy cercanamente con esta especie (Anderson, 1960; Van der Meulen, 1978), aunque estudios a nivel genético han mostrado que se encuentra más relacionado a *M. ochrogaster* (Moore y Janecek, 1990), corroborando análisis previos de caracteres dentales realizados por Repenning (1983) que sugerían una relación cercana entre estas dos especies.

Distribución Geográfica

Esta especie se encuentra distribuida en una estrecha y corta franja de la Sierra Madre Oriental, que tiene como puntos extremos Xilitla en el Sur de San Luis Potosí y Huautla de Jiménez en el norte de Oaxaca. Su franja de distribución se localiza a una altitud claramente restringida entre los 700 y los 2150 m (Ramírez-Pulido *et al.*, 1991), abarcando parte del territorio de los estados de San Luis Potosí, Querétaro, Puebla, Hidalgo, Veracruz y Oaxaca (Figura 1).

Biogeográficamente es una especie relictica, ampliamente disyunta, que se distribuye en el límite sur de la región Neártica. Posiblemente representa un aislado periférico de *Microtus pinetorum* o un relictico de una primera colonización arvicolida en el Nuevo Mundo a principios del Pleistoceno (Hoffmann y Koeppel, 1985).



■ Area de Distribución

Figura 1. Distribución Geográfica de *Microtus quasiater* (modificado de Hall, 1981)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Hábitat

Microtus quasiater habita en el bosque mesófilo de montaña, constituido por bosques de liquidámbar y de pino-encino con sotobosque de hierbas perennes, arbustos y árboles pequeños (Hall y Dalquest, 1963; Hoffmann y Koepl, 1985; Ramírez-Pulido *et al.*, 1991). Dentro de este, podemos encontrarlo en lugares pantanosos del sotobosque; a la orilla de terrenos cultivados con frutales, caña de azúcar o maíz; en la vegetación herbácea secundaria que ha sucedido a los campos de cultivo; y en los pastizales de agostadero para el ganado (Allen y Chapman, 1897; Baker y Villa, 1953; Davis, 1944; Hall y Dalquest, 1963; Hooper, 1957; Ramírez-Pulido *et al.*, 1991). También se le encuentra en laderas rocosas, chaparral, cercas de piedra y a orillas de los arroyos o ríos que atraviesan estos bosques (Hall y Dalquest, 1963; Hooper, 1957; Ramírez-Pulido *et al.*, 1991). En algunos casos, la vegetación donde se desenvuelve corresponde a selva baja caducifolia con *Quercus*, *Ficus*, moras y helechos arborecentes y/o rasantes. Sin embargo, en todo los casos, el común denominador para el hábitat de la especie son lugares muy húmedos en la vegetación rasante (Ramírez-Pulido *et al.*, 1991).

Este metorito es generalmente nocturno, desenvolviéndose en caminos angostos que ellos mismos hacen en la vegetación densa, haciendo sus madrigueras bajo las rocas y troncos caídos. Comúnmente se le encuentra en los mismos lugares donde se hallan los roedores del género *Oryzomys* y *Reithrodontomys*, y las musarañas del género *Cryptotis* (Hall y Dalquest, 1963).

Estudios que se han realizado sobre la especie

Microtus quasiater a pesar de ser conocida por la ciencia desde el siglo XIX, es una de las muchas especies endémicas de México que han sido poco estudiadas. De ahí que su biología, así como la de otras especies de *Microtus* de afinidad tropical, sea pobremente conocida. Hasta ahora los diversos trabajos (en orden cronológico) que hacen alusión a esta especie se han enfocado a registros geográficos, así como al número de ejemplares colectados (Coues, 1874; Sumichrast, 1881; Allen y Chapman, 1897; Bailey, 1900; Davis, 1944; Dalquest, 1950, 1953; Baker y Villa, 1953; Hall y Cockrum, 1953; Hooper, 1957; Hall y Kelson, 1959; Hall y Dalquest, 1963; Goodwin, 1969; Hall, 1981; León-Paniagua *et al.*, 1990; Ramírez-Pulido *et al.*, 1991; López-Wilchis y López-Jardines, 1998); a registros geográficos de formas fósiles (Zakrzewski, 1985); a su taxonomía y sistemática (Coues, 1874; Miller, 1896; Allen y Chapman, 1897; Bailey, 1900; Elleman, 1940; Hall y Cockrum, 1953; Hall y Kelson, 1959; Anderson, 1960; Hooper y Hart, 1962; Van der Meulen, 1978; Hall, 1981; Honacki *et al.*, 1982; Repenning, 1983; Moore y Janecek, 1990; Musser y Carleton, 1993; Cervantes *et al.*, 1994; Martín, 1995; Martínez, 1996); a características generales del hábitat (Hall y Dalquest, 1963; Hoffmann y Koepl, 1985; Ramírez-Pulido *et al.*, 1991); a la

fauna asociada (Davis, 1944; Baker y Villa, 1953; Hooper, 1957; Hall y Dalquest, 1963; Ramírez-Pulido *et al.*, 1991); algunos aspectos de su anatomía y reproducción (Carleton, 1981; Ramírez-Pulido *et al.*, 1991); y a sus ectoparásitos (Estebanes y Smiley, 1997). Sin embargo, se desconocen aun muchos aspectos básicos de su biología tales como la alimentación, patrón reproductivo, dinámica poblacional, interacciones con otros organismos, entre otros.

Hábitos alimenticios de las especies de *Microtus*

La mayoría de las evidencias señalan que los microtínidos presentan una adaptación a tener dietas con bajo contenido de proteínas y minerales, y un alto contenido de fibra y material silíceo (Batzli, 1985). Varios estudios han mostrado que las especies de microtínidos (e.g. algunas de las pertenecientes a los géneros *Microtus*, *Clethrionomys*, *Dicrostonyx*, *Lemmus*) son predominantemente herbívoras y consumen menos del 10% de alimento animal (Batzli, 1985). En particular, las especies de *Microtus* se caracterizan por alimentarse principalmente de pastos y dicotiledóneas herbáceas; aunque también incluyen en su alimentación a otras especies de monocotiledóneas e individuos jóvenes y corteza de algunas especies de arbustos y árboles. También pueden consumir, en cantidades pequeñas, semillas, frutos, artrópodos, hongos, líquenes, helechos y musgos (Batzli y Jung, 1980; Batzli y Pitelka, 1971; Cole y Batzli, 1979; Gebczynska *et al.*, 1989; Lindroth y Batzli, 1984; Spencer, 1984; Tast, 1974; Wolff y Lidicker, 1980; Zimmerman, 1965). Algunas especies llegan a practicar la coprofagia (Cranford y Johnson; 1989; Lee y Houston, 1993; Oullette y Heisinger, 1980).

Sin embargo, los hábitos alimenticios entre las especies de *Microtus*, al igual que otros microtínidos, es muy variable. Algunas especies llegan a tener preferencias muy específicas hacia un reducido número de alimentos, siendo en ocasiones su dieta muy restringida. Por ejemplo, *M. breweri*, especie endémica de una isla de los Estados Unidos, se alimenta tan solo de dos especies de plantas (el pasto *Ammophila breviligulata* y la baya *Myrica pennsylvanica*). Dicha especie muestra preferencias estacionales por diferentes partes de las plantas, favoreciendo el consumo a las partes más suculentas (Rothstein y Tamarin, 1977). Algo similar pasa con *M. montanus*, el cual basa su dieta en más del 90% de la especie *Distichlis stricta* y, al igual que *M. breweri*, también presenta preferencias estacionales hacia diferentes partes vegetales (Berger *et al.*, 1977). Ambas especies viven en hábitats con baja diversidad vegetal.

Por otra parte, en especies que viven en hábitats boreales, los cambios en la dieta son drásticos al pasar de una estación a otra. Por ejemplo, *M. xanthognathus* en verano basa su alimentación fundamentalmente de tallos de *Equisetum* y del pasto *Calamagrostis*. Sin embargo, en invierno su alimentación se basa de rizomas de *Equisetum*, los cuales almacena en sus madrigueras (Wolff y

Lidicker, 1980). *M. oeconomus* se alimenta en verano de 47% de monocotiledóneas, 28% de dicotiledóneas y 25% de equisetos, pero en invierno se alimenta de hasta 96% de monocotiledóneas, basándose su alimentación en esta época del pasto *Eriophorum angustifolia*, consumiendo diferentes partes de este conforme avanza su crecimiento vegetativo (Tast, 1974).

Para especies que se desenvuelven en hábitats de pradera como *M. pennsylvanicus*, Zimmermann (1965) reporta que esta consume anualmente mas monocotiledóneas (73%) que dicotiledóneas (14%). Lindroth y Batzli (1984) reportan para la misma especie, aunque en hábitats de pradera, un mayor consumo de dicotiledóneas que de monocotiledóneas a lo largo de todo el año, consumiendo cantidades importantes de semillas en invierno (36%) y hongos en otoño (23%). Sin embargo, en hábitat de pastizal, estos mismos autores reportan un mayor consumo de monocotiledóneas en invierno-primavera y un mayor consumo de dicotiledóneas en verano-otoño. Otro caso lo tenemos en *M. californicus* cuya dieta en verano se basa en un 73% de semillas y 20% de dicotiledóneas. Sin embargo en verano las monocotiledóneas constituyen la base de su dieta hasta en un 88% (Batzli y Piteika, 1971).

Todos los estudios en relación a la dieta de las especies de *Microtus*, así como la de otros microtínicos, han demostrado que esta varía grandemente con el hábitat y la estación del año (Batzli, 1985). Aunque los cambios en la disponibilidad del alimento pueden explicar en mucho estas variaciones, los microtínicos también muestran preferencias hacia ciertas especies de plantas. Esto ha hecho que se ponga énfasis tanto en la disponibilidad del alimento como en la calidad nutricional de las plantas para explicar la variabilidad en la dieta (Batzli, 1985, 1986; Bucyanayandi y Bergeron, 1990). Sin embargo, también se ha demostrado que la competición interespecífica por el alimento puede contribuir a los cambios de la dieta en los microtínicos, aunque solo a nivel de especies y no a nivel de grupos tróficos generales (Haken y Batzli, 1996).

En relación a la alimentación de *M. quasiater* se tienen solo observaciones realizadas por Hall y Dalquest (1963), los cuales mencionaron, al examinar contenidos estomacales de algunos ejemplares, que se alimentaba principalmente de raíces y bases de tallos de plantas anuales y posiblemente algunos pastos. Sin embargo, estas observaciones se realizaron en campo y no mencionan la estación del año en que se realizaron, ni las especies vegetales presentes en la dieta; además de que los individuos examinados provienen de una localidad distinta a la de nuestro estudio. Por otra parte, para *M. ochrogaster*, especie muy relacionada con *M. quasiater*, se ha reportado que su dieta es predominantemente herbívora prefiriendo más las dicotiledóneas, llegando a consumir cantidades apreciables de semillas y en cantidades pequeñas artrópodos, musgos y frutos (Cole y Batzli, 1979; Fiehart y Olson, 1969; Hahus y Smith, 1990; Haken y Batzli, 1996; Zimmerman, 1965). Sin embargo, los hábitats donde se desenvuelve esta especie son las praderas y pastizales, los cuales son diferentes al de *M. quasiater*.

Hay que mencionar que todos los estudios sobre alimentación de este género de roedores se han realizado en especies neárticas, cuyos hábitats presentan cambios estacionales marcados (taiga, tundra ártica, bosque de coníferas, praderas, pastizales, pantanos y campos de cultivo), desconociendo así lo que ocurre en especies neotrópicas, cuyos hábitats presentan cambios climáticos y vegetacionales tenues. Además debido a las amplias variaciones de los hábitos alimenticios entre las especies de *Microtus*, se limita el poder hacer inferencias aplicables a esta especie. Es por ello que se sustenta el desarrollo de investigaciones que aborden este tópico, no solo para su mejor comprensión, sino para poder entender otros aspectos asociados a ella.

Análisis del contenido fecal para la determinación de la dieta

Para dar una representación real de la composición de la dieta en una población en un tiempo y espacio determinados, se recomiendan generalmente muestras de por lo menos 10 individuos (Batzli, 1985). Para la determinación de la dieta en los microtípidos y otros mamíferos pequeños se realiza el análisis microscópico de muestras del contenido estomacal o fecal. Otros métodos se pueden utilizar con el fin de complementar o corroborar los resultados obtenidos por los anteriores métodos, tales como la observación directa de la alimentación *in situ* o pruebas de preferencias (llamados también de "cafetería") en laboratorio. Sin embargo, el primero tiene la desventaja que bajo condiciones naturales es extremadamente difícil de llevar a cabo y el segundo ha sido criticado debido a las condiciones no naturales en los que se efectúan (Phillipson *et al.*, 1983).

La determinación de la dieta mediante el análisis del contenido estomacal permite una mejor identificación de los fragmentos de alimento debido a la poca digestión que han sufrido, por lo que se asegura que cada uno de los alimentos ingeridos entren en la composición real de la dieta al momento de su cuantificación. No obstante, las técnicas actuales para la obtención del contenido estomacal requiere el sacrificio de los animales, lo cual no es conveniente para especies cuyas poblaciones son escasas o constan de pocos individuos. Aunque se pueden llegar a utilizar vomitivos o catéteres para remover el contenido estomacal sin dañar al ejemplar, estos no han probado aun su factibilidad (Haken y Batzli, 1996), siendo poco apropiados en especies muy sensibles en su manejo (López-Wilchis, comm. pers.). Por otra parte el análisis estomacal solo refleja la composición de la dieta de acuerdo al consumo del alimento más reciente (Ferns, 1976), aunque este problema se puede corregir si también se analiza el contenido intestinal del ejemplar.

La principal ventaja del método de análisis fecal es que los ejemplares pueden ser devueltos al área de estudio después de la recolecta de las heces, evitando así su sacrificio, siendo esto conveniente en aquellas especies con pequeñas poblaciones o en peligro de extinción. Otras ventajas son la fácil obtención del material fecal y la posibilidad de estudiar el régimen alimentario en uno o varios ciclos anuales (Butet, 1985; Storr, 1961). La principal desventaja es que los resultados no son confiables desde un punto de vista cuantitativo, debido a la desaparición de ciertas epidermis en las heces por diferencias en la digestibilidad de las plantas. Las epidermis con paredes celulares relativamente delgadas (de dicotiledóneas) tienden a ser subestimadas, y las epidermis con pared celular gruesa (de monocotiledóneas y musgos) tienden a ser sobrestimadas cuando se cuantifican (Batzli, 1985). Esto es aun mas notable en roedores que se alimentan con mayor preferencia de las partes vegetales mas frágiles, aunque este problema es menor en las especies polífago-granívoras (Butet, 1985). Aunque factores de corrección pueden ser calculados para una población particular comparando la frecuencia de los alimentos presentes en los estómagos con los de las heces, esto rara vez se realiza (Batzli, 1985). Neal y colaboradores (1973) mencionan en un estudio realizado con *Microtus pennsylvanicus*, que la frecuencia de las gramíneas tiende a ser mayor en las heces que en el contenido estomacal; en cambio las proporciones de ciperáceas y dicotiledóneas tienden a ser menores en las muestras del contenido fecal si se comparan con las estomacales, respaldando así lo mencionado anteriormente. Además mostraron que la proporción de fragmentos no identificables es mayor en las heces que en el contenido estomacal, lo cual significa que debido a la digestión del alimento se pierden varios caracteres distintivos en las epidermis más digeribles, de ahí que se imposibilite su identificación, siendo en su gran mayoría fragmentos de especies dicotiledóneas.

Aunado a esto, ciertos alimentos que aparecen en las heces como los granos de almidón, polen y esporas pueden aparecer de manera más frecuente debido a su menor tamaño, por lo que su cuantificación puede ser errónea, de ahí que sea recomendable llevar a cabo el tamizado del contenido estomacal o fecal (Butet, 1985). Otra fuente de error puede ser la subestimación de semillas y artrópodos en la dieta, debido a que la mayoría del material de este tipo de alimentos carece de caracteres distintivos, ya que solo la cubierta de las semillas y los exoesqueletos quitinosos son fácilmente identificables (Batzli, 1985). Estos errores que se presentan tanto en el análisis del contenido fecal como estomacal, es necesario tomarlos en cuenta al cuantificar los alimentos, con el fin de precisar lo mejor posible la dieta de los roedores y otros mamíferos pequeños.

Métodos de cuantificación para determinar la dieta

La necesidad de expresar cuantitativamente la dieta en los mamíferos, ha hecho que se propongan y utilicen una gran diversidad de métodos de cuantificación para el contenido fecal o estomacal. Estos se han basado en el conteo o medición de las superficies epidérmicas, tanto vegetales como animales. De estos métodos se pueden distinguir los siguientes casos:

- Todos los fragmentos presentes en la preparación son contados (Bhadresa, 1977; Dusi, 1949; Walker y Fairley, 1968).
- Un número predeterminado de fragmentos es estimado y contabilizado por un examen metodológico continuo en la preparación (Butet, 1985).
- Las superficies de un número predeterminado de fragmentos son medidos (Neal *et al.*, 1973).
- El conteo o la medición de la superficie de las epidermis son efectuados en un número predeterminado de observaciones en las preparaciones: cuadros de observación, espacio entre dos líneas, campos al microscopio, etc. (Batzli y Pitelka, 1971; Geczynska y Myrcha, 1966; Hansson, 1970; Holechek, 1982; Lindroth y Batzli, 1984; Sparks y Malechek, 1968; Stewart, 1967; Storr, 1961; Walker y Fairley, 1968; Williams, 1969; Zimmermann, 1965)

Asimismo, el número de conteos para determinar la dieta en los microtínidos puede seguir distintos criterios, variando desde los 50 puntos de numeración (Vergne, 1976) hasta los 150 (Neal *et al.*, 1973) por muestra fecal. Esta diversidad de criterios y métodos hacen que los resultados en relación a la dieta puedan variar de acuerdo a la elección del investigador. De ahí que la unificación de criterios y métodos que permitan estandarizar la cuantificación en los estudios sobre la dieta en los microtínidos y otros roedores, sea algo necesario para expresar los resultados lo más aproximadamente posible a la realidad.

Importancia de la alimentación en los microtínidos

La alimentación es uno de los aspectos básicos de la biología en los seres vivos y los mamíferos no son la excepción. En los microtínidos, al igual que en otros grupos de roedores, la alimentación juega un papel importante en los ciclos reproductivos, las fluctuaciones poblacionales, preferencia del hábitat, entre otros (Batzli, 1985). Por ejemplo, Cole y Batzli (1979) demostraron que el crecimiento de los juveniles, tamaño de camada, longitud de la etapa reproductiva y sobrevivencia están íntimamente relacionados con la calidad del alimento, la cual varía entre hábitats. Las diferencias en estos aspectos explican, a su vez,

las diferentes densidades alcanzadas en las poblaciones. Por otra parte, la época reproductiva de los microtínid^{os} se ha ligado frecuentemente a la disponibilidad de alimentos que pueden inhibirla o estimularla. Por ejemplo, Batzli (1988) demuestra para *M. californicus* que cuando la vegetación se seca en verano, este metorito consume mas semillas de pastos (las cuales presentan niveles deficientes de Ca y Na), cesando en esta época la reproducción y disminuyendo, por ende, la densidad poblacional. La mayoría de las especies que viven en hábitats fríos muestran un patrón similar en el cambio de los hábitos alimenticios, aunque presentan una pausa reproductiva durante el invierno (Batzli, 1985). La reproducción invernal puede ocurrir en algunas especies, si es accesible el alimento de alta calidad en dicha época (Batzli, 1985) y puede ser mantenida si el alimento se suministra a lo largo de ella (Cole y Batzli, 1978).

Por otra parte, todos los datos muestran que la disponibilidad del alimento de alta calidad (el cual influye en el éxito reproductivo) tiene un impacto notable en el aumento de las densidades poblaciones de los microtínid^{os} (Batzli, 1985, 1986; Batzli y Lesieutre, 1991; Desy y Batzli, 1989), lo cual generalmente se asocian con picos poblacionales cíclicos (Batzli, 1985). Muy relacionado a esto, también la disponibilidad del alimento de alta calidad determina en gran parte los patrones de uso del hábitat y, posiblemente, los de distribución; siendo el refugio y escape factores menos importantes (Batzli y Lesieutre, 1991). Por último, hay que mencionar que el alimento puede influir, como en la gran mayoría de los mamíferos, en la conducta. El consumo de alimentos pobres en nutrientes puede resultar en un incremento de la actividad, lo cual a su vez, puede tener consecuencias en la dispersión y comportamiento espacial de los microtínid^{os} (Wong *et al.*, 1992).

Es por todo lo anterior, que la alimentación juega un papel muy importante en este grupo de roedores, ya que varios aspectos biológicos fundamentales pueden ser explicados en relación a este rubro, lo cual presenta mayor relevancia en aquellas especies poco estudiadas.

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza a $19^{\circ} 54' 47''$ de latitud norte y $97^{\circ} 37' 02''$ de longitud oeste, en el estado de Puebla, a 5.5 kilómetros al noroeste de Zacapoaxtla (Figura 2) y tiene una elevación de 1,450 m. Se encuentra adyacente al Centro Piscícola de Apulco, el cual está ubicado en un pequeño valle rodeado por montañas, cuya parte superior presenta un bosque templado compuesto principalmente por *Pinus patula*, y en su parte baja una vegetación típica de bosque de niebla (mesófilo de montaña) en el que predomina *Liquidambar styraciflua*, en donde fluye un pequeño ramal del río Apulco. De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificado por García (1988), el clima del área es templado húmedo con lluvias todo el año, con porcentaje de lluvia invernal menor a 18% con respecto al total anual, correspondiendo al tipo C(fm). En este clima la temperatura media anual es inferior a 18°C y la precipitación total anual va de 1,200 a 3,000 mm, registrando el mes más seco en promedio arriba de 40.0 mm de lluvia. De acuerdo a los registros de precipitación mensual de la estación meteorológica más cercana, tenemos que en la zona el período de mayor precipitación ("lluvias") sucede de junio a octubre y la de menor precipitación ("secas") ocurre de noviembre a mayo (Figura 3).

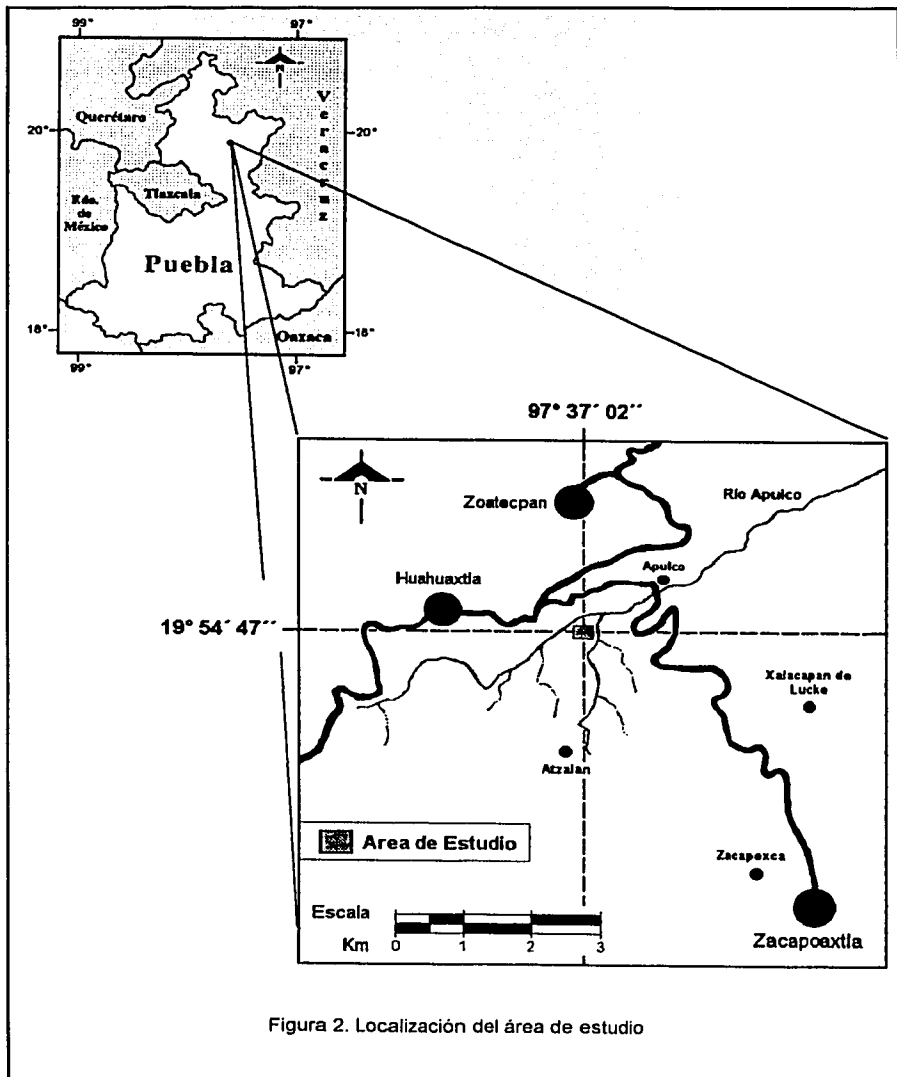


Figura 2. Localización del área de estudio

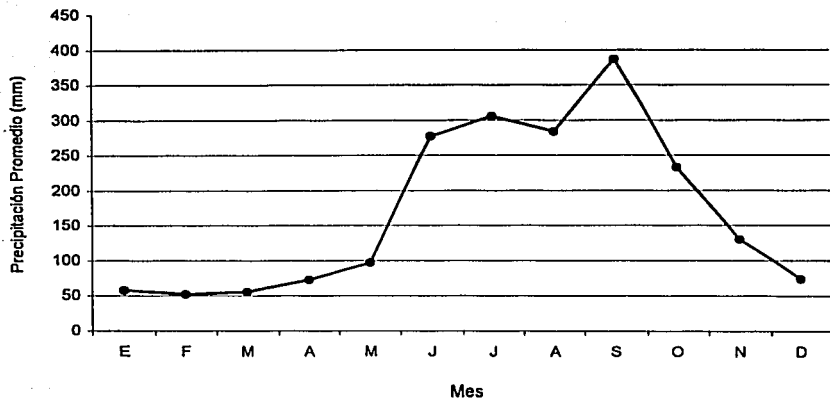


Figura 3. Precipitación promedio mensual de la estación Meteorológica de Zapotitlán de Méndez, Puebla (1969-1989). Fuente: CNA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Objetivo General

Determinar los hábitos alimenticios de *Microtus quasiater* en el período de 1992-1994 con base en el examen del contenido fecal.

Objetivos Particulares

- Identificar los elementos que conforman su dieta mediante la comparación con un catálogo de epidermis de referencia.
- Determinar la composición específica y general de su dieta estacional, anual y en época de lluvias-secas, a partir de la obtención de la frecuencia relativa de cada alimento.
- Establecer si existen cambios significativos en la frecuencia de los grupos tróficos generales y especies vegetales que componen su dieta estacional, anual y en época de lluvias-secas, mediante el uso de diferentes pruebas estadísticas
- Establecer si algunas de sus preferencias alimenticias dependen de los cambios fenológicos de la vegetación, así como de la abundancia de las especies vegetales.

MATERIAL Y METODO

Trabajo de campo

Obtención de muestras fecales

Durante el período de 1992-1994 se realizaron muestreos mensuales en una área de 2,500 m² aproximadamente, dividida en cuadrantes de 5 x 5 metros (reconociendo las divisiones por medio de estacas pintadas), donde se colocaron dos trampas tipo "Sherman" de aluminio por estación (110 estaciones en total). A cada trampa se le colocó una "cama" de algodón y se cebo con una mezcla de avena y esencia de vainilla, cubriéndolas posteriormente con una bolsa de plástico, evitando así el efecto que pudieran causar las bajas temperaturas, lluvias y alta humedad sobre los ejemplares capturados. Las trampas se mantuvieron abiertas durante dos noches seguidas desde las 5:30 P.M hasta las 3:00 A.M. Se realizaron dos revisiones por noche, la primera a las 10:30 PM y la segunda entre 1:30 y 2:00 AM aproximadamente, dependiendo del número de ejemplares capturados y del tiempo que durara su procesamiento.

Las excretas presentes en las trampas se colocaron en bolsas de papel para su posterior análisis, anotando en cada bolsa la fecha de colecta, sexo y edad del ejemplar. Durante el período de muestreo, no se colectaron muestras fecales en varios meses debido a la falta de recursos económicos y, en otras ocasiones, porque las condiciones climáticas no lo permitieron.

Colecta e identificación de ejemplares vegetales

Se colectaron en 1993 ejemplares de las especies vegetales presentes en el área de estudio, enfocándose solamente a herbáceas y arbustivas. Estos se identificaron, hasta donde fue posible, a nivel de género o especie, mediante el uso de claves de identificación y con la ayuda de botánicos de los herbarios del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México y Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

Registro fenológico y frecuencia de las especies vegetales

El registro fenológico de la vegetación presente en el área de estudio se llevó a cabo mensualmente en 1993. Dicho registro se hizo a lo largo de cuatro transectos escogidos al azar dentro del área. En el transcurso de estos se observó y registró el estado fenológico de las plantas, ubicándolas en una de las siguientes categorías: 1) con hojas jóvenes y maduras; 2) con hojas maduras y caducas; 3) en floración, con hojas jóvenes y maduras; 4) en floración, con hojas maduras y caducas; y 5) en floración y/o fructificación. Además del estado fenológico, se registró la frecuencia de las especies presentes en los cuadrantes (estaciones) que se encontraban en dichos transectos, obteniendo su frecuencia relativa anual para cada una de ellas.

Trabajo de laboratorio

Preparación de epidermis de referencia

Una vez identificadas las plantas se hicieron preparaciones de epidermis de cada especie, para obtener una colección de referencia que permitiera identificar el alimento presente en las excretas. Las preparaciones se obtuvieron usando la técnica de Storr (1961), con ligeras modificaciones, la cual se describe a continuación:

- Con la ayuda de unas tijeras se cortaron 4 pedazos de 1 cm² de una hoja de cada especie vegetal. En el caso de especies con hojas pequeñas estas solo se recortaron en sus orillas. En plantas con hojas dorsiventrales, fue necesario tener tejido representativo de la superficie abaxial y adaxial, ya que pueden ser muy diferentes en cuanto a la morfología y estructura del tejido epidérmico. Para los tallos se obtuvieron piezas de 1 a 2 cm de largo, cortándolos longitudinalmente.
- Las piezas se colocaron en un matraz Erlenmeyer de 25 ml, agregando 5 ml de ácido nítrico y 5 ml de ácido crómico, ambos al 10%. Se calentó la muestra hasta que el mesófilo se desintegrara y se separaran los integumentos de cada pieza. Posteriormente con la ayuda de unas pinzas, se transfirieron cuidadosamente las epidermis obtenidas a cajas Petri con agua. Se dejaron reposar en el agua durante 20 minutos para remover residuos de la solución ácida empleada. Una vez pasado este tiempo, las epidermis se cambiaron nuevamente a cajas Petri con agua, agregando unas gotas de solución de hidróxido de amonio al 10%, dejando reposar por 20 minutos hasta que el color oscuro de las epidermis desapareciera.

- Posteriormente las epidermis se pasaron a una solución alcohólica de violeta de genciana para su tinción. Las hojas se dejaron en la solución de 15 a 20 minutos y los tallos de 10 a 15 minutos aproximadamente.
- Una vez teñidas, se procedió a pasarlas a una caja Petri con etanol al 60% (en el caso de las epidermis sobreteñidas se pasaron a etanol al 80%) dejándolas hasta remover el exceso de linte. Una vez hecho esto, con la ayuda de una aguja delgada se pasaron las epidermis a un portaobjetos, extendiéndolas y agregándoles unas gotas de etanol al 96% para retirar el exceso de agua y propiciar un secado más rápido.
- Una vez secas se les agregó unas gotas de Entellan, colocándoles inmediatamente un cubreobjetos y procurando que el Entellan cubriera toda la epidermis, dejando secar la preparación por un día. Una vez hecho el montaje, se le colocó una etiqueta en la cual se anotó el nombre o género de la especie y la parte vegetal donde se obtuvo la epidermis.
- En el caso de las espigas y flores se siguió el mismo procedimiento, con la diferencia en que se tomaron pequeños pedazos de estos, sin recortarlos por sus orillas. Las raíces, se cortaron en pedazos de 1 a 2 cm de largo de pequeño grosor, siguiendo después el procedimiento ya descrito.
- Ya hechas las preparaciones de epidermis, se procedió a tomarles fotos con un microscopio Zeiss de contraste de fases con cámara fotográfica integrada a un aumento de 10x y 40x. También se tomaron fotos con un microscopio Leica DC 1500 con cámara digital integrada a un aumento de 40x. De esta manera se obtuvieron tanto fotografías en papel como digitales, con el fin de facilitar la comparación e identificación de las epidermis presentes en las heces.

Preparación de las muestras fecales

La preparación de las heces, para su examen al microscopio, se llevo a cabo utilizando también la técnica de Storr (1961), con algunas modificaciones, la cual es la siguiente:

- Se retiro el algodón impregnado a las muestras fecales y posteriormente se colocó cada muestra en un mortero, triturándola suavemente hasta disgregarla. Después se colocó en un matraz Erlenmeyer de 25 ml, agregándole 10 ml de ácido nítrico al 10%. Debido a la digestión por la que pasaron las heces solo se calentó la muestra durante 1 minuto, dejándola enfriar posteriormente.

- Una vez enfiada la muestra, se paso esta a un frasco de vidrio de 20 ml para su conservación y posterior examinación, tapándola perfectamente para evitar que se evaporara la solución ácida. Por último, se colocó a cada muestra una etiqueta con la fecha de colecta y sexo del ejemplar del cual se obtuvo.

Examen microscópico de las muestras fecales

Comparando las epidermis de referencia de las plantas recolectadas con los fragmentos de epidermis presentes en las muestras fecales, se identificó a cada especie vegetal presente en las heces. De esta manera se determinó la dieta de *M. quasiater*. Los caracteres utilizados para la comparación e identificación de las epidermis, citados por Butet (1985), Metcalf y Chalk (1985a, 1985b) y Storr (1961), fueron los siguientes:

- Orientación de las células en relación a la nervación.
- Forma, tamaño y disposición de las células.
- Espesor y forma de las membranas o paredes celulares.
- Tipo, orientación, localización y densidad de los estomas.
- Forma y tamaño de los tricomas, así como su presencia o ausencia.
- Color y espesor de los fragmentos (caracteres útiles en el caso de las semillas).

Para observar el contenido fecal se tomó con un gotero una pequeña cantidad de muestra, extendiéndola en un portaobjetos. Después se colocó un cubreobjetos sobre la muestra, retirando el exceso de humedad con papel secante. La preparación se examinó con un microscopio *Zeiss* de contraste de fases, en campo claro a un aumento de 10x y 40x. Cada fragmento observado se comparó con las epidermis de referencia y de esta manera se identificaron los alimentos presentes en cada muestra fecal. En algunos casos, se tomaron fotos a algunos fragmentos fecales difíciles de distinguir, a un aumento de 40x con un microscopio *Leica 1500 DC* con cámara digital integrada, con el fin de facilitar la identificación.

Para la examinación y conteo de los fragmentos se utilizó la técnica de Butet (1985), el cual cuantifica un numero predeterminado por cada muestra fecal, realizando un examen metodológico a través de líneas de observación sobre la preparación. Para cada muestra fecal se hicieron 5 preparaciones, examinando por cada una 20 fragmentos escogidos uniformemente sobre 4 líneas en la preparación, identificando lo mas preciso posible los fragmentos observados en cada campo ocular. De esta manera se examinaron 100 fragmentos por cada muestra, número que consideramos suficiente para determinar la composición de la dieta del roedor.

Una vez examinadas todas las muestras fecales, se procedió a obtener la composición porcentual de la dieta. Para esto se obtuvo la frecuencia relativa de los alimentos identificados en las muestras, contando el número de fragmentos identificados de cada alimento y dividiéndolo entre el número de fragmentos totales observados (Butet, 1985). Los fragmentos examinados se ubicaron en una de las siguientes categorías: hojas, tallos, raíces, espigas, flores, semillas y fragmentos no identificados. Las hojas y tallos se pudieron identificar a nivel de género o especie, pero en el resto de las categorías (a excepción de las raíces) solo se llegó a identificarlos como pertenecientes a monocotiledóneas o dicotiledóneas. Esto último se debió a que las flores, espigas y semillas, aunque presentan caracteres distintivos a nivel de género o especie, por el pequeño tamaño de los fragmentos y a la carencia de estas estructuras en varias especies vegetales recolectadas, fue imposible identificarlos con certeza. En el caso de las raíces solo se identificaron de manera general, ya que los fragmentos no presentaron caracteres que permitieran distinguirlos entre sí.

Análisis estadístico

Se utilizaron varias pruebas estadísticas para determinar si existían cambios en la dieta de la especie. Los datos se analizaron usando del programa estadístico Stata versión 6.0, desarrollado por Stata Corporation (Stata Corp., 1999).

Se realizó un análisis de varianza de una vía, con un nivel de significancia ≤ 0.05 , con el fin de probar si existían diferencias significativas en la frecuencia de los grupos tróficos generales presentes en la dieta, entre los diferentes años, así como entre estaciones. Una vez encontradas las diferencias, se procedió a utilizar la Prueba de Bonferroni para determinar entre que estaciones y años existían diferencias, apoyándonos en gráficas de caja. Para determinar si existían diferencias en los grupos tróficos generales entre la época seca y de lluvias, se utilizó la Prueba t de Student para muestras independientes, también con el mismo nivel de significancia.

Para ver si existían diferencias en la frecuencia de las especies más consumidas (superiores al 2%) entre la época seca y húmeda, se utilizó el método no paramétrico de la Prueba U de Mann-Whitney, con un nivel de significancia ≤ 0.05 , ya que los datos originales son de difícil comportamiento (presentan sesgo positivo). Para ver si existían diferencias en la frecuencia de estas especies entre años, se usó el método no paramétrico de la Prueba de Kruskal-Wallis, también con el mismo nivel de significancia.

RESULTADOS

Especies vegetales presentes en el área

Los ejemplares vegetales recolectados en el área se determinaron a nivel de género y especie hasta donde fue posible. Las especies se agruparon en familias ubicándolas en dos grupos: monocotiledóneas y dicotiledóneas. En total se recolectaron 58 especies de Angiospermas, agrupadas en 55 géneros, los cuales abarcan 24 familias. En cuanto a monocotiledóneas se refiere, se identificaron 20 especies agrupadas en 6 familias, siendo la familia Poaceae la que contiene un mayor número de especies (Tabla 1). La gran mayoría de ellas formaron parte de la dieta del roedor.

MONOCOTILEDONEAS			
FAMILIA	GENERO O ESPECIE	FORMA DE VIDA	CONSUMIDA
BROMELIACEAE	<i>Catopsis sp. (?)</i>	Hierba	No
COMMELINACEAE	<i>Gibasis pellucida</i>	Hierba	SI
IRIDACEAE	<i>Sisyrinchium micranthum</i>	Hierba	SI
CYPERACEAE	<i>Carex xalapensis</i>	Pasto	SI
	<i>Carex sp.</i>	Pasto	SI
	<i>Fimbristylis autumnalis</i>	Pasto	No
POACEAE (GRAMINEAE)	<i>Stipa sp.</i>	Pasto	SI
	<i>Heteropogon sp.</i>	Pasto	SI
	<i>Muhlenbergia sp.</i>	Pasto	SI
	<i>Setaria geniculata</i>	Pasto	No
	<i>Briza minor</i>	Pasto	SI
	<i>Agrostis sp.</i>	Pasto	SI
	<i>Paspalum conjugatum</i>	Pasto	SI
	<i>Bracharia sp.</i>	Pasto	SI
	<i>Festuca sp.</i>	Pasto	SI
	<i>Isachne sp.</i>	Pasto	SI
	<i>Trisetum sp. (?)</i>	Pasto	SI
<i>Bouteloa sp. (?)</i>	Pasto	SI	
<i>Panicum sp. (?)</i>	Pasto	SI	
PALMAE	<i>Chamaedora sp.</i>	Palma	SI

(?) en duda

Tabla 1. Familias, géneros y especie de monocotiledóneas presentes en el área.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DICOTILEDONEAS			
FAMILIA	GENERO O ESPECIE	FORMA DE VIDA	CONSUMIDA
RANUNCULACEAE	<i>Ranunculus sp.</i>	hierba o arbusto	Si
PHYTOLACCACEAE	<i>Phytolacca sp.</i>	arbusto	No
LEGUMINOSAE	<i>Trifolium amabili</i>	hierba	Si
PLANTAGINACEAE	<i>Plantago hirtella</i>	hierba	No
POLYGONACEAE	<i>Polygonum sp.</i>	hierba	Si
GERANIACEAE	<i>Geranium mexicanum</i>	hierba	Si
LOBELIACEAE	<i>Lobelia laxiflora</i>	hierba o arbusto	Si
CUSCUTACEAE	<i>Cuscuta sp.</i>	hierba	No
MELASTOMATAEAE	<i>Miconia sp. (?)</i>	arbusto	No
PRIMULACEAE	<i>Anagallis arvensis</i> <i>Anagallis sp.</i>	hierba hierba	Si Si
VERBENACEAE	<i>Verbena litoralis</i> <i>Lantana camara</i>	hierba hierba	No Si
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.</i> <i>Cestrum sp.</i>	hierba o arbusto arbusto	No No
RUBIACEAE	<i>Borreria laevis</i> <i>Crusea sp</i>	hierba hierba	Si No
ROSACEAE	<i>Rubus eriocarpus</i> <i>Rubus sp.</i> <i>Fragaria sp.</i>	arbusto arbusto hierba	Si Si Si
MALVACEAE	<i>Urocarpidium sp.</i> <i>Sida rhombifolia</i>	hierba arbusto	No Si

(?) en duda

Tabla 2. Familias, géneros y especies de dicotiledóneas presentes en el área.

DICOTILEDONEAS			
FAMILIA	GENERO O ESPECIE	FORMA DE VIDA	CONSUMIDA
ONAGRACEAE	<i>Oenothera rosea</i> <i>Lopezia sp.</i> <i>Fuchsia sp. (?)</i>	hierba hierba arbusto	SI No No
LABIATAE	<i>Prunella vulgaris</i> <i>Salvia sp.</i> <i>Stachys sp. (?)</i> <i>Hedeoma sp. (?)</i>	hierba hierba o arbusto hierba o arbusto hierba o arbusto	No No No No
ASTERACEAE (COMPOSITAE)	<i>Ageratum corymbosum</i> <i>Galinsoga parviflora</i> <i>Erigeron scaposus</i> <i>Cirsium sp.</i> <i>Gnaphalium sp.</i> <i>Bidens pilosa</i> <i>Pinaropappus rosae</i> <i>Eupatorium sp.</i> <i>Senecio sp.</i>	hierba hierba hierba hierba hierba o arbusto hierba o arbusto hierba hierba o arbusto arbusto	No SI No SI No SI No SI SI

(?) en duda

Tabla 3. Familias, géneros y especies de dicotiledóneas presentes en el área.

En cuanto a las dicotiledóneas se refiere, se identificaron 38 especies de ellas, agrupadas en 18 familias, siendo la familia Asteraceae la que contiene un mayor número de especies (Tabla 2 y 3). La mayoría son herbáceas y la mitad de ellas entraron en la dieta del roedor. Por otra parte, también se identificaron cuatro especies de pteridofitas en el área, aunque ninguna formó parte de su alimentación (Tabla 4).

FAMILIA	GENERO O ESPECIE	FORMA DE VIDA	CONSUMIDA
SELAGINELACEAE	<i>Selaginella sp.</i>	hierba	No
POLYPODIACEAE	<i>Polypodium cryptocarpon</i>	hierba	No
THELYPTERIDACEAE	<i>Thelypteris ovata</i> <i>Thelypteris oligocarpa</i>	hierba hierba	No No

Tabla 4. Familias y especies de pteridofitas presentes en el área.

Frecuencia anual de las especies vegetales en el área

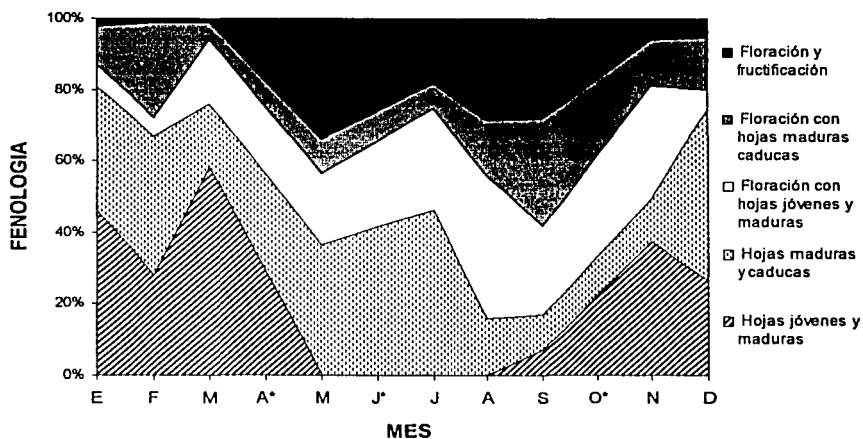
A las especies vegetales (incluyendo especies arbóreas) observadas a lo largo de los transectos realizados en 1993, se les calculó su frecuencia porcentual anual (Tabla 5). Observamos que las ocho especies más abundantes en el área, en conjunto, representan alrededor del 60% de las plantas observadas en los transectos siendo *Borreria laevis*, por mucho, la más abundante en el área a lo largo de un ciclo anual. Entre los arbustos sobresale *Phytolacca sp.*, en los pastos *Setaria geniculata* y en los árboles *Liquidambar styraciflua*.

ESPECIE O GÉNERO	FRECUENCIA (%)
<i>Borreria laevis</i>	23.8
<i>Phytolacca sp.</i>	9.4
<i>Setaria geniculata</i>	5.6
<i>Geranium mexicanum</i>	4.6
<i>Liquidambar styraciflua</i>	4.6
<i>Heteropogon sp.</i>	4.4
<i>Stipa sp.</i>	4.4
<i>Hedeoma sp.</i>	4.4
<i>Ageratum corymbosum</i>	2.7
<i>Oenothera rosea</i>	1.3
<i>Ranunculus sp.</i>	1.1
<i>Sida rhombifolia</i>	1.0
<i>Lopezia sp.</i>	0.8
<i>Quercus sp.</i>	0.8
<i>Salvia sp.</i>	0.6
<i>Bidens pilosa</i>	0.6
<i>Muhlenbergia sp.</i>	0.6
<i>Cestrum sp.</i>	0.6
<i>Anagallis arvensis</i>	0.5
<i>Crusea sp.</i>	0.17
<i>Solanum sp.</i>	0.03
Otras especies	28.0

Tabla 5. Frecuencia anual de las especies vegetales presentes en el área en 1993.

Fenología general de la vegetación

En cuanto a la fenología de la vegetación, los datos previamente obtenidos se graficaron para cada mes (Figura 4). Se observa que hay una mayor cantidad de plantas en estado vegetativo a finales de otoño y en invierno, siendo este período el de mayor crecimiento vegetal, disminuyendo a principios de la primavera. La floración se da a lo largo de todo el año, aunque aumenta su frecuencia a finales de primavera, alcanzando su máximo en verano y otoño, disminuyendo después paulatinamente hasta alcanzar un mínimo en enero (mediados de invierno). Una tendencia muy similar ocurre con el período de fructificación, el cual sucede con más frecuencia a finales de primavera y en verano, disminuyendo a principios de otoño hasta alcanzar un mínimo marcado en invierno. La senescencia ocurre a lo largo de todo el año, aunque con mayor frecuencia en verano e invierno.



*Datos extrapolados

Figura 4. Fenología general de la vegetación en 1993.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Durante las visitas al área de estudio se observó que en el área hay dos regiones principales: una en la que dominaban los pastos bajos y otra en que dominaban los pastos altos.

Dieta específica de *Microtus quasiater*

Se prepararon aproximadamente 130 laminillas de referencia con epidermis de hojas, tallos, raíces, espigas, flores y semillas. Se examinaron al microscopio 8,600 fragmentos, de un total de 86 muestras fecales colectadas en el período de 1992-1994; siendo 33 muestras de 1992 (que abarcaron 9 meses), 34 de 1993 (6 meses) y 19 de 1994 (3 meses). Las excretas recolectadas fueron sinformes, de consistencia blanda y pastosa, siendo relativamente abundantes.

En 1992 (Tabla 6), 1993 (Tabla 7) y 1994 (Tabla 8) la dieta específica de *Microtus quasiater* fue en su gran mayoría herbívora y relativamente amplia. Los resultados muestran que en dicho período de tres años se alimentó de 36 especies de angiospermas, de las cuales 17 fueron monocotiledóneas y 19 fueron dicotiledóneas (Tabla 9), lo cual representó el 62% de las especies identificadas en el área. Durante este período las monocotiledóneas más frecuentes en la dieta fueron: *Muhlenbergia sp.*, *Carex xalapensis*, *Paspalum conjugatum*, *Isachne sp.* y *Heteropogon sp.*, todas ellas por arriba del 2%. En cuanto a las dicotiledóneas *Trifolium amabilii*, fue la más frecuente con poco más del 5% (Tabla 9). Es necesario señalar que el 45% y 49% de los fragmentos examinados de monocotiledóneas y dicotiledóneas respectivamente, no se llegaron a identificar con certeza a nivel de género o especie, debido a su pequeño tamaño.

Se observa también que en los tres años no hay una especie vegetal predominante en la dieta, ya que tomando en cuenta la frecuencia estacional solo *Trifolium amabilii* (en otoño de 1994) y *Muhlenbergia sp.* (en invierno de 1993) contribuyeron con poco más del 10% a la dieta, y tomando en cuenta todo el año solo *Trifolium amabilii* contribuyó con 11.1% en 1994. En el período de tres años, la mayoría de las plantas contribuyeron con menos del 1% a la dieta y, en general, su frecuencia varió muy poco de una estación a otra, por lo que no hubo una sustitución estacional de las mismas. Varias especies entraron a la dieta en cantidades muy inferiores al 1% y en algunos casos no aparecieron en la dieta, tanto estacional como anual, lo cual indica que fueron consumidas ocasional o accidentalmente por el roedor.

Tomando en cuenta todos los datos, las semillas de dicotiledóneas fueron las más frecuentes en la alimentación, llegándose a identificar hasta cinco tipos distintos, aunque no se pudo precisar a que especie pertenecían. Los glomérulos de *Sysirynchium micranthum* fueron las únicas estructuras reproductoras que se llegaron a identificar a nivel de especie, siendo más frecuentes en otoño e invierno. Las espigas, flores y raíces estuvieron presentes en la dieta en todas las estaciones, aunque no se identificaron a nivel de género o especie. Los hongos aparecieron como fragmentos de micelio y en forma de esporas, contribuyendo a la dieta en menos del 5% en todas las estaciones. Los fragmentos que no se identificaron como algún tipo de alimento comprendieron el 12.4% del total examinado.

Hay que mencionar que los fragmentos contabilizados de *Carex sp.* se agruparon con los de *Carex xalapensis*, los de *Rubus sp.* con *Rubus eriocarpus*, y los de *Anagallis sp.* con *Anagallis arvensis*, debido a las semejanzas entre las epidermis y para facilitar la identificación y conteo.

ALIMENTO	PRIMAVERA (n=4)	VERANO (n=11)	OTOÑO (n=11)	INVIERNO (n=7)	ANUAL (n=33)
DICOTILEDONEAS					
<i>Trifolium amabilis</i>	2.3	5.5	6.3	2.7	4.7
<i>Oenothera rosea</i>	8.3	5.5	0.9	-	3.1
<i>Polygonum sp.</i>	-	1.3	4.5	2.6	2.5
<i>Senecio sp.</i>	0.8	3.4	1.1	-	1.6
<i>Lobelia laxiflora</i>	2.3	1.2	0.8	-	0.9
<i>Lantana camara</i>	0.2	0.8	0.1	0.3	0.4
<i>Ranunculus sp.</i>	0.8	0.8	0.1	-	0.4
<i>Cirsium sp.</i>	0.5	0.8	-	-	0.3
<i>Bidens pilosa</i>	-	0.2	0.7	-	0.3
<i>Fragaria sp.</i>	-	0.3	0.2	0.1	0.2
<i>Rubus eriocarpus</i>	0.5	0.3	0.1	-	0.2
<i>Eupatorium sp.</i>	-	0.2	-	-	0.1
<i>Sida rhombifolia</i>	0.5	-	-	-	0.1
<i>Geranium mexicanum</i>	-	-	-	0.6	0.1
<i>Borreria laevis</i>	-	0.3	-	-	0.1
<i>Anagallis arvensis</i>	0.2	0.2	-	-	0.1
Hojas no identificadas	2.5	7.3	5.6	2.1	5.0
Tallos no identificados	4.3	10.8	4.8	5.6	6.9
SEMILLAS	8.0	3.9	2.8	4.3	4.1
FLORES	0.5	1.1	0.4	-	0.6
MONOCOTILEDONEAS					
<i>Paspalum conjugatum.</i>	4.0	3.9	2.3	7.1	4.1
<i>Carex xalapensis.</i>	3.8	4.1	3.1	3.0	3.5
<i>Muhlenbergia sp.</i>	1.5	0.8	3.1	5.0	2.5
<i>Heteropogon sp.</i>	3.0	1.3	0.7	4.4	2.0
<i>Chamaedora sp.</i>	2.0	2.4	2.0	0.6	1.8
<i>Gibasis pellucida</i>	1.0	0.5	1.3	3.7	1.5
<i>Isachne sp.</i>	0.2	0.3	2.7	2.0	1.5
<i>Trisetum sp.</i>	0.2	1.0	0.2	1.1	0.6
<i>Brachiaria sp.</i>	-	-	0.5	0.6	0.3
<i>Festuca sp.</i>	0.2	0.5	0.2	-	0.3
<i>Panicum sp.</i>	-	-	0.2	1.0	0.3
<i>Stipa sp.</i>	-	0.2	0.3	0.4	0.2
<i>Briza minor</i>	0.2	0.2	-	0.7	0.2
<i>Agrostis sp.</i>	-	-	0.1	0.6	0.2
<i>Bouteloua sp.</i>	-	0.6	-	-	0.2
<i>Syntherisma micranthum.</i>	0.5	-	-	-	0.1
Tallos y Hojas no identificadas	17.8	15.9	12.2	20.2	15.8
ESPIGAS Y GLOMERULOS	5.7	1.2	8.3	4.3	4.8
GLOMERULOS DE <i>Syntherisma</i>	0.7	0.5	10.3	4.1	4.6
SEMILLAS	0.5	0.7	6.9	2.1	3.0
RAICES	8.5	9.1	6.5	7.5	7.8
HONGOS	2.5	2.2	2.1	2.9	2.3
FRAGMENTOS NO IDENTIF.	16.0	10.9	8.6	10.4	10.7

Tabla 6. Frecuencia relativa de los alimentos presentes en la dieta de *M. quasiater* en 1992.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ALIMENTO	PRIMAVERA (n=15)	VERANO (n=10)	INVIERNO (n=9)	ANUAL (n=34)
DICOTILEDONEAS				
<i>Trifolium amabilis</i>	1.8	3.5	1.8	2.3
<i>Oenothera rosea</i>	2.2	1.4	-	1.4
<i>Borreria laevis</i>	1.1	-	-	0.5
<i>Polygonum sp.</i>	-	0.1	1.2	0.4
<i>Lobelia laxiflora</i>	0.8	-	-	0.4
<i>Eupatorium sp.</i>	0.1	0.3	0.6	0.3
<i>Lantana camara</i>	0.1	0.4	-	0.2
<i>Senecio sp.</i>	0.1	0.2	0.1	0.1
<i>Bidens pilosa</i>	0.2	-	-	0.1
<i>Sida rhombifolia</i>	-	0.1	0.2	0.1
<i>Anagallis arvensis</i>	-	0.2	-	0.1
<i>Fragaria sp.</i>	-	0.1	-	-
<i>Galinsoga parviflora</i>	0.1	-	-	-
Hojas no identificadas	6.0	5.6	4.1	5.4
Tallos no identificados	6.0	3.6	4.9	5.0
SEMILLAS	4.9	10.2	1.2	5.5
FLORES	2.1	7.7	3.6	4.1
MONOCOTILEDONEAS				
<i>Muhlenbergia sp.</i>	5.5	1.2	11.9	5.9
<i>Carex xalapensis</i>	5.0	2.3	3.0	3.7
<i>Isachne sp.</i>	3.0	2.5	5.1	3.4
<i>Heteropogon sp.</i>	2.0	3.2	3.5	2.7
<i>Paspalum conjugatum</i>	0.9	4.9	2.7	2.5
<i>Gibasis pelucida</i>	3.5	1.0	0.1	1.8
<i>Panicum sp.</i>	0.5	-	4.1	1.3
<i>Chamaedora sp.</i>	1.9	0.7	0.3	1.1
<i>Trisetum sp.</i>	0.5	0.1	1.3	0.6
<i>Briza minor</i>	0.5	0.7	0.1	0.5
<i>Festuca sp.</i>	0.5	0.8	0.3	0.5
<i>Brachiaria sp.</i>	-	1.2	0.3	0.4
<i>Bouteloa sp.</i>	-	-	1.6	0.4
<i>Stipa sp.</i>	-	0.4	-	0.1
<i>Agrostis sp.</i>	-	-	0.2	0.1
Tallos y Hojas no identificadas	24.0	20.2	19.0	21.5
ESPIGAS Y GLOMERULOS	1.0	2.8	6.4	3.0
GLOMERULOS DE <i>Synanthium</i>	-	0.9	0.8	0.5
SEMILLAS	0.1	0.4	0.7	0.4
RAICES	7.3	9.3	10.0	8.6
HONGOS	2.4	1.9	1.1	1.9
FRAGMENTOS NO IDENTIF.	15.9	12.1	9.8	13.2

Tabla 7. Frecuencia relativa de los alimentos presentes en la dieta de *M. quatiater* en 1993.

ALIMENTO	VERANO (n= 6)	OTOÑO (n= 5)	INVIERNO (n= 8)	ANUAL (n= 19)
DICOTILEDONEAS				
<i>Trifolium amabilis</i>	20.3	11.8	3.9	11.1
<i>Polygonum sp.</i>	4.0	0.8	0.1	1.5
<i>Senecio sp.</i>	2.0	0.4	1.1	1.2
<i>Fragaria sp.</i>	1.0	0.4	0.1	0.5
<i>Galinsoga parviflora</i>	-	-	0.4	0.2
<i>Oenothera rosea</i>	-	0.6	-	0.2
<i>Lobelia laxiflora</i>	0.2	0.2	-	0.1
<i>Eupatorium sp.</i>	0.2	-	-	0.1
<i>Sida rhombifolia</i>	0.2	-	-	0.1
<i>Rubus eriocarpus</i>	-	-	0.3	0.1
Hojas no identificadas	5.4	3.6	4.1	4.4
Tallos no identificados	3.4	7.2	7.1	5.9
FLORES	3.3	7.6	5.8	5.5
SEMILLAS	3.2	2.0	3.8	3.1
MONOCOTILEDONEAS				
<i>Carex xalapensis</i>	0.8	6.6	5.0	4.1
<i>Isachne sp.</i>	5.3	5.0	2.1	3.9
<i>Muhlenbergia sp.</i>	0.6	-	8.2	3.7
<i>Heteropogon sp.</i>	3.0	3.4	4.4	3.7
<i>Paspalum conjugatum</i>	3.0	4.6	1.9	2.9
<i>Panicum sp.</i>	-	-	6.1	2.6
<i>Trisetum sp.</i>	0.5	-	2.1	1.1
<i>Briza minor</i>	1.3	-	0.2	0.5
<i>Chamaedora sp.</i>	0.6	0.6	0.3	0.5
<i>Agrostis sp.</i>	0.5	-	0.1	0.2
<i>Brachiaria sp.</i>	-	-	0.1	0.1
<i>Festuca sp.</i>	-	0.2	0.1	0.1
<i>Bouteloua sp.</i>	-	0.4	-	0.1
Tallos y Hojas no identificadas	16.7	16.2	18.7	17.3
ESPIGAS Y GLOMERULOS	1.3	5.4	2.3	2.8
GLOMERULOS DE <i>Syntherisma</i>	-	-	2.4	1.0
RAICES	3.5	2.4	8.3	5.2
HONGOS	4.2	0.6	1.5	2.1
FRAGMENTOS NO IDENTIF.	15.5	20.0	9.5	14.1

Tabla 8. Frecuencia relativa de los alimentos presentes en la dieta de *M. quasiater* en 1994.

ALIMENTO	PRIMAVERA (n=19)	VERANO (n=27)	OTOÑO (n=16)	INVIERNO (n=24)	TOTAL (n=86)
DICOTILEDONEAS					
<i>Trifolium arabilii</i>	1.9	8.0	8.0	2.7	5.2
<i>Oenothera rosea</i>	3.5	2.7	0.8	-	1.8
<i>Polygonum sp.</i>	-	1.5	3.4	1.2	1.4
<i>Senecio sp.</i>	0.2	1.9	0.9	0.4	0.9
<i>Lobelia laxiflora</i>	1.2	0.5	0.6	-	0.5
<i>Fragaria sp.</i>	-	0.4	0.3	0.1	0.2
<i>Lantana camara</i>	0.2	0.5	0.1	0.1	0.2
<i>Ranunculus sp.</i>	0.2	0.3	0.1	-	0.2
<i>Borreria laevis</i>	0.9	0.1	-	-	0.2
<i>Bidens pilosa</i>	0.2	0.1	0.5	-	0.2
<i>Galinsoga parviflora</i>	0.1	-	-	0.1	-
<i>Eupatorium sp.</i>	0.1	0.2	-	0.2	0.1
<i>Cirsium sp.</i>	0.1	0.3	-	-	0.1
<i>Rubus eriocarpus</i>	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
<i>Anagallis arvensis</i>	0.1	0.1	-	-	0.1
<i>Sida rhombifolia</i>	0.1	0.1	-	0.1	0.1
<i>Geranium mexicanum</i>	-	-	-	0.2	-
Hojas no identificadas	5.3	6.2	5.0	3.5	5.0
Tallos no identificados	5.6	6.5	5.6	5.8	6.0
SEMILLAS	5.5	6.1	2.6	3.0	4.4
FLORES	1.8	4.0	2.6	3.3	3.1
MONOCOTILEDONEAS					
<i>Muhlenbergia sp.</i>	4.7	0.9	2.1	8.7	4.1
<i>Carex xalapensis</i>	4.7	2.7	4.2	3.7	3.7
<i>Paspalum conjugatum</i>	1.5	4.1	3.0	3.7	3.2
<i>Isachne sp.</i>	2.4	2.3	3.4	3.2	2.8
<i>Heteropogon sp.</i>	2.2	2.4	1.5	4.0	2.7
<i>Gibasis pellucida</i>	2.9	0.6	0.9	1.1	1.3
<i>Chamaedora sp.</i>	1.9	1.4	1.5	0.4	1.3
<i>Panicum sp.</i>	0.4	-	0.1	3.9	1.2
<i>Trisetum sp.</i>	0.4	0.6	0.1	1.5	0.7
<i>Briza minor</i>	0.4	0.6	-	0.3	0.4
<i>Brachiaria sp.</i>	-	0.4	0.3	0.3	0.3
<i>Festuca sp.</i>	0.4	0.5	0.2	0.2	0.3
<i>Bouteloa sp.</i>	-	0.3	0.1	0.6	0.3
<i>Stipa sp.</i>	-	0.2	0.2	0.1	0.1
<i>Agrostis sp.</i>	-	0.1	0.1	0.3	0.1
<i>Syntherisma micranthum</i>	0.1	-	-	-	-
Tallos y Hojas no identificadas	22.7	17.7	13.4	19.2	18.4
ESPIGAS Y GLOMERULOS	1.9	1.8	7.3	4.4	3.6
GLOMERULOS DE <i>Syntherisma</i>	0.2	0.6	7.1	2.3	2.2
SEMILLAS	0.2	0.4	4.8	0.9	1.3
RAICES	7.5	7.9	5.3	8.7	7.6
HONGOS	2.5	2.5	1.6	1.8	2.1
FRAGMENTOS NO IDENTIF.	15.9	12.4	12.2	9.9	12.4

Tabla 9. Frecuencia relativa de los alimentos presentes en la dieta de *M. quasiater* en el periodo 1992-1994.

Composición general de la dieta estacional

Los fragmentos identificados y contabilizados se agruparon en siete grupos tróficos generales, y los que no se llegaron a determinar en alguna categoría de alimento se agruparon como "fragmentos no identificados", obteniendo para cada uno su frecuencia relativa. Los glomérulos (estructuras reproductoras de algunas especies monocotiledóneas) se incluyeron en el grupo trófico de las espigas.

En 1992 (Figura 5), observamos que, en general, el grupo trófico más frecuente en la dieta estacional fueron las monocotiledóneas, constituyendo en invierno poco más del 50% de la dieta. En segundo término entran las dicotiledóneas, las cuales fueron más frecuentes en verano (38.7%), siendo en esta estación el grupo predominante. Las semillas contribuyeron con menos del 10% a la dieta en todas las estaciones, siendo en verano menos frecuentes. Las espigas aparecieron con mayor frecuencia en otoño (18.5%), disminuyendo en invierno, hasta alcanzar un mínimo en verano. Las raíces contribuyeron con menos del 10%, variando ligeramente a lo largo del año. Los hongos entraron en la dieta en muy bajo porcentaje, al igual que las flores (ambas en menos del 3%) en todas las estaciones.

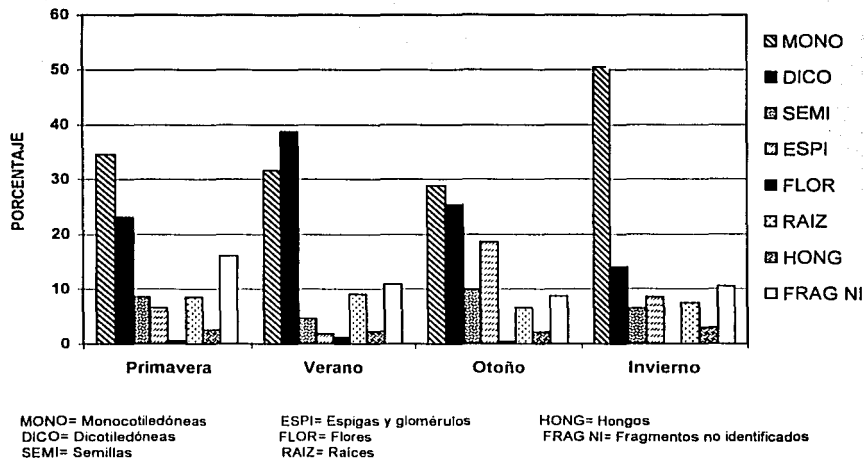


Figura 5. Dieta estacional de *M. quasiater* en 1992.

En 1993 (Figura 6), las monocotiledóneas fueron el grupo más frecuente en todas las estaciones, constituyendo hasta un 53.6% de la dieta en invierno. En segundo término entraron las dicotiledóneas, las cuales presentaron ligeras variaciones a lo largo del año. Las semillas fueron consumidas con mayor frecuencia en verano (10.6%), y con menor frecuencia en invierno (1.9%). Las espigas aumentaron su frecuencia en la dieta de primavera (0.9%) a invierno (7.2%). Las raíces aparecieron en menos del 10% en todas las estaciones, variando muy poco. Las flores y hongos entraron en cantidades bajas, siendo las flores más frecuentes en verano (7.7%). No se contaron con datos para otoño, ya que no se colectaron muestras fecales en dicha estación.

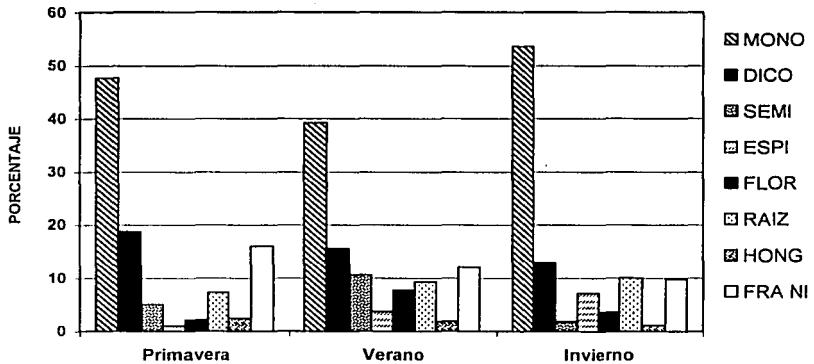


Figura 6. Dieta estacional de *M. quasiater* en 1993.

En 1994 (Figura 7), vemos que las monocotiledóneas fueron nuevamente el grupo trófico más frecuente, sobre todo en invierno (49.4%). Las dicotiledóneas entraron en segundo término, a excepción del verano, en donde fueron más frecuentes (36.5%). Las semillas fueron consumidas en cantidades bajas (menos del 4%), al igual que las flores y espigas (menos de un 8%). Las raíces fueron ligeramente menos frecuentes en la dieta a comparación de los años anteriores, teniendo en invierno su mayor frecuencia (8.3%). Los hongos entraron en cantidades bajas (menos del 5%) en las tres estaciones. Para este año no se contaron con datos para primavera.

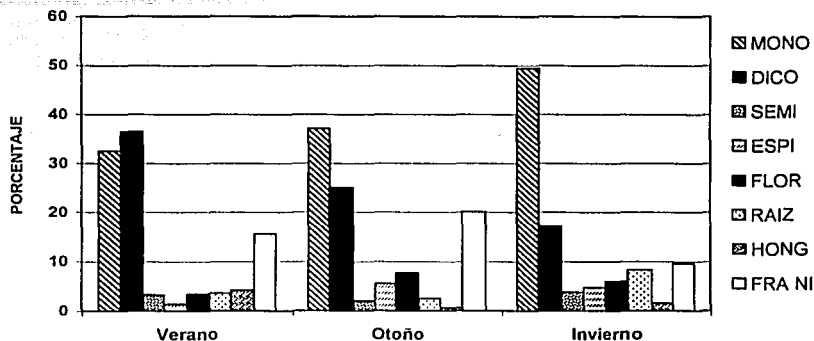


Figura 7. Dieta estacional de *M. quasiater* en 1994.

Agrupando todos los datos del período 1992–1994 (Figura 8), tenemos que las monocotiledóneas fueron el grupo más frecuente en la dieta estacional, sobre todo en invierno y primavera; siguiéndole en segundo término las dicotiledóneas, las cuales tuvieron su mayor frecuencia en verano y otoño. Las espigas fueron consumidas en cantidades bajas, aunque en otoño tuvieron su mayor frecuencia. Las raíces entraron en la dieta consistentemente en todas las estaciones, al igual que las semillas, ambas con menos de un 9%. Las flores y hongos contribuyeron a la dieta en cantidades bajísimas (ambas con menos del 5%).

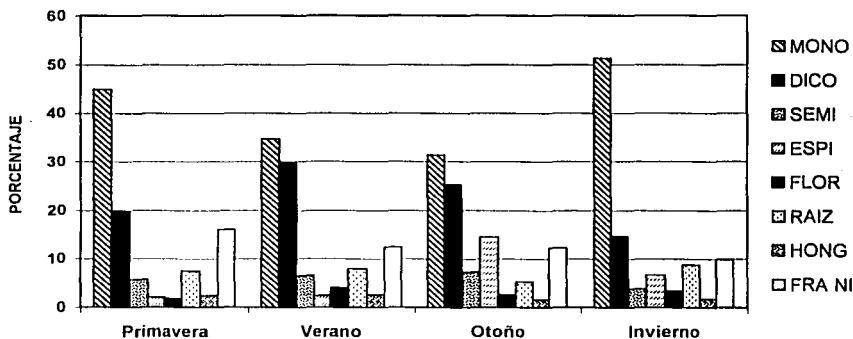


Figura 8. Dieta estacional de *M. quasiater* para el período 1992-1994.

Composición general de la dieta en secas y lluvias

En 1992 (Figura 9) las monocotiledóneas fueron en la época seca, el grupo predominante en la dieta (39.7%) disminuyendo su frecuencia en lluvias, época en que las dicotiledóneas fueron el grupo alimentario principal (35.1%). Las espigas fueron ligeramente más frecuentes en secas y los demás grupos tróficos presentaron poca variación.

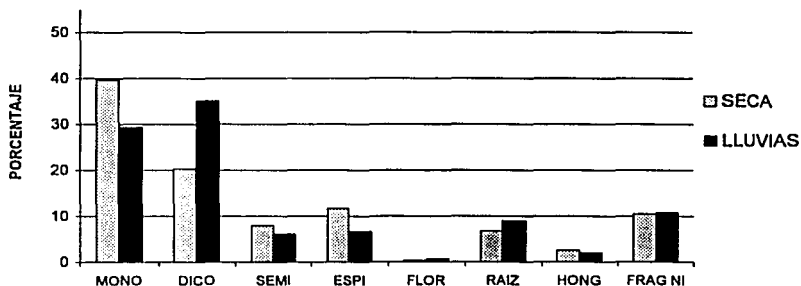


Figura 9. Dieta general de *M. quisiater* en la época seca y de lluvias en 1992.

En 1993 (Figura 10) las monocotiledóneas fueron, en ambas épocas, el grupo predominante en la dieta, sobre todo en la seca. Las dicotiledóneas entraron en segundo término y casi no presentaron variación. Las semillas y flores fueron más frecuentes en lluvias que en secas. Los demás grupos tróficos presentaron poca variación.

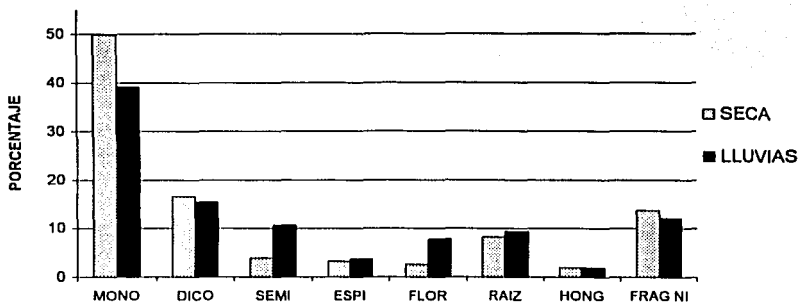


Figura 10. Dieta general de *M. quisiater* en la época seca y de lluvias en 1993.

En 1994 (Figura 11) las monocotiledóneas fueron el grupo trófico predominante en las dos épocas, siendo más frecuentes en la seca. Las dicotiledóneas entraron en segundo término, siendo mucho más frecuentes en lluvias (31.3%) que en secas (17.1%). Las raíces fueron ligeramente más frecuentes en secas. Los demás grupos tróficos tuvieron poca variación.

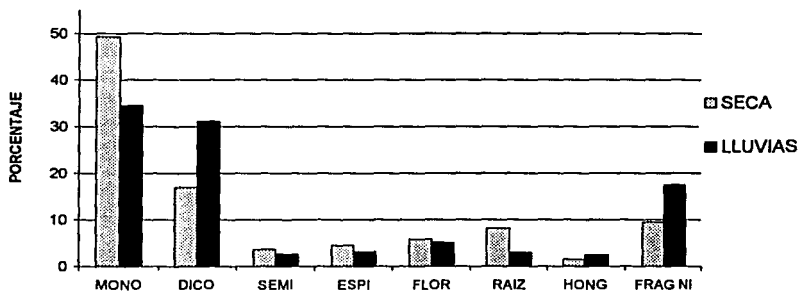


Figura 11. Dieta general de *M. quasiater* en la época seca y de lluvias en 1994.

Para el período 1992–1994 (Figura 12) vemos, en resumen, lo que sucedió en cada uno año: las monocotiledóneas fueron el grupo trófico predominante en la dieta, siendo más frecuentes en secas; las dicotiledóneas entraron en segundo término, siendo más frecuentes en lluvias. Los restantes grupos tróficos prácticamente no presentaron variación en su frecuencia entre estas dos épocas.

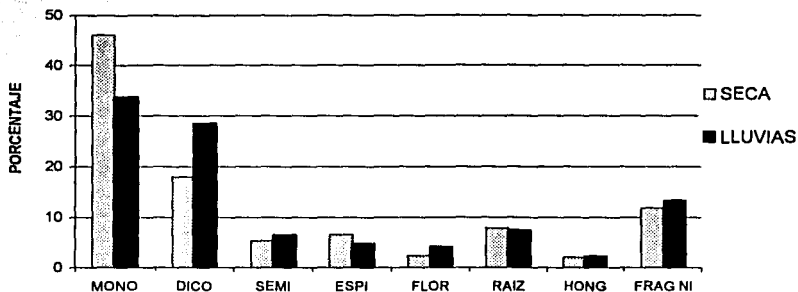


Figura 12. Dieta general de *M. quasiater* en la época seca y de lluvias en el período 1992–1994.

Composición general de la dieta anual

En cada uno de los tres años (Figuras 13, 14 y 15) las monocotiledóneas fueron el grupo trófico predominante en la dieta anual, variando del 35% (1992) al 46.7% (1993). Las dicotiledóneas entraron en segundo término, variando del 27.1% (1992) al 16.2% (1993). Las espigas variaron del 9.4% (1992) a un 3.4% (1993) y las flores de un 0.5% (1992) a un 5.5% (1994). Las raíces, semillas y hongos presentaron poca variación en su frecuencia entre años.

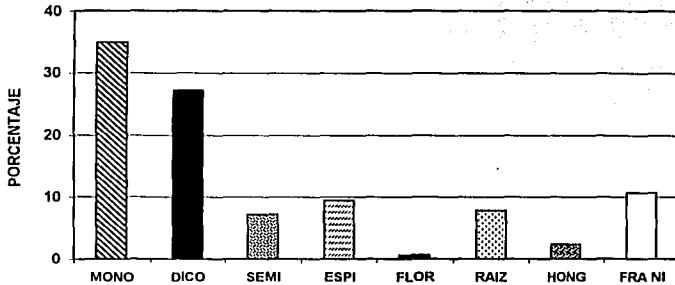


Figura 13. Dieta anual de *M. quasiater* en 1992.

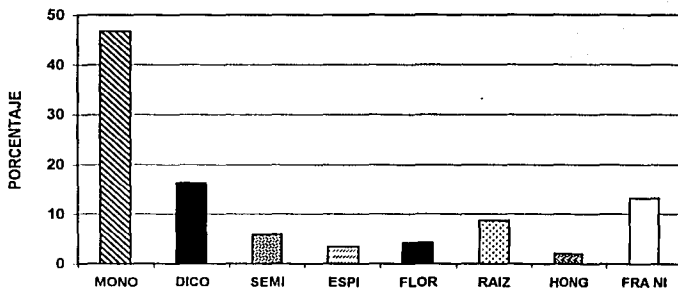


Figura 14. Dieta anual de *M. quasiater* en 1993.

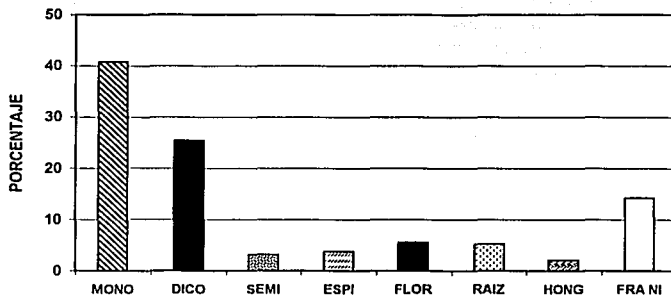


Figura 15. Dieta anual de *M. quisiater* en 1994.

Tomando en cuenta todos los datos de 1992-1994 (Figura 16), observamos que el grupo trófico predominante en la dieta fueron las monocotiledóneas, entrando en segundo término las dicotiledóneas, constituyendo ambos grupos el grueso de la alimentación del roedor. Les siguen en orden de importancia las raíces, espigas, semillas, flores y hongos, siendo estos dos últimos los grupos tróficos menos frecuentes en la dieta. El 12.4% de los fragmentos examinados no se identificaron en alguna categoría de alimento.

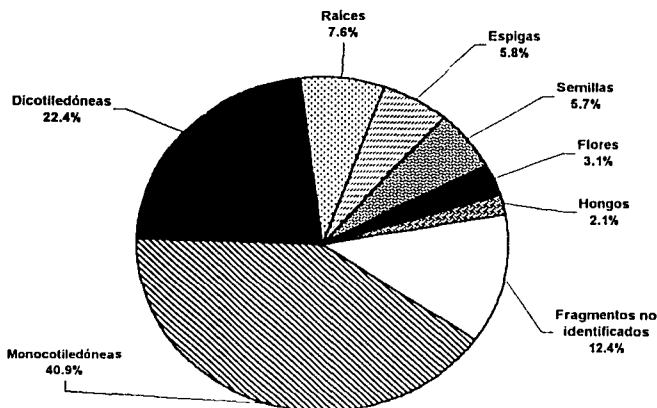


Figura 16. Dieta general de *M. quisiater* para el periodo 1992-1994.

Cambios en la dieta a nivel de grupos tróficos generales**a) Entre estaciones del año**

En 1992, el análisis de varianza nos muestra que tres grupos tróficos de la dieta presentaron diferencias significativas en su frecuencia entre estaciones. Las monocotiledóneas fueron más frecuentes en invierno que en verano y otoño ($F_{3,26}=8.28, P<0.05$), y las dicotiledóneas lo fueron más en verano que en otoño e invierno ($F_{3,26}= 7.63, P<0.05$). Las espigas fueron más frecuentes en otoño e invierno que en primavera y verano ($F_{3,29}= 19.73, P<0.05$).

En 1993 solo dos grupos presentaron diferencias. Las semillas fueron más frecuentes en verano que en invierno ($F_{2,31}=4.24, P<0.05$) y las espigas lo fueron más en invierno que en primavera ($F_{2,31}= 10.16, P<0.05$).

En 1994 solo los hongos presentaron diferencias, siendo más frecuentes en verano que en otoño ($F_{2,16}=5.02, P<0.05$).

b) Entre épocas de secas y lluvias

En 1992, la prueba t de student muestra que solo tres grupos presentaron diferencias entre estas dos épocas, las cuales fueron altamente significativas. Las monocotiledóneas fueron más frecuentes en la época de secas ($t=2.64, P=0.006$), al igual que las espigas ($t=3.16, P=0.001$). Caso contrario pasa con las dicotiledóneas las cuales fueron más frecuentes en lluvias ($t=-3.48, P=0.0008$).

En 1993 solo dos grupos presentaron diferencias. Las monocotiledóneas fueron más frecuentes en secas ($t=1.96, P=0.03$), y las semillas más frecuentes en lluvias ($t=-1.91, P=0.03$).

En 1994 también dos grupos tróficos tuvieron diferencias. Las monocotiledóneas, repitiendo el mismo patrón de los dos años anteriores, fueron más frecuentes en secas ($t=1.83, P=0.04$), al igual que las raíces ($t=2.50, P=0.01$).

Tomando todos los datos del período 1992–1994, tan solo dos grupos tróficos tuvieron diferencias. Las monocotiledóneas fueron más frecuentes en la época de secas ($t=3.95, P=0.0001$) y las dicotiledóneas lo fueron más en lluvias ($t=-2.24, P=0.01$).

c) Entre años

El análisis de varianza nos muestra que hay pocas diferencias significativas entre años. Las monocotiledóneas presentaron diferencias en dos años, siendo menos frecuentes en 1992 que en 1993 ($F_{2,83}=5.18$, $P<0.05$). Las dicotiledóneas fueron más frecuentes en 1992 que en 1993 ($F_{2,83}=4.41$, $P<0.05$). Las espigas fueron más frecuentes en 1992 que en 1993 y 1994 ($F_{2,83}=7.47$, $P<0.05$). Las flores fueron menos frecuentes en 1992 que en 1993 y 1994 ($F_{2,83}=6.15$, $P<0.05$). Los demás grupos tróficos no tuvieron diferencias.

Cambios en la dieta a nivel de especies

a) Entre épocas de secas y lluvias

De acuerdo a la Prueba U de Mann-Whitney, solo cuatro especies vegetales presentaron diferencias significativas en su frecuencia (en la dieta) entre la época de secas y lluvias. En 1992, *Senecio sp.* fue más frecuente en la de lluvias ($z = -2.97$, $P=0.003$), al igual que *Trifolium amabilii* ($z = -2.43$, $P=0.015$) y *Oenothera rosea* ($z = -1.96$, $P=0.049$), aunque estas dos en 1994. *Muhlenbergia sp.* fue más frecuente en la de secas en todos los años: 1992 ($z = 2.17$, $P=0.029$), 1993 ($z = 2.59$, $P=0.009$) y 1994 ($z = 2.24$, $P=0.024$).

b) Entre años

De acuerdo a la Prueba de Kruskal-Wallis, tan solo tres especies presentaron diferencias significativas en su frecuencia en la dieta entre años: *Trifolium amabilii* ($\chi^2 = 8.21$, $P=0.016$), *Polygonum sp.* ($\chi^2 = 7.54$, $P=0.023$) y *Paspalum conjugatum* ($\chi^2 = 8.59$, $P=0.013$).

DISCUSION

Al examinar al microscopio el material fecal de *M. quasilater* observamos que se encontraba muy fragmentado y digerido, lo cual imposibilitó en muchos casos observar la estructura completa de las epidemias, dificultándose así la identificación y comparación con las epidemias de referencia. Por otra parte, en la gran mayoría de los casos se observaron restos de avena (la cual se usó como cebo) en las heces, lo cual muestra aparentemente que el alimento es rápidamente digerido y eliminado. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que probablemente el estrés causado por la captura pudo haber propiciado que el alimento pasara rápidamente por el tracto digestivo. Estos resultados confirman que el proceso de trituración y digestión en esta especie es similar a otras pertenecientes al género, las cuales muelen finamente su alimento y lo digieren rápidamente (Batzli, 1985). De este modo los fragmentos fecales son tan pequeños que solo son visibles al microscopio y, en varios casos, se imposibilita identificarlos a nivel específico debido a la falta de caracteres distintivos. Aunque se examinó el contenido estomacal de dos ejemplares, se notó que el tamaño de los fragmentos es muy similar al observado en las heces, lo cual indica que la identificación de los alimentos aun observando los fragmentos estomacales también sería difícil, debido a su tamaño extremadamente reducido.

El método de análisis fecal aplicado en este estudio, aunque arroja resultados cualitativamente satisfactorios no es muy confiable cuantitativamente hablando para la determinación de la dieta. Si bien ofrece varias ventajas como la fácil obtención y manipulación de las muestras, así como un fácil tratamiento para su observación al microscopio, las diferencias en la digestibilidad entre grupos de plantas (monocotiledóneas y dicotiledóneas) hacen que los resultados no sean tan cercanos a la composición real de la dieta. A pesar de todo, el método es conveniente aplicarlo en especies cuyas poblaciones son escasas y poco numerosas, como en este caso. El análisis del contenido estomacal, aunque proporciona resultados más confiables presenta la desventaja de sacrificar a los ejemplares. Si bien el uso de vomitivos y catéteres son otros medios que se pueden utilizar para la obtención del contenido estomacal, estos no han probado su eficacia debido, principalmente, a la sensibilidad de los animales. Esto se pudo corroborar en esta especie, ya que al emplear vomitivos en algunos ejemplares estos rápidamente se "estresaban" a tal grado que en ocasiones les provocó la muerte. En base a lo anterior, la introducción de nuevos métodos que permitan obtener resultados cuantitativamente satisfactorios en relación a la dieta, sin afectar la demografía de la población, es algo necesario.

En nuestro estudio la identificación y contabilización de 100 fragmentos por muestra fecal, se considera suficiente y adecuada para expresar la dieta en este roedor, puesto que hubo algunos alimentos que hubieran quedado excluidos en varias estaciones del año, si se hubiera contado un número inferior.

Es necesario mencionar que los criterios de contabilización para determinar la dieta en los roedores son muy variados y siguen distintos criterios. Por ejemplo, Vergne (1976) considera 50 puntos de numeración por laminilla para el estudio del régimen alimentario de *M. arvalis*. Neal y colaboradores (1973) miden la superficie de 150 fragmentos para *M. pennsylvanicus*. Otros autores como Gbeczynska y Myrcha (1968), Sparks y Malechek (1968), Westoby y colaboradoras (1976) y Holechek (1982), sugieren la observación de 100 campos visuales al microscopio para el estudio del régimen alimentario de diversos fitófagos. Batzli y Pitelka (1971) examinan 50 campos al microscopio para *M. californicus*. Butet (1985) establece el número de conteos en base a la comparación de las abundancias relativas de los diferentes alimentos presentes en el contenido fecal. De esta manera, la elección del número de conteos es algo que está en función del criterio del investigador. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que los errores debidos al sesgo es algo inherente en todos los casos.

Como se muestra en los resultados, 36 especies vegetales llegaron a formar parte de la dieta de *M. quasiater* en el período de tres años. Esto lo ubica entre los miembros de *Microtus* que se alimentan de una gran diversidad de plantas siendo la especie, hasta ahora, de la que se ha reportado el mayor número de especies vegetales consumidas para una localidad. Fleharty y Olson (1969) mencionan para *M. ochrogaster* el consumo de hasta 32 especies en verano, al igual que el roedor europeo *M. agrestis*, aunque este lo realiza a lo largo del año (Gbeczynska *et al.*, 1989). Esto también contrasta con las dietas poco amplias que se han reportado en otros miembros del género (Batzli y Pitelka, 1971; Rothstein y Tamarin, 1977; Wolff y Lidicker, 1980). El número de especies vegetales consumidas representaron el 62% de las angiospermas identificadas en el área, lo cual indica que *M. quasiater* aprovecha, en buena medida, la diversidad vegetal presente en su hábitat para su alimentación; si tomamos en cuenta que hay especies como *M. ochrogaster* que en algunas localidades consumen menos de la mitad de las especies vegetales disponibles (Fleharty y Olson, 1969). De esta manera, la gran variedad de plantas que entran en su dieta es un reflejo de la diversidad vegetal presente en su hábitat, lo cual se relaciona con el hecho de que al haber una mayor cantidad de especies disponibles, su alimentación es más amplia.

Los resultados también muestran que no hay una especie vegetal en la cual *M. quasiater* base su alimentación. Solo *Trifolium amabilii* y *Muhlenbergia sp.*, contribuyeron en más del 10% a su dieta en algunas estaciones del año, lo cual concuerda con observaciones realizadas en el área donde se vio que, en algunos meses, este roedor se alimentaba con más frecuencia de estas plantas, además del pasto *Heteropogon sp.* (López-Wilchis, com. pers.). Esto nos indica que el roedor no basa su alimentación en un grupo reducido de plantas, sino de varias especies vegetales que consume en pequeñas cantidades, lo cual contrasta con los patrones reportados en la mayoría de sus congéneres. Por ejemplo, Wolff y Lidicker (1980) reportan que *M. xanthognathus* basa su alimentación en verano (hasta en un 75%) e invierno (en un 89%) de dos especies vegetales (*Equisetum sp.* y *Calamagrostis sp.*). *M. pennsylvanicus*, en algunas localidades, basa su alimentación en poco más del 50% de tres especies vegetales a lo largo del año (Lindroth y Batzli, 1984). En relación a nuestros resultados hay que mencionar, sin embargo, que poco

menos de la mitad de los fragmentos de monocotiledóneas y dicotiledóneas presentes en las heces, no se identificaron a nivel de género o especie, lo cual significa que no se obtuvieron porcentajes más altos para las plantas que formaron parte de la dieta.

Este roedor tiene una mayor preferencia por las monocotiledóneas, puesto que el 85% de las especies identificadas en el área de este grupo entraron en la alimentación del roedor, mientras que el 50% de las especies de dicotiledóneas lo hicieron. Algunas especies formaron parte de la dieta ocasionalmente en algunas estaciones del año, debido probablemente a la digestión por la que pasaron, lo cual ocasiono que desaparecieran y, por ende, no se permitiera su identificación al microscopio. En relación a esto, hay que tomar en cuenta que las dicotiledóneas son más digeribles que las monocotiledóneas y, que incluso, el grado de digestibilidad varía entre especies (Batzli, 1985; Butel, 1985; Neal *et al.*, 1973, Phillipson *et al.*, 1983). Debido a ello, si el roedor consumió en pequeñas cantidades especies cuyas epidermis son rápidamente digeridas, estas tienen menos probabilidades de que aparezcan y sean identificadas al examinarlas.

De acuerdo a los resultados del periodo de tres años, *M. quasiater* presenta el patrón general de alimentación para la mayoría de las especies de *Microtus*, es decir, se alimenta preferentemente de monocotiledóneas (en su mayoría pastos), así como de herbáceas y arbustivas de dicotiledóneas. Estos resultados difieren de las observaciones de Hall y Dalquest (1963), debido a las diferentes localidades de los individuos examinados. Si bien ellos mencionan que su alimentación es netamente herbívora, en nuestro estudio encontramos que las semillas y hongos también forman parte de ella. Por otra parte, esta especie no solo consume los tallos (como lo mencionan estos autores), sino también las hojas (las cuales fueron la parte que más consumieron), raíces, flores y espigas de varias especies, aunque estas tres últimas con menor frecuencia. Además se alimenta tanto de especies anuales como perennes.

M. quasiater presenta cambios estacionales ligeros en cuanto a sus preferencias hacia las partes de cada una de las especies vegetales que consume, a contrario de lo que sucede con otros de sus congéneres. Por ejemplo, *M. breweri* prefiere del pasto *Ammophila breviligulata* (base de su alimentación) las raíces a finales de verano, los tallos en otoño y principios de invierno, y las hojas a finales de invierno y en primavera; obedeciendo dichas preferencias a un patrón de succulencia de la planta (Rothstein y Tamarin, 1977). *M. xanthognathus* consume mas tallos de *Equisetum sp.* en verano, pero a principios de invierno prefiere los rizomas, única parte disponible (Wolff y Lidicker, 1980). Sin embargo, en nuestra especie de estudio los cambios de dichas preferencias fueron tenues, debido a que las especies vegetales se encuentran disponibles en todo el año y el roedor las consume ya sea en estado succulento o seco. Por otra parte, muchas especies de las cuales se alimentó son perennes, por lo que las hojas y tallos se encuentran presentes por periodos de tiempo más largos.

Si bien la dieta de *M. quasiater* es predominantemente herbívora, también consume pequeñas cantidades de semillas, las cuales en algunos microtúnicos son importantes (Batzli y Pítelka, 1971; Cole y Batzli, 1979; Lindroth y Batzli, 1984). Sin embargo, en el presente estudio solo se identificaron fragmentos de semillas de una especie monocotiledónea en las heces, lo cual es notable si tomamos en cuenta que en el área se registraron 20 especies de este grupo de plantas. En cuanto a semillas de dicotiledóneas, se observaron cinco diferentes tipos, aun cuando en el área se registraron 38 especies de este grupo. Esto indica que aunque hay una buena disponibilidad de semillas en el área, *M. quasiater* solo aprovecha una mínima parte de ellas, lo cual, debido a la falta de datos adicionales, no podemos explicar. Otros de los alimentos que consume el roedor son los hongos, los cuales entran en la dieta de manera consistente a lo largo del año, aunque en cantidades bajas. Se ha reportado también el consumo de hongos en especies de Norteamérica como *M. pennsylvanicus* (Lindroth y Batzli, 1984; Zimmerman, 1965) y *M. ochrogaster* (Zimmerman, 1965); y en especies europeas como *M. agrestis* (Gebczynska et al., 1989) y *M. pyrenaicus* (Castien y Gosalbez, 1997). Ambas los consumen en cantidades pequeñas, aunque en algunas estaciones constituyen una proporción apreciable de su dieta. La presencia consistente de estos en la alimentación de *M. quasiater* muy probablemente se vio favorecida por la constante humedad que presentaba el área (por lluvias, niebla y corrientes del río), lo cual propiciaba las condiciones necesarias para su presencia a lo largo de todo el año. Los hongos observados en las heces, probablemente estén asociados a las raíces de algunas plantas (como micorrizas), tal como se ha reportado en otros miembros (Lindroth y Batzli, 1984; Zimmerman, 1965), ya que aparecieron de manera consistente en la dieta al igual que las raíces.

Al examinar el contenido fecal no se encontraron fragmentos de artrópodos, líquenes, musgos, pteridofitas o corteza arbórea, a pesar de que estos alimentos se encontraban en el área. Dichos alimentos forman parte de la dieta de varios miembros del género y algunos de ellos los consumen en cantidades apreciables en algunas estaciones, como *M. agrestis* quien llega a consumir casi un 10% de corteza en primavera y hasta un 26.5% de hongos en otoño (Gebczynska et al., 1989). *M. ochrogaster*, se alimenta de insectos consistentemente a lo largo del año, llegando alimentarse de hasta un 15% en otoño y un 8% en verano (Cole y Batzli, 1979). *M. oeconomus* consume en verano hasta un 5% de musgos (Tast, 1974). La ausencia de estos alimentos en la dieta de *M. quasiater* podría relacionarse con el hecho de que al haber una gran diversidad vegetal en su hábitat a lo largo del año, no tenga que recurrir a otros recursos alimentarios para complementar su alimentación. Por otra parte, si bien las semillas entraron en su dieta, no se encontraron indicios de que se alimentara de frutos, aunque debido a la falta de muestras de estas estructuras en varias especies vegetales recolectadas y a la poca experiencia para su identificación, no podemos afirmar categóricamente esto.

Vemos que el grupo alimentario predominante en la dieta de este roedor son las hojas y tallos de monocotiledóneas (tallos y hojas), destacando en este grupo los pastos. Las hojas y tallos de dicotiledóneas son el segundo grupo predominante, destacando las herbáceas. Las raíces, espigas, semillas, flores y hongos son grupos secundarios que complementan su alimentación, siendo los dos últimos de poca importancia. El relativamente bajo porcentaje de fragmentos no identificados indica que aunque el tamaño de las epidemias fue muy pequeño, la gran mayoría de ellas no se digirieron completamente permitiendo su identificación como algún tipo de alimento. En relación a estos resultados, hay que tomar en cuenta que las monocotiledóneas están sobrestimadas en la dieta y las dicotiledóneas subestimadas, debido a las diferencias de digestibilidad entre ambos grupos de plantas, ya anteriormente mencionado por varios autores (Batzli, 1985; Butel, 1985; Neal *et al.*, 1973). Neal y colaboradores (1973) muestran en *M. pennsylvanicus* una correlación positiva entre la proporción de dicotiledóneas registradas en los contenidos estomacales con la proporción de fragmentos no identificados en las heces. Mencionan que parte de los fragmentos de dicotiledóneas son completamente digeridos al pasar por el tracto intestinal y debido a ello no pueden identificarse al carecer de caracteres distintivos. De esta manera, en las heces la proporción de las dicotiledóneas disminuye y, en consecuencia, la proporción de monocotiledóneas se incrementa, ya que estas últimas son más resistentes a la digestión. En consecuencia, la mayoría de los fragmentos no identificados pertenecen a dicotiledóneas. Tomando como base lo anterior, si los fragmentos no identificados se consideraran como fragmentos de dicotiledóneas (que se digirieron completamente), el porcentaje de este grupo de plantas aumentaría a un 34.8% en la dieta general de *M. quasiafer*. Si esto fuera así, entonces tendríamos que tanto las especies de monocotiledóneas como de dicotiledóneas serían consumidas en cantidades similares (tanto estacional como anualmente). Sin embargo, no se puede saber con certeza que proporción de los fragmentos no identificados corresponden a dicotiledóneas, ya que parte de ellos podrían ser flores o espigas, las cuales también son muy digeribles.

Si bien la dieta general del roedor presenta cambios estacionales, estos son pocos y no tan marcados. Solo en 1992 es donde se registraron más cambios estacionales estadísticamente significativos en la frecuencia de los grupos tróficos; en 1993 y 1994 prácticamente no hay cambios estacionales en la dieta. De acuerdo a los resultados (aun cuando en algunos años los cambios no hayan sido estadísticamente significativos) podemos establecer para *M. quasiafer* el siguiente patrón estacional de alimentación. Se alimenta de monocotiledóneas con más frecuencia en invierno y primavera, disminuyendo su consumo en verano y otoño. En contraste, se alimenta de dicotiledóneas con más frecuencia en verano y otoño, disminuyendo su consumo en invierno y primavera. Consume espigas un poco más en otoño e invierno. Las semillas, hongos, raíces y flores son alimentos que prácticamente consume con la misma frecuencia estacional. Estas pequeñas variaciones en los grupos tróficos menores fueron debidos probablemente al diferente tamaño de muestra fecal recabado en cada mes. En base a lo anterior, los cambios estacionales no tan marcados en la dieta general de *M. quasiafer* pueden explicarse en base a la poca estacionalidad del hábitat donde se desenvuelve, lo cual ocasiona que la vegetación sea muy uniforme y presente cambios ligeros en la disponibilidad de los recursos tróficos a lo largo del año.

Comparando su dieta general entre la época de lluvias y secas, vemos que tampoco presenta muchos cambios estadísticamente significativos, ya que solo dos grupos tróficos tuvieron variación en su consumo. Estas variaciones son más evidentes al analizar todos los datos del período de tres años, siendo el patrón de alimentación, de acuerdo al régimen de precipitación, el siguiente. Se alimenta de monocotiledóneas con más frecuencia en el período de secas (invierno-primavera) disminuyendo su consumo en lluvias (verano-otoño). En contraste, se alimenta de dicotiledóneas con más frecuencia en lluvias disminuyendo su consumo en secas. Este patrón concuerda con los cambios estacionales en la dieta en relación a estos dos grupos tróficos. Lo anterior podría sugerir que en los meses de menor precipitación el roedor consume más pastos secos y en los meses de mayor precipitación consume más hierbas y arbustos, debido a que en esta época se encuentran más succulentos. Los demás grupos tróficos los consume casi con la misma frecuencia entre estas dos épocas, debido a que constituyen una pequeña parte de la dieta y se encuentran disponibles a lo largo del año. Si bien el período de fructificación es más frecuente en lluvias, parte de las semillas se encuentran en el suelo en otoño e invierno (secas). Las espigas también se encuentran disponibles a lo largo del año debido a la abundancia de los pastos y a que permanecen unidos al tallo por varios meses. La floración sucede a lo largo del año, presentando cambios ligeros en su frecuencia en lluvias, por lo que siempre hay flores en todos los meses. Los hongos, debido a la constante humedad que hay en la zona, siempre se encuentran presentes a lo largo del año.

Por otra parte, la dieta anual solo tuvo algunos cambios en los tres años, aunque no fueron altamente significativos y no siguieron un patrón definido. Debido a que el hábitat es muy estable, la dieta anual fue prácticamente la misma en dicho período. Esto concuerda con anteriores estudios realizados en otros microtíndidos en donde se reporta que los hábitos alimenticios son muy similares de un año a otro (Batzli y Cole, 1979; Batzli y Pitelka, 1983; Lindroth y Batzli, 1984). Las pocas variaciones entre años posiblemente se deban al diferente tamaño de muestra recabado en cada año.

Vemos que su consumo hacia las especies vegetales, en general, prácticamente no presenta cambios significativos entre lluvias y secas, por lo que la composición específica de la dieta es prácticamente la misma en las dos épocas. Solo cuatro especies vegetales presentaron cambios significativos en su frecuencia en la dieta entre las dos épocas, y solo una de estas presentó cambios en cada uno de los tres años. Asimismo, la composición específica anual es prácticamente la misma de un año a otro, ya que solo tres especies presentaron cambios significativos en su frecuencia anual en la dieta, entre años. Esto se puede explicar si tomamos en cuenta que en la zona hay una humedad constante debido a las lluvias, niebla y corrientes fluviales, por lo que los diferentes componentes vegetales se encuentran verdes o succulentos la mayor parte del año, presentando así cambios ligeros en su disponibilidad. En consecuencia el roedor no tiene que recurrir a un recambio de especies en su alimentación entre lluvias y secas. Sin embargo, no hay que descartar a que probablemente sean fuertemente selectivos hacia las plantas que consumen, por ello no presenten cambios en su consumo. Por otra parte, aunque no se contaron con datos de la abundancia estacional de las especies vegetales, aparentemente las preferencias del roedor

hacia estas no se encuentran en función de esta variable, ya que las especies más abundantes (y por consiguiente más disponibles) en el año (*Stipa sp.*, *Setaria geniculata*, *Borreria laevis*, *Hedeoma sp.*, *Geranium mexicanum* y *Phytolacca sp.*) entraron en la alimentación del roedor en cantidades pequeñas; otras en varias estaciones no llegaron a entrar en la composición de la misma; y otras no formaron parte de ella. Solo *Heteropogon sp.*, uno de los pastos más abundantes en el área, entra de manera consistente en la dieta, siendo uno de los pastos más consumidos. Al parecer, aunque estas especies sean más abundantes, *M. quasiater* se alimenta con mayor frecuencia de otras cuya abundancia es baja. De esta manera, probablemente sus preferencias a nivel específico se deban más a la calidad nutricional de las plantas que a su abundancia.

Debido a la falta de datos de disponibilidad y calidad nutricional estacional de cada uno de los alimentos, no podemos establecer con seguridad cual de estos dos factores juega un papel más importante en los cambios de la dieta de *M. quasiater*. En general, tanto la disponibilidad y la calidad nutricional de los alimentos afectan la composición de la dieta de los herbívoros (Batzli, 1985). Lindroth y Batzli (1984) muestran que los alimentos principales de *M. pennsylvanicus* pueden ser pobres en calidad pero altamente disponibles (ingiriéndolos en grandes cantidades, aun cuando estén en contra de esta selección) o tener una alta calidad pero ser poco disponibles (ingiriéndolos en grandes cantidades debido a que son fuertemente selectivos). A este respecto, futuros estudios sobre ambas líneas podrían explicar y esclarecer los cambios en la alimentación que presenta *M. quasiater*.

Algunas variaciones de las preferencias hacia las partes vegetales se debieron a los cambios fenológicos de la vegetación. Aun cuando en los meses de abril, junio y octubre no se obtuvieron registros fenológicos, debido a que las condiciones climatológicas no lo permitieron, los datos recabados se consideraron suficientes puesto que abarcaron la mayoría de los meses del año y cada una de las estaciones. El período de mayor fructificación comienza a finales de primavera, alcanzado su máximo en verano y declinando a principios de otoño. La floración se da a lo largo del año, aunque con más frecuencia en verano y otoño. Esto coincide con algunas preferencias, ya que en verano hay mayor consumo estadísticamente significativo de semillas. El consumo de flores aunque no presenta diferencias significativas es ligeramente más frecuente en verano, lo cual también coincide con el máximo período de floración. Además se observa que las espigas son consumidas con mayor frecuencia (estadísticamente significativa) en invierno, estación en que la floración disminuye. Esto indicaría que el roedor consume menos cantidades de espigas (o glomérulos) en la época de verano, ya que se encuentran verdes o poco maduras, alimentándose de ellas con mayor frecuencia en invierno, estación en que la mayoría de ellas se encuentran secas. Por otra parte, también vemos que en el período donde hay un mayor estado vegetativo es en invierno-primavera, en el cual consume con más frecuencia los tallos y hojas de monocotiledóneas (principalmente pastos), debido a que en esta época la mayoría de ellas se encuentran secas. De esta manera los cambios fenológicos determinan algunas variaciones en sus preferencias hacia las partes

vegetales. Sin embargo estas variaciones son tenues, debido a que dichos cambios fenológicos no son tan drásticos (al haber uniformidad del clima en el hábitat donde se desenvuelve la especie), lo cual hace que no influyan de manera notable en dichas preferencias. A este respecto hay que tomar en cuenta que en algunos miembros de *Microtus* cuyos hábitats presentan cambios fenológicos marcados, dichas preferencias sufren cambios notables debido a que las partes vegetales disponibles en cada estación del año son distintas. Esto es más evidente en aquellas especies que habitan zonas muy frías, donde la estacionalidad es muy marcada y la diversidad vegetal es baja, como en *M. xanthognathus* (Wolf y Lidicker, 1980) y *M. oeconomus* (Tast, 1974).

Tomando en cuenta la composición general, *M. quasiater* tiene una dieta con mayor contenido de fibra y sílice que de agua y proteínas, como lo señala Batzli (1985) para la mayoría de las especies de *Microtus*. Esto se apoya en el hecho de que buena parte de la dieta lo constituyeron pastos (los cuales tienen un alto contenido de fibra y sílice) y raíces (fibra). Recordemos que los dientes de los roedores están siempre en constante crecimiento y por ello tienen que desgastarlos continuamente. De ahí que necesiten consumir grandes cantidades de pastos, pues el sílice que contienen sus paredes celulares ayuda al desgaste dental (Batzli, 1985). Aunque, la mayor parte del material vegetal examinado al microscopio se encontraba seco (lo cual coincide con las observaciones de Hall y Dalquest (1963)) aparentemente demuestre la ingestión de alimento con bajo contenido de agua, esto hay que tomarlo con reserva, puesto que el tiempo transcurrido desde la recolecta de las heces hasta su análisis microscópico pudo ser la causa por la que se observó material vegetal seco, al descomponerse los tejidos y pigmentos de las hojas y tallos.

Al comparar la alimentación de esta especie con otras de su congéneres, vemos que ninguna es similar. La dieta de *M. ochrogaster* (especie filogenéticamente cercana, cuyo hábitat son las praderas) es distinta, ya que se alimenta de una menor cantidad de especies vegetales, prefiriendo más dicotiledóneas que monocotiledóneas, además de consumir insectos y frutos. Por otra parte, *M. mexicanus*, única especie del género que se encuentra en simpatria con *M. quasiater*, Matamoros-Trejo y Cervantes (1992), reportan que su dieta es muy reducida, basándose en algunos pastos. Sin embargo, estos resultados no se pueden comparar, puesto que dicho estudio se realizó en un hábitat totalmente distinto (con baja diversidad vegetal y clima seco) al de *M. quasiater*. La dieta de *M. agrestis*, especie europea que habita en los campos y bosques del norte de Europa, es similar en cuanto a la amplitud de la dieta y al bajo consumo de cada una de las plantas. Sin embargo, a diferencia de nuestra especie de estudio, se alimenta también de corteza arbórea, frutos e insectos, además de consumir hongos en cantidades importantes en otoño. Además, presenta cambios estacionales marcados en la composición de su dieta específica y general debido a la estacionalidad notable de su hábitat.

En base a todo lo anterior, podemos decir que el patrón de alimentación de *M. quasiater* es distinto al resto de sus congéneres, ya que solo presenta algunos cambios en su dieta los cuales, en general, no son tan marcados, debido a la poca estacionalidad de su hábitat, lo cual ocasiona cambios tenues en la disponibilidad del alimento y en la fenología de la vegetación. Por otra parte, la alta diversidad vegetal presente en su hábitat hace que su dieta sea amplia. Esto contrasta con la mayoría de los patrones de alimentación reportados para especies de climas templados o fríos que habitan en la región Neártica, las cuales presentan una sustitución estacional acentuada de los grupos alimentarios y, en general, dietas poco amplias, debido a que sus hábitats presentan cambios estacionales marcados en el clima y la vegetación y, por ende, en la disponibilidad de los recursos alimentarios.

Es necesario resaltar que la dieta de *M. quasiater* obtenida en el presente estudio fue para una localidad cuyo hábitat es el típico de la especie y que anteriormente presentaba poca fragmentación. Posiblemente en otras poblaciones que viven en hábitats diferentes o fragmentados la dieta pueda ser distinta, ya que los hábitos alimenticios no solo cambian por la estacionalidad (que determina la disponibilidad de las plantas), sino también por la localidad (recambio de especies vegetales y calidad nutricional de las mismas) (Batzli, 1985). También hay que enfatizar que los resultados se deben tomar con cautela, puesto que uno de los problemas inherentes al tratar de explicar los hábitos alimenticios mediante el análisis fecal es la diferencia en la digestibilidad de las plantas, teniendo errores en las estimaciones cuantitativas a nivel tanto de grupos, como de especies vegetales (Batzli, 1985; Butet, 1985; Neal *et al.* 1973). Para obtener datos más confiables se necesitara crear nuevos métodos que permitan estudiar la dieta con mayor precisión, sin afectar la demografía de la población.

Finalmente es necesario mencionar que en los microtínididos distribuidos en el país se han realizado escasos estudios sobre alimentación, de ahí que exista un gran vacío de información sobre este rubro. Debido a ello, es necesario poner más atención al respecto; puesto que este tipo de estudios permiten comprender mejor otros aspectos biológicos importantes, además de ser básicos en cualquier plan de conservación (Korchsger, 1980). Es importante realizar investigación sobre la biología básica de los microtínididos de afinidad neotropical que se distribuyen en México, ya que la mayoría de los trabajos se han hecho en especies neárticas de áreas templadas o frías que habitan en los Estados Unidos ó Canadá (Tamarin, 1985), teniendo poco conocimiento de las especies neotrópicas. La información que se obtenga de estas investigaciones podría ayudar a responder interrogantes sobre el conocimiento, no solo de los microtínididos, sino también de los roedores.

Comentarios sobre el estado actual de la población de estudio y de la especie

Con el fin de verificar el estado actual de la población de estudio, se llevó a cabo un trapeo en enero del 2000, en el cual se capturaron algunos ejemplares de *Reithrodontomys mexicanus* y *Peromyscus sp.*, pero ninguno de *M. quasiater* y *Oryzomys* que anteriormente se encontraban en el área. Esto se debió a las intensas lluvias sucedidas en Puebla en verano y otoño de 1999, las cuales provocaron severas inundaciones y múltiples deslaves en el Valle de Apulco que propiciaron la desaparición temporal de la población en la zona, ya que esta especie es muy sensible a las bajas temperaturas y no es trepadora (López-Wilchis, com. pers.), por lo que su grado de vulnerabilidad a estos fenómenos climáticos es alta. Sin embargo, en un trapeo realizado en Mayo del 2001 se capturaron algunos ejemplares de *M. quasiater*, lo cual indica que nuevamente esta repoblando la zona. Esto nos muestra, evidentemente, que las lluvias influyen en la actividad de los individuos y que probablemente sea un factor regulador de la población. Aunado a esto, hay que agregar que a pesar de la intensa tala realizada (a tal grado que actualmente permanecen solo algunos manchones de lo que anteriormente era un bosque típico de pino-liquidámbar) la especie todavía existe en la zona. Todo esto nos indica que este roedor es tolerante, hasta cierto punto, a los cambios en su hábitat; aunque presenta desapariciones temporales debido a la brusca disminución de sus poblaciones ante las inundaciones y deslaves.

Por último, de acuerdo a los registros de colecta realizados anteriormente (Allen y Chapman, 1897; Baker y Villa, 1953; Coues, 1874; Dalquest, 1950; Davis, 1944; Goodwin, 1969; Hall y Dalquest, 1963; Hooper, 1957; León-Paniagua *et al.*, 1990; Ramírez-Pulido *et al.*, 1991) esta especie tiene poblaciones escasas y con bajo número de individuos, por lo que su localización es difícil llevar a cabo. Por otra parte, hay que considerar el gran deterioro que ha sufrido su hábitat en los últimos años. Se estima que la superficie originalmente cubierta por bosque mesófilo de montaña en México (cuya distribución natural toma la forma de masas forestales, de pequeño a mediano tamaño, dispersas en las sierras) apenas llegaba al 1% del territorio nacional (Rzedowski, 1978), es decir, unos dos millones de hectáreas. De esta superficie potencial estimada, en 1993 los bosques mesófilos cubrían 1.8 millones de hectáreas, de las cuales la mitad era vegetación secundaria, lo cual significa que los bosques mesófilos conservados cubrían hasta ese tiempo, sólo el 45% de su distribución original. Esta disminución en su extensión ha sido resultado de la tala, expansión de las actividades agrícolas y establecimientos humanos. Hoy en día, la deforestación "hormiga" en combinación con el aumento demográfico en los últimos años de las comunidades asentadas en ellos, afecta enormemente a las especies que integran este bosque. Es por todo lo anterior que, al parecer, la distribución geográfica de *M. quasiater* se ha reducido aun más y probablemente se encuentre en riesgo o peligro de extinción. Sin embargo esto solo se confirmara mediante estudios que determinen el estado actual de sus poblaciones, lo cual permitirá establecer el grado de riesgo real que presenta actualmente.

CONCLUSIONES

Microtus quasiater es predominantemente herbívoro y complementa su dieta con pequeñas cantidades de semillas y hongos. En general, su alimentación se basa principalmente de hojas y tallos de monocotiledóneas, entrando en segundo término las hojas y tallos de dicotiledóneas, constituyendo ambos grupos poco más del 60% de su dieta estacional y anual. Las raíces, espigas, semillas, flores y hongos son alimentos secundarios que la complementan, en menos del 8% cada uno. Su dieta es amplia debido a la diversidad vegetal que posee su hábitat.

Su dieta aunque presenta cambios, tanto estacionales como entre lluvias y secas, a nivel de grupos tróficos generales, estos no son tan marcados como sucede en la gran mayoría de sus congéneres que habitan en regiones neárticas. El patrón estacional de alimentación de este roedor muestra que consume con mayor frecuencia monocotiledóneas (pastos principalmente) en primavera-invierno (época seca), disminuyendo su consumo en verano-otoño (época de lluvias). Las dicotiledóneas son consumidas con mayor frecuencia en verano-otoño, disminuyendo su consumo en invierno-primavera. Los demás grupos tróficos son consumidos prácticamente con la misma frecuencia. Su dieta anual es muy similar entre años. En general, no presenta una sustitución estacional de las especies vegetales que consume, siendo similar su dieta específica, tanto entre estaciones como entre años. Algunas preferencias hacia diferentes partes vegetales obedecen a los cambios fenológicos.

Estos cambios tenues en su dieta son debidos a la poca estacionalidad del hábitat en que se desenvuelve, lo cual evita cambios drásticos tanto en la disponibilidad del alimento como en la fenología de la vegetación a lo largo del año. Al parecer la abundancia de las especies vegetales no es el factor que pueda explicar satisfactoriamente sus preferencias a nivel específico, por lo que probablemente la calidad nutricional de las mismas sea el factor que las determine.

La estimación de la dieta basada en el análisis del contenido fecal no es confiable cuantitativamente hablando, ya que se sobrestiman las monocotiledóneas y se subestiman las dicotiledóneas en la dieta, debido a las diferencias en la digestibilidad de las epidermis entre ambos grupos. De ahí que se recomiende crear nuevos métodos que permitan estudiar los hábitos alimenticios de los roedores con mayor precisión, sin tener que recurrir al sacrificio de ejemplares.

Por último, es necesario llevar a cabo más estudios en esta especie, no solamente para llenar el gran vacío de información que existe sobre ella, sino por ser potencialmente un modelo de estudio que podría permitir explicar y responder diversas interrogantes que existen en los microtípidos y roedores. Además de la información que se obtenga se podrán tomar medidas adecuadas para su conservación, la cual consideramos como prioritaria debido a la disminución de sus poblaciones, a su endemismo y por presentar una distribución restringida; además de que su hábitat está seriamente amenazado por la ampliación de las actividades agropecuarias y los asentamientos humanos. Su importancia se realza aun más por tratarse de una especie que forma parte de la enorme riqueza mastofaunística con la que cuenta el país. El gran desconocimiento existente sobre las especies endémicas es algo que no debemos pasar inadvertido, pues constituyen el resultado de un proceso evolutivo de millones de años.

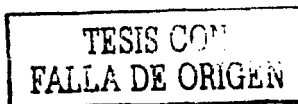
REFERENCIAS CITADAS

-
- Allen, J. A. y F. M. Chapman. 1897. On a collection of mammals from Jalapa and Las Vigas, State of Veracruz, México. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 9: 197-208.
 - Anderson, S. 1960. The baculum of microtine rodents. *Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist.*, 12(3): 181-216.
 - "_____". 1985. Taxonomy and systematics. Pp. 52-83, en: *Biology of New World Microtus*. (Tamarin R. H., ed.). American Society of Mammalogists. Spec. Publ. No. 8: 893 p.
 - Arita, H. T. y L. León-Paniagua. 1993. Diversidad de mamíferos terrestres. *Ciencias*. No. especial 7: 13-21.
 - Bailey, V. 1900. Revision of American voles of the genus *Microtus*. *North American Fauna*. 17: 1-88.
 - Baker, R. H. y B. Villa-R. 1953. Mamíferos registrados por primera vez en el Estado de Hidalgo. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 14(1-4): 149-150.
 - Batzli, G. O. 1985. Nutrition. Pp. 779-811, en: *Biology of New World Microtus* (Tamarin R. H., ed.). American Society of Mammalogists. Spec. Publ. No. 8: 893 p.
 - Batzli, G. O. 1986. Nutritional ecology of the California vole: the effects of food quality on reproduction. *Ecology*, 67(2): 406-412.
 - Batzli, G. O. y F. R. Cole. 1979. Nutritional ecology of microtine rodents: digestibility of forage. *Journal of Mammalogy*. 60(4): 740-750.
 - Batzli, G. O. y H. G. Jung. 1980. Nutritional ecology of microtine rodents: resource utilization near Atkasook, Alaska. *Arctic & Alpine Research*. 12(4): 483-500.
 - Batzli, G. O. y C. Lesieutre. 1991. The influence of high quality food on habitat food use by arctic microtine rodents. *Oikos*. 60(3): 299-306.

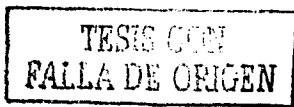
- Batzli, G. O. y F. A. Pitelka. 1971. Condition and diet cycling populations of the California vole, *Microtus californicus*. *Journal of Mammalogy*. 52(1): 141-163.
- Batzli, G. O. y F. A. Pitelka. 1983. Nutritional ecology of microtine rodents: food habits of lemmings near Barrow, Alaska. *Journal of Mammalogy*. 64(3): 648-655.
- Berger, P. J., E. H. Sanders, P. D. Gardner y N. C. Negus. 1977. Phenolic plant compounds functioning as reproductive inhibitors in *Microtus montanus*. *Science*. 195: 575-577.
- Bhadresa, R. 1977. Food preferences of rabbits, *Oryctolagus cuniculus* L., at Holkam sand dunes, Norfolk. *Journal of Applied Ecology*. 14: 287-291.
- Bosch, P. M. y V. Sánchez-Cordero. 1993. Sistemas de información geográfica: un caso de estudio en Veracruz. Pp. 455-464 en: *Avances en el estudio de los mamíferos de México* (R. A. Medellín y G. Ceballos, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, Publ. Esp. No. 1. 464 p.
- Bucyanayandi, J. D. y J. M. Bergeron. 1990. Effects of food quality on feeding patterns of meadow voles (*Microtus pennsylvanicus*) along a community gradient. *Journal of Mammalogy*. 71(2): 390-396.
- Butet, A. 1985. Methode d'etude du regime alimentaire d' un rongeur poliphage (*Apodemus sylvaticus* L., 1758) par l'analyse microscopique des feces. *Mammalia*. 49(4): 455-483.
- Carleton, M. D. 1981. A survey of gross stomach morphology in Microtinae (Rodentia: Muroidea). *Zeitschrift fuer Säugetierkunde*. 46(2): 93-108.
- Carleton, M. D. y G. G. Musser. 1985. Muroid Rodents. Pp. 289-374 en: *Orders and families of recent mammals of the world*. (Anderson S. y J. K. Jones Jr., eds.). John Wiley & Sons, New York. XII + 686p.
- Castien, E. y J. Gosálbez. 1997. The diet of *Microtus pyrenaicus* (De Selys-Longchamps, 1847) in the western Pyrenees. *Zeitschrift fuer Säugetierkunde*. 62(3): 152-157.
- Ceballos, G y J. H. Brown. 1995. Global patterns of mammalian diversity, endemism, and endangerment. *Conservation Biology*. 9: 559-568.

- Cervantes, F. A., J. Martínez y R. M. Gonzáles. 1994. Karyotypes of the Mexican tropical voles *Microtus quasiater* and *Microtus umbrosus* (Arvicolinae: Muridae). *Acta Theriologica*. 39(4): 373-377.
- Cole, F. R. y G. O. Batzli. 1978. The influence of supplemental feeding on a population of the prairie vole *Microtus ochrogaster*. *Journal of Mammalogy*. 59(5): 809-819.
- Cole, F. R. y G. O. Batzli. 1979. Nutrition and population dynamics of the prairie vole, *Microtus ochrogaster*, in central Illinois. *Journal of Animal Ecology*. 48(2): 455-470.
- Corbet, G. B. y J. E. Hill. 1980. A World List of Mammalian Species. British Museum (Natural History)-Cornell University Press. London. 226 p.
- "_____". 1986. A World List of Mammalian Species. 2nd. ed., British Museum (Natural History)-Cornell University Press. London. 254 p.
- "_____". 1991. A World List of Mammalian Species. 3rd ed., Natural History Museum Publications-Oxford University Press. London. 243 p.
- Coues, E. 1874. Synopsis of the Muridae of North America. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*. 3: 173-196.
- Cranford, J. A. y E. O. Johnson. 1989. Effects of coprophagy and diet quality on two microtine rodents (*Microtus pennsylvanicus* y *Microtus pinetorum*). *Journal of Mammalogy*. 70(3): 494-502.
- Dalquest, W. W. 1950. Records of mammals from the Mexican State of San Luis Potosí. *Occas. Papers Mus. Zool. Louisiana State Univ.*, 23: 1-15.
- "_____". 1953. Mammals of the Mexican State of San Luis Potosí. *Louisiana State Univ. Studies, Biol. Sci. Ser.*, 1: 1-229.
- Davis, W. B. 1944. Notes on Mexican mammals. *Journal of Mammalogy*. 25(4): 370-403.
- Desy, E. A. y G. O. Batzli, 1989. Effects of food availability and predation on prairie vole demography: a field experiment. *Ecology*. 70(2): 411-421.

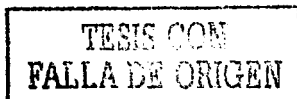
- Dusi, J. L. 1949. Methods for the determination of food habits by plant microtechniques and histology and their application to cottontail rabbit food habits. *Journal of Wildlife Management*. 13: 295-298.
- Ellerman, J. R. 1940. The families and genera of living rodents. *British Museum (Natural History)*. London. vol.1: XXVI + 689 p; 2: XII + 690 p.
- Estebanes, G. M. L. y R. L. Smiley. 1997. Two new species of the genus *Echinonyssus* Hirst (Acari: Laelapidae) from México, with a key to the Neotropical species. *International Journal of Acarology*. 23(4): 237-242.
- Ferns, P. N. 1976. Diet of a *Microtus agrestis* population in south west Britain. *Oikos*. 27(5): 506-511.
- Fleharty, E. D. y L. E. Olson. 1969. Summer food habits of *Microtus ochrogaster* and *Sigmodon hispidus*. *Journal of Mammalogy*. 50(3): 475-486.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ta ed., Instituto de Geografía. UNAM. México. 217 p.
- Gebczynska, Z. y A. Myrcha. 1966. The method of quantitative determining of the food composition of rodents. *Acta Theriologica*. 11(4): 385-390.
- Gebczynska, Z., M. Gebczynski, K. Morzuch y M. Zielinska. 1989. Food Eaten by Four Species of Rodents in Polluted Forests. *Acta Theriologica*. 34(32): 465-477.
- Goodwin, G. G. 1969. Mammals from the State of Oaxaca, México, in the American Museum of Natural History. *Bull. Amer. Mus. Nat.Hist.*, 141(1): 1-270.
- Groombridge, B. 1992. *Global Biodiversity: Status of the Earth's Living Resources*. Chapman & Hall. London. 585 p.
- Guevara-Chumacero, L. M. 2000. 105 años de investigación mastozoológica en México: un análisis de sus enfoques y tendencias. Tesis de Licenciatura. E.N.E.P.-Iztacala. UNAM. México. 59 p.
- Haken A. E. y G. O. Batzli. 1996. Effects of availability of food and interspecific competition on diets of prairie voles (*Microtus ochrogaster*). *Journal of Mammalogy*. 77(2): 315-324.



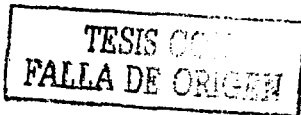
- Hall, E. R. 1981. *The Mammals of North America*. 2nd. ed. John Wiley & Sons. New York. vol. 2: VI + 601-1181+90 p.
- Hall, E. R. y E. L. Cockrum. 1953. A synopsis of the North American microtine rodents. *Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist.*, 5(27): 373-498.
- Hall, E.R. y W. W. Dalquest. 1963. The mammals of Veracruz. *Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist.*, 14(14): 165-362.
- Hall, E.R. y K. R. Kelson. 1959. *The Mammals of North America*. The Ronald Press Co., New York. vol. 2: VII + 547-1083 + 79 p.
- Hahus, S. C. y K. G. Smith. 1990. Food habits of *Blarina*, *Peromyscus*, and *Microtus* in relation to an emergence of periodical cicadas (Magicicada). *Journal of Mammalogy*. 71(2): 249-252.
- Hansson, L. 1970. Methods of morphological diet micro-analysis in rodents. *Oikos*. 21: 255-266.
- Hoffmann, R. S. y J. W. Koepl. 1985. Zoogeography. Pp.84-115, en: *Biology of New World Microtus*. (Tamarin, R. H. ed.). American Society of Mammalogist. Spec. Publ. No. 8: 893 p.
- Holechek, J. L. 1982. Sample preparation techniques for microhistological analysis. *Journal of Range Management*. 35: 267-268.
- Honacki, J. H., K. E. Kinman y J. W. Koepl (eds.). 1982. *Mammal species of the world: A taxonomic and geographic reference*. Joint Venture of Allen Press. Lawrence, Kansas. IX + 694 p.
- Hooper, E. T. 1957. Records of Mexican mammals. *Occas. Papers Mus. Zool., Univ. Michigan*. 586: 1-9.
- Hooper, E. T. y B. S. Hart. 1962. A synopsis of Recent North America microtine rodents. *Misc. Publ. Mus. Zool., Univ. Michigan*. 151: 1-68.
- Korschgen, L. J. 1980. Procedures for food-habits analyses. en: *Wildlife management techniques manual* (Schemnitz, S. D. ed.). The Wildlife Society Inc., Washington, D. C. 686 p.



- Lee, W. B. y D. C. Houston. 1993. The role of coprophagy in digestion in voles (*Microtus agrestis* and *Clethrionomys glareolus*). *Functional Ecology*. 7(4): 427-432.
- León-Panlagua, L., E. Romo-Vázquez, J. C. Morales, D. J. Schmidly y D. Navarro-López. 1990. Noteworthy records of mammals from the State of Queretaro, México. *Southwestern Naturalist*. 35(2): 231-235.
- Lindroth, R. L. y G. O. Batzli. 1984. Food habits of the meadow vole (*Microtus pennsylvanicus*) in bluegrass and prairie habitats. *Journal of Mammalogy*. 65(4): 600-606.
- López-Wilchis, R. y J. López-Jardines. 1998. Los mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá. Vol.1. Universidad Autónoma Metropolitana-iztapalapa. México. 323 p.
- Martín, R. A. 1995. A new middle Pleistocene species of *Microtus* (*Pedomys*) from the southern United States, with comments on the taxonomy and early evolution of *Pedomys* and *Pitymys* in North America. *Journal of Vertebrate Paleontology*. 15(1): 171-186.
- Martínez, V. J. 1996. Comparación sistemática entre *Microtus guatemalensis*, *M. quasiater* y *M. umbrinus*. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 155 p.
- Matamoros-Trejo, G. y F. A. Cervantes. 1992. Alimentos de los roedores *Microtus mexicanus*, *Reithrodontomys megalotis* y *Peromyscus maniculatus* del ex-Lago de Texcoco, México. *Anales del Instituto de Biología. UNAM. Ser. Zool.*, 63(1): 135-144.
- McKenna, M. S. K. Bell. 1997. Clasificación of mammals above species level. Columbia University Press, New York, XIII + 631 p.
- Metcalf, C.R. y L. Chalk. 1985a. Anatomy of the Dicotyledons. Vol. I. Oxford University Press. London. 724 p.
- Metcalf, C.R. y L. Chalk. 1985b. Anatomy of the Dicotyledons. Vol. II. Oxford University Press. London. 776 p.
- Miller, G. S. 1898. Genera and subgenera of voles and lemmings. *North American Fauna*. 12: 1-78.



- Moore, D. W y L. L. Janecek. 1990. Genic Relationships among North American *Microtus* (Mammalia: Rodentia). *Annals of the Carnegie Museum*. 59(3): 249-259.
- Musser, G. G. y M. D. Carleton. 1993. Family Muridae. Pp. 501-755 en: *Mammal species of the World. A taxonomic and geographic reference* (Wilson, D. E. y D. M. Reeder, eds.), 2nd. ed., Smithsonian Institution Press, Washington and London in assoc. American Soc. Mammalogist. XVIII + 1206 p.
- Neal, B. R., D. A. Pulkinen y B. D. Owen. 1973. A comparison of faecal and stomachs content analysis in the meadow vole (*Microtus pennsylvanicus*). *Canadian Journal of Zoology*. 51(4): 715-721.
- Ouellette, D. E. y J. F. Heisinger. 1980. Reingestion of feces by *Microtus pennsylvanicus*. *Journal of Mammalogy*. 61(2): 366-368.
- Phillipson, J., M. Sarazin-Comans y C. Stomatopoulos. 1983. Food consumption by *Microtus agrestis* and the unsuitability of faecal analysis for the determination of food preference. *Acta Theriologica*. 28(26): 397-416.
- Ramírez-Pulido, J., A. C. Castro y M. C. Martínez. 1991. Variación no geográfica de *Microtus quasiater* (Rodentia: Arvicolidae) con notas sobre su ecología y reproducción. *Anales del Instituto de Biología. UNAM. Ser. Zool.*, 62 (2): 341-364.
- Ramírez-Pulido, J., A. C. Castro, J. Arroyo-Cabrales y F. A. Cervantes. 1996. Lista Taxonómica de los mamíferos terrestres de México. *Occas. Papers Mus. Texas Tech Univ.*, No. 158. 62 p.
- Repenning, C. A. 1983. *Pitymys meadensis*. Hibbard from the Valley of México and the clasification of North America species of *Pitymys* (Rodentia: Cricetidae). *Journal of Vertebrate Paleontology*. 2(2): 471-482.
- Rothstein, B. E. y R. H. Tamarin. 1977. Feeding behavior of the insular beach vole *Microtus breweri*. *Journal of Mammalogy*. 58(1): 84-85.
- Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Ed. Limusa, México. 432 p.
- Sparks, D. R. y J. C. Malechek. 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscope technique. *Journal of Range Management*. 21: 264-265.



ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

- Spencer, A. W. 1984. Food habits, grazing activities, and reproductive development of long-tailed voles, *Microtus longicaudus* (Merriam) in relation to snow cover in the mountains of Colorado. en: *Winter Ecology of Small Mammals* (J. F. Merritt ed.) Spec. Publ. Carnegie Mus. Nat. Hist., No. 10: 67-90.
- Stata Corporation. 1999. Stata Statistical Software: release 6.0. College Station.
- Stewart, D. R. 1967. Analysis of plant epidermis in faeces: a technique for studying the food preferences of grazing herbivores. *Journal of Applied Ecology*. 4: 83-111.
- Storr, G. M. 1961. Microscopic Analysis of Faeces, a Technique for Ascertaining the Diet of Herbivorous Mammals. *Australian Journal of Biological Science*. 14(1): 157-165.
- Sumichrast, F. 1881. Enumeración de las especies de mamíferos, aves, reptiles y batracios observados en la parte central y meridional de la República Mexicana. *La Naturaleza*. 5: 199-214, 322-328.
- Tamarin, R. H (ed). 1985. Biology of New World *Microtus*. American Society of Mammalogists. Special Publication 8: 893 p.
- Tast, J. 1974. The food and feeding habits of the root vole, *Microtus oeconomus*, in Finnish Lapland. *Aquilo Ser. Zool.*, 15: 25-32.
- Van der Meulen, A. J. 1978. *Microtus* and *Pitymys* (Arvicolidae) from Cumberland Cave, Maryland, with a comparison of some New and Old World species. *Annals of the Carnegie Museum*. 47(2): 101-145.
- Vergne, Y. 1976. Etude du regime alimentaire du campagnol des champs (*Microtus arvalis*). *Methodologie alimentaire*. D.E.S. Strasbourg.
- Walker, J. y J. S. Fairley. 1968. Winter food irish hares in Conly Antrim, Northern Ireland. *Journal of Mammalogy*. 49(4): 783-785.
- Westoby, M., G. R. Rost y J. A. Weis. 1976. Problems with estimating herbivore diets by microscopally identifying plants fragments from stomachs. *Journal of Mammalogy*. 57(1): 167-172.



- Williams, O. B. 1969. A technique for studying microtine food habits. *Journal of Mammalogy*. 43(2): 365-368.
- Wolff, J. O. y W. Z. Lidicker Jr., 1980. Population ecology of the taiga vole, *Microtus xanthognathus*, in interior Alaska. *Canadian Journal of Zoology*. 58(10): 1800-1812.
- Wong, K. L. y S. Bondrup-Nielsen. 1992. Long-term effects of infant malnutrition on the behaviour of adult meadow voles, *Microtus pennsylvanicus*. *Canadian Journal of Zoology*. 70(7): 1304-1308.
- Zakrzewski, R. J. 1985. The fossil record. Pp.1-51, en: *Biology of New World Microtus* (R. H. Tamarin ed.). American Society of Mammalogist. Spec. Publ. 8. 893 p.
- Zimmerman, E. G. 1965. A comparison of habitat and food of the two species of *Microtus*. *Journal of Mammalogy*. 46(4): 605-612.

Anexo 1. Localidades que se muestrearon para la ubicación de una población viable de estudio. En algunas localidades donde se habían obtenido ejemplares de *Microtus quasiater*, como Jalapa y Tlapacoyán (Veracruz), o no se capturó ningún ejemplar o se capturaron pocos.

FECHA	ESTADO	LOCALIDAD	MSNM	No. TRAMPAS	EJEMPLARES CAPTURADOS
Febrero - 86	Puebla	4 km al N de Teziutlán	1800	160	0
Febrero - 86	Puebla	20 km al N, 5 km al E de Teziutlán	1350	190	0
Marzo - 86	Puebla	4 km al E de Teziutlán	2500	100	0
Marzo - 86	Puebla	3 km al S, 1 km al E de Teziutlán	1950	100	0
Marzo - 86	Puebla	Atzalan	1450	100	0
Marzo - 86	Puebla	Apulco (5.5 Km al N de Zacapoaxtla)	1450	100	2
Junio - 86	Puebla	Apulco	1450	100	4
Junio - 86	Puebla	Apulco	1450	100	4
Noviembre - 86	Puebla	Apulco	1450	80	1
Noviembre - 86	Puebla	Apulco	1450	160	3
Diciembre - 86	Puebla	4 km al O de Cuetzalan	900	73	0
Diciembre - 86	Puebla	Presa Mazatepec	750	75	0
Diciembre - 86	Puebla	2 km al borde de la Presa Mazatepec	750	105	0
Diciembre - 86	Puebla	Apulco	1450	100	2
Junio - 89	Veracruz	4 km al S de Naolinco	2	70	0
Junio - 89	Veracruz	5 km de Naolinco	2	230	0
Junio - 89	Veracruz	20 km de Naolinco a Misantla	0	186	0
Marzo - 90	Puebla	Apulco	1450	120	6
Abril - 90	Puebla	Fraccionamiento "Las Truchas"	2	122	3
Abril - 90	Puebla	Atzalan	1450	120	3
Mayo - 90	Puebla	Centro Piscícola de Apulco	1450	80	2
Mayo - 90	Puebla	Centro Piscícola de Apulco	1450	188	9
Mayo - 90	Puebla	La Gloria	2	70	2
Mayo - 90	Puebla	La Gloria	2	70	2
Junio - 90	Puebla	Centro Piscícola de Apulco	1450	140	23
Junio - 90	Puebla	Centro Piscícola de Apulco	1450	180	12
Junio - 90	Puebla	4 km al N de Tlapacoyan	2	2	1

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Anexo 2. Especies de roedores que se encontraron asociadas con *M. quasiater* en el área de estudio. Cuatro especies habían sido colectadas previamente con *M. quasiater*, sin embargo, *Mus musculus* no se había reportado antes.

ESPECIES ASOCIADAS	REFERENCIAS
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	Hooper, 1957; Ramírez-Pulido <i>et al.</i> , 1991
<i>Oryzomys alfaroi</i> ,	Hall y Dalquest, 1963; Ramírez-Pulido <i>et al.</i> , 1991
<i>Oryzomys fulvescens</i>	Baker y Villa, 1953; Ramírez-Pulido <i>et al.</i> , 1991
<i>Peromyscus sp.</i>	Baker y Villa, 1953; Ramírez-Pulido <i>et al.</i> , 1991
<i>Mus musculus</i>	—

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN