

00377

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS

IMPACTO DEBIDO A LA ACTIVIDAD DE
Pappogeomys merriami merriami (RODENTIA:
GEOMYIDAE) EN UN CULTIVO DE TEMPORAL
EN TLÁHUAC, DISTRITO FEDERAL

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRA EN CIENCIAS (BIOLOGÍA ANIMAL)

PRESENTA

MARIA ELENA MONROY MONROY

DIRECTORA DE TESIS: DRA. GRACIELA GÓMEZ ÁLVAREZ

MÉXICO, D.F.

FEBRERO 2005

m. 340695



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.

Nome Maria Fletea Mouras
Mouras

2 Feb-05

~~2 Feb-05~~

A Pappogeomys



PARA MIS PEDACITOS DE CIELO

AMY

ARUSHKA

NIATUSHKA

KONUC

ASHLY

THANIA

AGRADECIMIENTOS

Deseo manifestar mi mayor agradecimiento a los miembros del jurado:

A la Dra. Graciela Gómez Álvarez por su dirección, preocupación, apoyo constante en la realización de esta tesis, ante todo por ser esa mujer tan especial y muchas gracias por brindarme tu amistad.

A la Dra. Norma Eugenia García Calderón y la M. en C. Guillermina Urbano Vidales por ser miembros de mi Comité Tutorial, ya que por medio de sus correcciones contribuyeron a mejorar este trabajo.

A la Dra. Irma Aurora Rosas Pérez agradezco sus valiosas sugerencias para esta tesis.

Al Dr. René de Jesús Cárdenas Vázquez por su paciencia, el tiempo dedicado a la revisión, elaboración, corregir algo de mi estilo Jar Jar Binks, que sin duda enriqueció esta tesis.

Al M. en C. Rito Terán Olgún por su apoyo y estímulo durante la realización de esta tesis.

A la M. en C. María del Socorro Galicia Palacios por facilitarme el área de estudio y por su accesoria en la parte edafológica.

A la Ingeniera Alma Santos por su colaboración en el trabajo de computación.

Al M. en C. Salvador A. Morales Verdeja por su ayuda en los análisis estadísticos de los datos.

Al Biólogo Rafael Serrano Vázquez por su orientación y apoyo para que este trabajo llegara a termino.

A mis amigas y amigos que contribuyeron en forma directa con sus orientaciones, apoyo, colaboración y estímulo incondicional:

Carmen, Caro, Almita, Jorge, Sinuhé, Bety, Galán, Rena, Salva, Juan Carlos, Yilna, Laurita, Jr, Martha, Maru, Oly, Ade, Alis, Chela², Juanita, Solecito, Luis, Lupita, Mary, Tocaya, Robertico, Matrix, Chichyn, Meche, Maruri, Rafa, Augusto, Lalo, Lety, Crity, Eva, Nery, Anita, Irma, Sara Martha, Lauren, Azules y Gemelo.

Una amistad es diferente de un libro: tiene un comienzo y un desarrollo, pero no debe acompañarse de un final, y les digo que su amistad para mí, no es un lujo sino una necesidad para ser feliz.

"¿Que puede ser más agradable que tener a alguien a quien se le puede hablar tan libremente como a uno mismo?"

y es que

"Sin amistad, el mundo no vale la pena"

Cicerón

CONTENIDO

Página

Resumen.....	1
Introducción.....	3
Relevancia del estudio.....	3
Generalidades de la especie.....	6
Objetivos.....	24
Área de estudio.....	25
Materiales y métodos.....	31
Ejemplares de estudio.....	33
Estudio de montículos y galerías.....	36
Alimentación.....	39
Daño ocasionado por la construcción de los montículos y galerías.....	39
Características del suelo.....	40
Factores ambientales.....	41
Análisis Estadísticos.....	42
Resultados.....	43
Número de organismos.....	43
Montículos.....	43
Galería.....	65
Área de acción.....	71
Cuantificación del daño ocasionado al cultivo por la construcción de Montículos y galería.....	71
Alimentación.....	88
Suelo.....	89
Discusión.....	92
Número de organismos.....	92
Montículos.....	96
Área de acción.....	110
Cuantificación del daño ocasionado al cultivo por la construcción de montículos y galería.....	111
Alimentación.....	114
Conclusiones.....	115
Bibliografía citada.....	119
Anexo.....	126

FIGURAS

	Página
1. <i>Pappogeomys</i>	8
2. Vista ventral de la tuza <i>Geomys</i>	10
3. Distribución actual del Género <i>Pappogeomys</i> en la Cuenca del Valle de México.....	14
4. <i>Pappogeomys merriami</i>	15
5. Vista lateral de una galería tipo de <i>Pappogeomys m. merriami</i>	20
6. Localización del área de estudio en Tláhuac.....	26
7. Área de estudio en Tláhuac, Distrito Federal.....	32
8. Vista lateral de la trampa activada para captura y recaptura del Género <i>Pappogeomys</i>	34
9. Dimensiones de los montículos de <i>Pappogeomys m. merriami</i>	37
10. Altura de los montículos de <i>Pappogeomys m. merriami</i>	45
11. Formas de los montículos de <i>Pappogeomys m. merriami</i> construidos en Tláhuac, Distrito Federal	47
12. Formas de los montículos de <i>Pappogeomys m. merriami</i> construidos en Tláhuac, Distrito Federal.....	49
13. Formas de los montículos de <i>Pappogeomys m. merriami</i> construidos en Tláhuac, Distrito Federal.....	50
14. Formas de los montículos de <i>Pappogeomys m. merriami</i> construidos en Tláhuac, Distrito Federal.....	51
15. Localización de los montículos tapón de <i>Pappogeomys m. merriami</i> construidos en Tláhuac. Distrito Federal.....	53
16. Localización de los montículos de hierba de <i>Pappogeomys m. merriami</i> construidos en Tláhuac. Distrito Federal.....	55
17. Producción de los diferentes tamaños de montículos fabricados por <i>Pappogeomys m. merriami</i> , durante 1990 en Tláhuac, Distrito Federal..	59
18. Producción de los diferentes tamaños de montículos elaborados por <i>Pappogeomys m. merriami</i> , durante 1991 en Tláhuac, Distrito Federal..	61
19. Número de montículos de <i>P. m. merriami</i> y volumen ocupado por éstos durante 1990 y 1991 en Tláhuac, Distrito Federal.....	64
20. Longitud de la galería y área de acción ocupada por tres individuos de <i>Pappogeomys m. merriami</i> , durante 1990 y 1991 en Tláhuac, Distrito Federal.....	67
21. Área de acción anual de <i>Pappogeomys m. merriami</i> registrada durante el año de 1990 en Tláhuac, Distrito Federal.....	72
22. Área de acción de <i>Pappogeomys m. merriami</i> registrada durante la época de secas en 1990 en Tláhuac, Distrito Federal.....	73
23. Área de acción que <i>Pappogeomys m. merriami</i> ocupó durante la época de lluvias en 1990 en Tláhuac, Distrito Federal.....	74
24. Área de acción anual de <i>Pappogeomys m. merriami</i> registrada durante época de secas en 1991 en Tláhuac, Distrito Federal.....	75
25. Área de acción registrada para <i>Pappogeomys m. merriami</i> durante la	

época de secas en 1991 en Tláhuac, Distrito Federal.....	76
26. Área de acción registrada para <i>Pappogeomys m. merriami</i> durante la época de lluvias en 1991 en Tláhuac, Distrito Federal.....	77
27. Porcentaje de pérdidas y cosecha final en 4 600 m ² cultivados con maíz durante 1990 y 1991 en Tláhuac, Distrito Federal.....	80
28. Daños ocasionados a la biomasa del cultivo de maíz, durante 1990 y 1991 en Tláhuac, Distrito Federal.....	85
29. Área y porcentaje cubierta por los montículo de <i>Pappogeomys m. merriami</i> señalando los daños ocasionados al cultivo de maíz durante 1990 y 1991 en Tláhuac, Distrito Federal.....	86

CUADROS

Página

1. Dimensiones promedio de los montículos construidos por <i>Pappogeomys m. merriami</i> en Chalco y Tláhuac.....	45
2. Resultados del ANOVA, aplicada a las alturas de los diferentes tamaños montículos fabricados por <i>Pappogeomys m. merriami</i> en Tláhuac, Distrito Federal.....	46
3. Pruebas de homocedasticidad de varianza (Tukey), para la altura de los montículos de <i>Pappogeomys m. merriami</i> en Tláhuac, Distrito Federal.....	46
4. Diferentes formas que presentaron los montículos de <i>Pappogeomys m. merriami</i> en Tláhuac, Distrito Federal.....	53
5. Producción de los diferentes tamaños de montículos construidos por <i>Pappogeomys m. merriami</i> durante 1990 en Tláhuac, Distrito Federal.....	58
6. Producción de los diferentes tamaños de montículos construidos por <i>Pappogeomys m. merriami</i> durante 1991 en Tláhuac, Distrito Federal.....	58
7. Condiciones meteorológicas, para los meses en que se registró un mayor o menor número de montículos de <i>Pappogeomys m. merriami</i>	63
8. Volumen de suelo ocupado por los montículos construidos por <i>Pappogeomys m. merriami</i> , durante 1990 y 1991 en Tláhuac, Distrito Federal...	63
9. Longitud galería y área de acción ocupada por tres individuos de <i>Pappogeomys m. merriami</i> durante 1990 y 1991 en Tláhuac, Distrito Federal....	66
10. Pérdidas registradas en una chinampa de temporal de 4 600 m ² , cultivada con maíz durante 1990 y 1991 en Tláhuac, Distrito Federal....	79
11. Estimación de la biomasa perdida en un cultivo de maíz, durante 1990 y 1991 en Tláhuac, Distrito Federal.....	84
12. Área dañada por los montículos de <i>Pappogeomys m. merriami</i> en un cultivo de maíz durante 1990 y 1991, en Tláhuac Distrito Federal.....	84
13. Resultados del análisis físico y químico de las calicatas en el suelo de chinampa de Tláhuac, Distrito Federal.....	91

RESUMEN

Varios investigadores afirman que los geómidos son plagas importantes en los cultivos agrícolas pero ignoran aspectos de su biología, particularmente en lo referente a sus movimientos, por ello el motivo del presente trabajo fue determinar la actividad de *Pappogeomys merriami merriami*, así como el impacto que genera su presencia en los cultivos, debido a la construcción de sus galerías.

El estudio se realizó en la Delegación Tláhuac, Distrito Federal, es una zona de chinampas, cultivadas con maíz. La extensión del área fue de 4 600 m², con dos áreas testigo (30X24 m y 15X15 m) donde no había tuzas. Los muestreos se realizaron en 1990 quincenalmente y 1991 cada mes, en ambos años durante la temporada de cultivo los muestreos fueron semanales. Se localizaban los montículos frescos y se registraban sus dimensiones y forma. De las galerías se obtuvo la dirección, longitud, profundidad y diámetro y se cuantificaron los daños al cultivo. Por medio de diferentes pruebas estadísticas se determinó si la tuzas, fabrica diferentes tamaños de montículos, cuales son las variables meteorológicas y si el tipo de suelo influye en: su tamaño, construcción y producción.

El tamaño y forma de los montículos es una respuesta del geómido a los cambios en el tiempo, cuando las condiciones ambientales eran críticas las tuzas construían mayor número de montículos chicos. Por consiguiente, los tipos de montículos son indicadores de las fluctuaciones del tiempo.

La producción y volumen de los montículos variaron de un año a otro e incluso de un mes a otro, esto fue debido a las oscilaciones del tiempo. Los principales factores que influyeron para

que las tuzas construyeran más montículos fueron la precipitación y los días nublados. En los dos años de observación, la hembra adulta registró las mayores longitudes de la galería y fue la más activa. El área de acción no fue ocupada por otra tuza, pero sí fue un microhábitat adecuado para pequeños vertebrados e invertebrados.

El daño ocasionado al cultivo por las tuzas únicamente fue de 1.7%, ya que sólo se alimentó de él en los primeros meses. No hubo una relación entre la producción, área, volumen de los montículos, la longitud de la galería, tipo de alimentación y número de organismos con respecto a los daños ocasionados por las tuzas. La mayor pérdida económica fue ocasionada por otros factores como: suelo salino-sódico, chillotillo, viento y lluvia (51%).

El geómidó construyó cuatro diferentes tamaños de montículos como una respuesta a las variaciones de temperatura, precipitación y dirección del viento, independiente a la textura del suelo. Por medio de la construcción de los montículos va a facilitar la ventilación en la galería, manteniendo el ambiente estable en los túneles del sistema, favoreciendo al medio y organismos.

La tuza no ocasionó un daño significativo al cultivo. En cambio los beneficios que proporciona esta especie al área en que habita con respecto al suelo son: aeración, remoción, drenaje más lento, reducción de la porosidad, intemperización del sustrato, mantiene la humedad y temperatura, enriquece el medio con materia orgánica e inorgánica, abono, formación de humus y suelo, forestación. Para otros organismos, sus galerías son lugares ideales donde habitan artrópodos y vertebrados como la salamandra *Ambystoma tigrinum*, y además los montículos son utilizados como incubadoras por algunos organismos.

A los ojos del hombre de imaginación, la
naturaleza es la imaginación misma
William Blake (1757-1827)

INTRODUCCIÓN

RELEVANCIA DEL ESTUDIO

Debido a sus hábitos hipógeos *Pappogeomys merriami merriami* es considerada como una de las siete especies de mamíferos responsables de pérdidas económicas en el sector agrícola (Miller 1953, López-Forment 1968), González (1980) afirmó que dicha especie daña un 11% de los cultivos en el Distrito Federal. Asimismo, se considera que su actividad es perjudicial en bosques y jardines (Miller 1957, Sánchez 1981), dicha pérdida es ocasionada no por lo que ingiere, sino por la construcción de sus montículos y galerías (Buechner 1942). Laycock (1958), Ward y Hansen (1962), Ward y Keit (1962), Vaughan (1972), Reichman y Smith (1985) han mencionado que la tuza compite con el ganado por el forraje y éste a veces puede fracturarse las patas al pisar alguna galería de tuza. También han dicho que las tuzas influyen sobre las especies vegetales al alterar las condiciones edáficas y erosionar el suelo. Villa (1952), Hall y Kelson (1959), Sosa (1981), Aguilar (1990) afirmaron que este roedor daña canales de riego, así como diques de irrigación, afloja cimientos de cercas y casas, terraplenes en las vías férreas y carreteras.

Wight (1930), Miller (1953), López-Forment (1968) y Aguilar (1990) mencionaron que los daños que causa la especie *Pappogeomys* se centran principalmente en cultivos de maíz, haba, alfalfa, cebada, trigo, frijol, calabaza, plátano, piña, maguey y árboles frutales como el capulín, chabacano, durazno, peral y manzano. Wight (1930), Herman y Harol (1963) y Olmedo (1990) reportaron que al destruir los geómidos las raíces de los árboles frutales los debilitan y mueren.

Otro daño ocurre en los brotes, corteza y semillas de los árboles (Águilar 1990). Dingle (1952) registró que a nivel forestal dichos organismos reducen en un 25% las poblaciones de árboles jóvenes. En cambio Herman y Harol (1963) citaron sólo un 9% en plantaciones de pinos. Díaz (1964) ha referido que el cultivo de maíz (*Zea mays*) fue el más afectado por las tuzas, dañando de 100 a 200 plantas/ha y Villa (1984) afirmó que se han dado casos superiores al 25%. En contraste, Monroy (1988) reportó un 0.2% de pérdidas en una hectárea cultivada con remolacha (*Beta vulgaris*). Además, Ward y Keit (1962) y Márquez (1994) observaron que *Pappogeomys* no reduce ni daña hierbas ni pastizales.

Martínez (1989) determinó que los daños ocasionados por *Pappogeomys m. merriami* en cultivos de maíz en Mixquic, Distrito Federal fueron de 772 a 31 plantas/400m² (30% a 1.2%) de grano seco de \$ 43 610 a \$ 7 350; de 352 plantas/1 620 m² (2.7%) de grano seco \$ 19 845 y de 1 119 plantas/5 000 m² (2.8%) en grano seco \$ 19 845. Martínez (1989) concluyó que las mayores pérdidas económicas fueron con relación al forraje verde maduro y que no siempre el daño es proporcional al tamaño del área.

Grinnell (1923, 1933), Scheffer (1910), Buechner (1942), Villa (1952), Ellison y Aldous (1952), Laycock (1958), Hall y Kelson (1959), Dowhower y Hall (1966) Vaughan (1972) y Monroy (1988) han afirmado que los beneficios que aportan los geómidos al ambiente por medio de su actividad monticular y formación de galerías son cuantiosos, entre los que destacan:

1. Remoción del suelo: por medio de la construcción de montículos y galerías, transformándose el suelo más fértil ya que las raíces penetran más rápidamente; el aflojamiento del suelo contrarresta el efecto de la compresión por las pezuñas del ganado en pastizales y alfalfares o por la maquinaria agrícola. Por medio de esta actividad las tuzas evitan la erosión del suelo.

2. Aeración del suelo: con sus sistemas favorecen la aeración del suelo, lo cual ayuda al crecimiento de las raíces de las plantas.

3. Materia orgánica: enriqueciendo el suelo con materia orgánica de sus nidos inactivos

(lugar donde pernocta la tuza o bien tiene a sus crías), cámaras de alimentación, se encuentran a los extremos de la vía principal (sitio donde el gemido coloca su alimento, para ser consumido después), así como de artrópodos, anfibios, reptiles y pequeños mamíferos muertos dentro de la galería y excremento del organismo que se queda dentro de la misma.

4. Formación de humus: favorecen indirectamente la formación de humus, al tapar con sus montículos la vegetación circundante en la superficie.

5. Materia inorgánica: al elaborar los montículos las tuzas van a sacar al exterior suelo de profundidades de 0.15 a 2.85 m, este va a contener micronutrientes del subsuelo son inalcanzables por algunas plantas debido a que se encuentran a ciertas profundidades y así pueden ser aprovechados por la vegetación del lugar.

6. Retención de agua: van a favorecer la retención de agua en el subsuelo como resultado del control que ejerce la tuza en su socavón para mantener su microclima estable, ayudando a la germinación y crecimiento de las plantas en la superficie.

7. Infiltración: con la presencia de sus galerías hace que infiltración se reduzca en este tipo de suelos con alto porcentaje de arena.

8. Forestación: al construir y acondicionar su galería va sembrado bajo el suelo, principalmente en el techo del sistema y al fabricar sus montículos quedan semillas en el suelo, germinando posteriormente, en el montículo o a través del mismo.

9. Formación de suelo: al erosionarse los montículos por el viento o agua, se va a dispersar su contenido y al llegar a una depresión se depositará e irá acumulando y así se formará suelo fértil.

10. Nitrogenación del suelo: por medio de sus excretas devuelve al suelo el nitrógeno.

11. Intemperización del sustrato: es el proceso por medio del cual se desarrolla el suelo a partir de procesos químicos, físicos, activados por agentes atmosféricos que ocasionan que las rocas se desintegren para finalmente formarlo. La Intemperización en el medio se acelera, por medio de la construcción y acondicionamiento diario de los túneles de las galerías, que llevan el agua con partículas del sustrato a las masas rocosas inferiores.

12. Porosidad del suelo: al construir de sus túneles la tuza va emparejar el suelo

reduciendo la porosidad, favoreciendo así la conservación del agua.

13. Formación de manantiales: los túneles de las galerías conducen el agua que formará manantiales en otros lugares.

14. Hábitat: sus galerías son un lugar ideal para que vivan innumerables especies de artrópodos y vertebrados, los cuales ayudan al equilibrio de la comunidad.

Por consiguiente, es claro que existen puntos de vista distintos acerca del papel de la tuza en el sistema de cultivo extensivo e intensivo. Aguilar (1990) concluye que de los 60 trabajos realizados sobre geómidos, el 4% se refieren a los beneficios aportados por estos organismos, el 31% a métodos de combate y un 2% a la cuantificación de los daños ocasionados por dichos organismos. Pocas de estas especies han sido investigadas en particular con respecto al daño que causan; por lo que es necesario realizar un estudio detallado de su actividad, que permita evaluar el daño de estos roedores, los cuales han sido reconocidos como plagas en América. En la actualidad se están preocupando por realizar estudios sobre descripción general de las especies que son consideradas como dañinas para cultivos y ganado, encaminadas para cuantificar el daño, si es que existe. Evaluando tanto su papel como plagas, las técnicas de control, determinar sus opciones y estrategias de manejo (Bruggers 1994), así como los beneficios que aportar al medio.

GENERALIDADES DE LA ESPECIE

La Familia Geomyidae

Distribución y hábitat

La Familia Geomyidae habita en el Continente Americano. Se distribuye desde Canadá hasta el norte de Colombia. Es en el sur de Estados Unidos y México donde los individuos alcanzan su mayor peso y tamaño (Vaughan 1978, Hall 1981). La Familia está compuesta en la actualidad

de cinco géneros, 32 especies y 300 subespecies (Hall y Kelson 1959, Hall 1981). Russell (1968) afirmó que en México se encuentran distribuidos los cinco Géneros: *Thomomys*, *Geomys*, *Zigogeomys*, *Orthogeomys* y *Pappogeomys*. Los geómidos habitan en bosques templados de pino, encino y oyamel, así como en pastizales y zacatónales; son poco comunes en matorrales xerófilos. Miller (1948, 1957), López-Forment (1968), Best (1973), Márquez (1994) observaron que las tuzas se encuentran principalmente en lugares planos, soleados, de suelos profundos, con altos porcentajes en arena y bajas en arcilla; húmedos y con abundante vegetación herbácea.

Las tuzas son organismos hipógeos ya que se desarrollan casi toda su vida bajo el suelo; únicamente salen al exterior cuando se encuentran construyendo sus montículos (exponiendo sólo la mitad de su cuerpo, Monroy 1988), o cuando se asolean, lo que comúnmente lo hacen de 11:00 a 15:00 h (Villa 1947). En época de reproducción pueden recorrer distancias considerables sobre la superficie del suelo en busca de la hembra, o bien si las condiciones en el medio se tornan adversas pueden emigrar, esto lo realizan tanto en el día como por la noche (Wight 1930, Villa 1952, Hall y Kelson 1959, López-Forment 1968, Russell 1968, Sosa 1981, Monroy 1988).

Características generales

Las tuzas son cavadoras, corpulentas, de cuerpo cilíndrico, recubierto de pelo corto y fino; de color variable desde el ante al negro (Fig. 1). Las orejas tienen el pabellón auditivo muy reducido. Los ojos son pequeños. Presentan patas cortas con musculatura bien desarrollada, en cuyas plantas exhiben cojinetes; poseen garras curvas y puntiagudas siendo más largas las de los miembros anteriores, en cambio las posteriores ostentan franjas de pelo entre los cojinetes; todo esto contribuye a la labor de extracción del suelo, aumentando así su efectividad en el momento de cavar (Sánchez 1981).

La fórmula dentaria que presentan los organismos de la Familia Geomyidae es: I 1/1;



Fig. 1. Organismo del Género *Pappogeomys* (foto de Alberto González Romero).

C 0/0; PM 1/1; M 3/3= 20. Los incisivos son curvos y largos, con esmalte sólo en la parte frontal, el extremo distal esta terminado en forma de cincel y de crecimiento continuo y carecen de raíz ya que jamás se cierra la cavidad pulpar en la base (Pirlot 1976). Estos incisivos son utilizados como picos al inicio de la excavación, también le sirven para partir raíces o tallos (Villa 1952, Russell 1968). La boca esta dividida en dos cámaras por los labios que se unen verticalmente, separando los incisivos de los premolares y así se evita que el suelo se le introduzca en el interior de la boca, mientras cava.

Williams y Baker (1974) y Hall (1981) observaron que en la parte externa de cada mejilla, los geómidos presentan una cámara anterior llamada abazón, sin comunicación entre ellas. Estas cámaras están formadas por invaginaciones de la piel, ambas recubiertas totalmente con pelo (Fig. 2), y son utilizadas para almacenar y transportar alimentos o material para la construcción del nido.

Los geómidos no presentan una diferenciación evidente entre el cuello y la cabeza, esto les permite girar el cuerpo a 180 grados para huir rápidamente dentro de sus túneles cuando son perseguidos o sorprendidos por depredadores. La cola es de menor tamaño que el cuerpo, delgada, escamosa y se halla casi completamente desnuda, al parecer esta provista de órganos sensitivos; esta le sirve al animal para mantener el equilibrio en el momento de cavar y desplazarse dentro de los túneles de su galería (Hall 1981, Ceballos y Galindo 1984), y además le ayuda a regular su temperatura corporal (McNab 1966).

Las tuzas son organismos solitarios, no toleran a otro individuo dentro de su galería; exceptuando a la salamandra *Ambystoma tigrinum* y algunos artrópodos (Monroy 1988). A los organismos extraños los repelen agresivamente, aunque sean de su misma especie; a excepción de la época de crianza (Wight 1930, Ward y Hansen 1962, Russell 1968, Sosa 1981, Cetina y Chávez 1981, Ceballos y Galindo 1984). Durante este período las tuzas se vuelven menos agresivas e incluso toleran a otros organismos de su mismo género o bien de otro; esto



Fig. 2. Vista ventral de la tuza *Geomys*, mostrando los abazones (según Williams y Baker 1974; dibujo realizado por la autora).

se observa principalmente en *Thomomys* (Hansen y Miller 1959, Vaughan 1967, Reichman y Baker 1972). Miller (1974) ha considerado que los factores que afectan la agresividad en las tuzas son el estado reproductor y la edad.

Reproducción

Los factores que favorecen la actividad reproductiva de los geomidos son: (1) climáticos como lluvias y temperaturas estables; (2) bióticos, tales como alimentación, ante todo alimento verde que les provee de suficiente energía para iniciar y continuar su actividad reproductora (Dixon 1929, Bond 1946, Wood 1949, Backer 1970). De este aspecto Brown (1933) afirmó, que una buena alimentación favorece el aumento de peso en los organismos con base al peso específico del mismo, actuando como un indicador de madurez sexual.

El peso en ambos sexos nos indica su capacidad reproductora. En los machos el peso es determinante para defender su territorio, en la selección de estrategias para la obtención de alimento y búsqueda de pareja (Bronson 1985), lo cual ocurre cuando el macho abandona su sistema para iniciar la búsqueda de la hembra (Jasso 1951). La época de lluvias es más favorable para el aumento de peso en estos organismos, debido a que existe una mayor cantidad de alimento, temperaturas óptimas, tierras friables (fáciles de cavar) para la construcción de galerías y nidos. Si dichas condiciones varían, pueden retardar o adelantar el ciclo anual (Bond 1946). Schramm (1961) observó que la cópula en *Thomomys bottae*, se establece cuando se intercomunican ambos sistemas (el apareamiento es subterráneo). El apareamiento dura 25 minutos aproximadamente. Scheffer (1938) afirma que el período de gestación en *T. bottae* es de 18 días con 23 horas. La duración del parto es de media a una hora. Las camadas de las tuzas pueden ser, de una a seis crías (Scheffer 1910, English 1932, Wood 1955, Wing 1960). Scheffer (1938) ha afirmado que el desarrollo del feto puede ser afectado por las condiciones del medio, cambios estacionales bruscos, escasez de alimento (King 1927, Bond 1946, Andersen 1978); todo lo anterior provoca tensión en las hembras gestantes llegando incluso a darse la reabsorción de sus fetos.

Hall (1981) reportó que las crías de las tuzas permanecen con la madre solamente de cuatro a seis semanas, siendo *Geomys pinetis* la especie que presenta la época más prolongada de crianza. Durante este período la madre presenta un marcado instinto maternal con sus crías (Wight 1930), después repentinamente la madre se torna agresiva con la camada y las patea alejándolas de su sistema para finalmente tapar una sección de la vía principal y quedando nuevamente sola. Posteriormente cada cría toma su camino o bien puede compartir la galería mientras son jóvenes (Wight 1930, Miller 1946, Wood 1949).

En el Género *Pappogeomys* se han registrado hasta ahora los patrones reproductores siguientes:

(1) En *P. castanops* de Texas dicho patrón se inicia en noviembre, siendo mayor de marzo a abril, con sólo una cría (Smolen 1980); (2) *P. merriami merriami* de Huitzilac, Morelos se reproduce en los meses de sequía, de octubre a febrero, con una sola camada al año (Flores 1983); (3) *P. tylosinus tylosinus* del estado de México, tiene una época reproductora entre los meses de junio a diciembre (Sosa 1981). (4) *Pappogeomys m. merriami* de Chalco se reproduce durante todo el año (Villa 1986). Durante la época reproductora se han registrado ocupaciones múltiples en galerías de *Cratogeomys castanops* (= *Pappogeomys castanops*); las combinaciones más frecuentes fueron de una hembra adulta con uno o más jóvenes (Russell 1954; Heldal., et al., 1965).

Género *Pappogeomys*

Distribución del Género Pappogeomys

El Género *Pappogeomys* se distribuye en México, en la cordillera Neovolcánica Transversal y la región de la meseta Norte-Sierra Madre Occidental, al igual que en las regiones áridas del sureste de Texas, este de Nuevo México y sureste de Colorado (Russell 1968, Hall 1981). Estos mamíferos habitan principalmente en dos tipos de suelos con determinada vegetación: arenosos con vegetación xerófila y volcánicos con vegetación boscosa (Villa 1952, Russell 1968, Hall 1981).

Distribución y registros actuales de la especie Pappogeomys merriami merriami en México
La especie *P. m. merriami* se encuentra en el sur de la Cuenca de México y en las sierras de Las Cruces, Ajusco, Popocatepetl, Iztaccíhuatl. En el Estado de México se colectado en: Parres (Villa 1953), Amecameca a 2 900 m.s.n.m., sureste de la Ciudad de México (Paso de Cortés), a 3 180 m.s.n.m., volcán Popocatepetl, a 4 100 m.s.n.m., Monte Río Frío (Russell 1968); Zoquiapan (15 km al suroeste de Frío) a 3 110 m.s.n.m. (Blanco 1981) y noroeste del volcán Iztaccíhuatl, en la parte sureste del Parque Nacional (Cetina y Chávez 1981); Chalco, a 2 280 m.s.n.m. (Villa 1986); Texcoco, a 2 240 m.s.n.m. (Aguilar 1990). Distrito Federal: Cerro Ocopixco, a 2 950 m.s.n.m., Churubusco, La Cima; Parres, San Gregorio Atlapulco; Sta. Cruz Acalpixca, a 2 270 m.s.n.m., Xochimilco, Ciudad Universitaria, Huipulco (Villa 1953); Ixtapalapa (Villa 1953, Russell 1968); Ajusco (Russell 1968); Cerro Zacatepec (Russell 1968); Tlalpan (Russell 1968); Mixquic, a 2 250 m.s.n.m. (Martínez 1989)(Fig. 3).

Hábitat de Pappogeomys m. merriami

Pappogeomys m. merriami habita en campo abierto, en zonas que presentan una topografía plana o casi plana, con suelos profundos, con un alto porcentaje de arena (43.2 % a 78%) y bajo en arcilla (2% a 14.7%) (López-Forment 1968, González 1980, Cetina y Chávez 1981, Monroy 1988, Olmedo 1990).

Características generales de Pappogeomys m. merriami

Pappogeomys m. merriami era llamada por los aztecas chachaoatl. En la actualidad se le denomina tuza grande (González 1980, Olmedo 1990). Este roedor no presenta un dimorfismo sexual acentuado (Fig. 4), aunque el macho generalmente es de mayor tamaño que la hembra. Las medidas externas para hembras y machos respectivamente son: longitud total 299-324 mm y 326-355 mm; longitud de la cola 71-119 mm y 74-126 mm; longitud de la pata 36-49 mm y 38-53 mm; y peso para hembras de 240 g y machos 600 g, sin embargo se han encontrado organismos de 1 000 g (González 1980, Ceballos y Galindo 1984). Esta especie presenta una piel lustrosa, el dorso va del color ante claro al castaño pardo y ventralmente presentan un tono

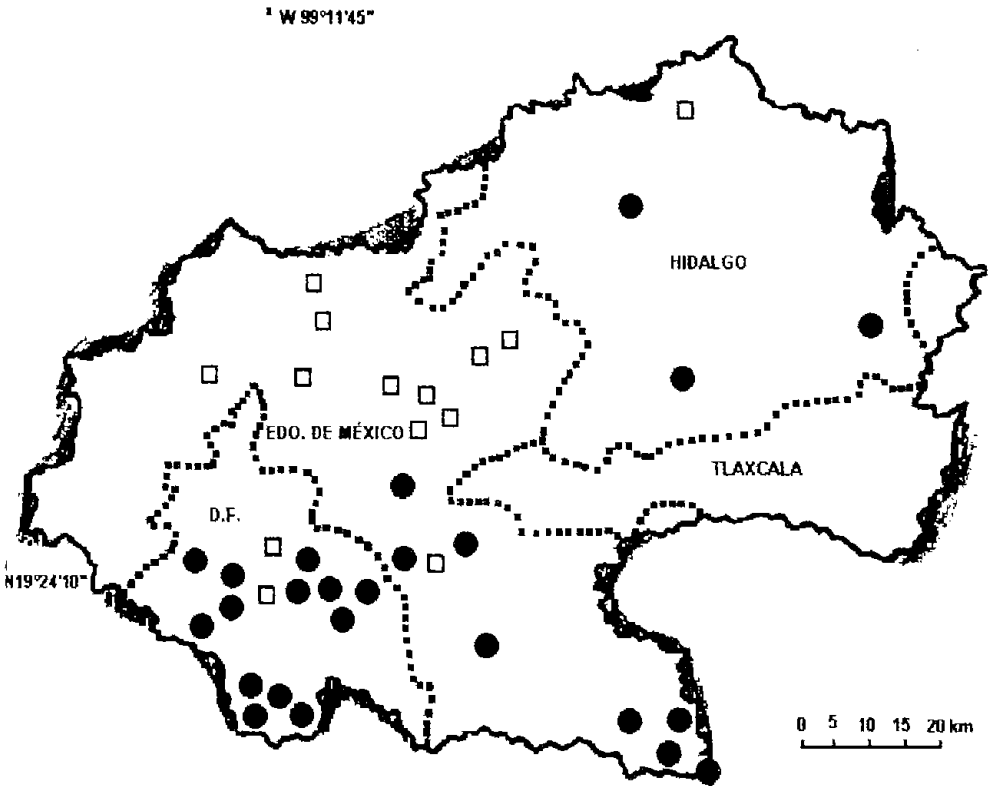


Fig. 3. Distribución actual del Género *Pappogeomys* en la cuenca del Valle de México. *P. merriami merriami* (esferas), *P. tytorhinus tytorhinus* (cuadros). Dibujo realizado y actualizado por la autora a partir de lo que aparece en Sosa (1981) y Russell este último tomado de Ceballos y Galindo (1984).



Fig. 4. *Pappogeomys merriami* (dibujo realizado por la autora).

negro, aunque también se han llegado a encontrar organismos negros, albinos y plateados (González 1980, Ceballos y Galindo 1984).

Reproducción

Santillán (1978) afirmó que esta especie presenta varios partos al año, teniendo cada uno, de dos a cuatro crías (González 1980). Brown (1933) consideró que este tipo de ciclo reproductor continuo se debía a la carencia de una época de frío severo y a la presencia de alimento constante y que estas condiciones se daban principalmente en tierras con riego y tratadas con fertilizantes. Brown (1933) observó que el alimento constante favorece a las especies herbívoras, entre ellas a *Geomys pinetis*, propiciando el nacimiento de dos a cuatro camadas por año (Dixon 1929, Storer 1942, González 1980). El mayor número de hembras gestantes coincidía con las estaciones de primavera y verano, cuando hay gran cantidad de plantas verdes y raíces, temperatura constante y fotoperíodos prolongados.

Villa (1986) afirmó que *Pappogeomys m. merriami* en Chalco, obtuvo su madurez sexual cuando alcanzaba un peso promedio de 500 g, iniciando así su actividad ovárica; comprobándose que la fertilidad se va a intensificar al aumentar el peso en los organismos (edad reproductiva). Dicho autor registró geómidos con un peso de 800 g, los cuales tenían hasta tres fetos. Lo mismo fue observado por Sosa (1981) pero en *P. tylosinus tylosinus*, ambas especies presentaron su mayor actividad de julio a diciembre. En cambio Flores (1983) citó que *P. m. merriami* del estado de Morelos fue fértil en los meses de sequía (octubre a febrero), teniendo una sola camada al año.

Perusquia (1982) reportó que la duración del ciclo estral de *P. m. merriami* de Chalco fue de 8.5 días, pero en la misma especie, colectada en la carretera a Cuernavaca, fue de 12 a 15 días. El autor estipula que la variación se debía principalmente al tipo de alimentación. Gunther (1957) citó que también influyen la altitud y temperatura en el ciclo estral. González (1980) mencionó que el periodo de gestación de esta especie es de 30 a 40 días, mientras que Flores (1983)

escribió, que en la actualidad se desconoce la duración de la lactancia.

Alimentación

Esta especie es herbívora, se alimenta principalmente de raíces, tubérculos, bulbos (papa, remolacha, nabo, betabel) y algunos tallos como caña de maíz y de azúcar (Villa 1952, Russell 1968, Monroy 1988, Aguilar 1990), malezas, pastos, matorrales, tallos tiernos, follaje de hierbas tiernas como alfalfa, frijol, haba y calabaza (López-Forment 1968, González 1980, Olmedo 1990).

Aguilar (1990) registró que *Pappogeomys merriami merriami* prefiere ante todo el betabel y en proporciones más bajas raíces, hojas y granos; en época de sequía llega a consumir raíces, corteza de plantas leñosas y semileñosas como árboles y arbustos. Cetina y Chávez (1981) y Monroy (1988) reportaron que dicha especie prefiere las plantas que se encuentran en el lugar donde habita, sin presentar una marcada preferencia por una especie determinada. Probablemente lo mismo ocurra con *P. m. merriami* en Tláhuac y los daños ocasionados al cultivo se registren cuando la superficie del área carezca de cubierta vegetal y las tuzas tiendan a alimentarse de la cosecha. Sin embargo, si existe material herbáceo junto con el cultivo, el daño será aún menor, lo cual ha sido reportado por Monroy (1988) para la misma especie en una hectárea cultivada con remolacha (*Beta vulgaris*).

Depredadores

Los depredadores naturales de la especie son: (1) Mamíferos, como *Mustela frenata* (comadreja), *Taxidea taxus* (tlacoyote), el cual era el principal depredador de las tuzas y debido a su actual reducción en número de individuos, ahora son depredadas por *Felis catus* (gato doméstico), *Canis familiaris* (perro doméstico), este último en un 90% (López-Forment 1968); (2) Aves, tal es el caso de *Buteo jamaicensis* (aguililla), *Bubo virginianus* (búho), *Tyto alba* (lechuza), *Speotyto cunicularia* (tecolotillo llanero, el cual solamente come tuzas jóvenes), *Accipiter sp.* (gavilán); (3) Reptiles, como *Pituophis melanoleucus melanoleucus*, *P. depei*, *P. lineaticollis* (cincoates, que se

alimentan de tuzas pequeñas), *P. melanoleucus sayi* (serpiente gofer del Pacífico que se alimenta casi exclusivamente de tuzas y es muy agresiva) (Zim y Smith 1994) y la serpiente de cascabel *Crotalus sp.* (López-Forment 1968, González 1980, Aguilar 1990).

Galería

Estos roedores realizan sus actividades (obtención de alimento, apareamiento, cuidado y crianza de su camada) en extensos y complicados sistemas de túneles (Ward y Hansen 1962, Hickman 1977), que se encuentran a diferentes niveles del subsuelo de acuerdo a la estación del año (Warren 1937, Marshall 1941, Ingles 1949, Monroy 1988). El conjunto de éstos túneles forman la galería (Grinnell 1923, 1933; Hickman 1977).

La galería es el área de acción de las tuzas (Ingles 1952, Reichman y Backer 1972). Wood (1955) afirmó que el área de acción ocupada por *Geomys breviceps brazensis* fue de 97 X 47 pies (423. 54 m²). El tamaño del área de acción varía con la edad y sexo del individuo, así como con la densidad de población, la estación del año, las actividades diarias, el tiempo y perturbaciones del medio (Burt 1943, Brown 1966, Jorgensen 1968, Braun 1985, Bergstrom 1988). La aparición y dimensiones de los montículos frescos en el área, son una evidencia directa de la actividad de estos roedores.

Durante las diferentes estaciones del año el animal utiliza sólo una parte de su sistema, dejando el resto deshabitado. Esto se ha verificado con *Thomomys talpoides*, *T. monticola*. Estos organismos al llegar la primavera abandonan los llanos para irse a las colinas, ya que se empieza a derretir la nieve, haciendo muy húmedo el terreno (Moor 1943, Ingles 1949); en época de sequía *T. bottae* se traslada a las vertientes, en cambio *Pappogeomys castanops* y *Cratogeomys castanops* ocupan las riberas de los ríos (Reichman y Backer 1972). Análogamente *P. m. merriami* en Chalco realizó migraciones a las zanjas o bien a lugares con una espesa cubierta vegetal, que repercute sobre las dimensiones del área de acción (Monroy 1988). Por sus hábitos hipógeos los geómidos al permanecer en el mismo lugar durante toda su vida,

están expuestos a cambios de tiempo, topografía, cobertura vegetal y textura del suelo y presentarán actividad subterránea en la zona que les ofrece menos cambios en su medio. Además por ser organismos solitarios pueden tener una área de acción definida, que ninguna otra tuza compartirá. Probablemente concentre su actividad durante la temporada de secas y de lluvias en determinadas zonas dentro de su área de acción, (Marshal 1941, Ingles 1952).

Las galerías de las tuzas son una serie de túneles subterráneos (Fig. 5). La vía principal es continua, casi recta y se encuentra libre de obstáculos o basura. El túnel más superficial y su profundidad varía debido a las obstrucciones que encuentren los geómidos a su paso. Sosa (1981) encontró que la longitud de la vía principal de la galería de *Pappogeomys t. tylorhinus*, fue de 111.2 m, con una profundidad de 27 a 50 cm; por otro lado, Monroy (1988) registró para *P. m. merriami* una longitud máxima de 150 m y una profundidad de 30 a 70 cm, en contraste con Aguilar (1990) y Sánchez (1981), que observaron para la misma especie, una longitud de 250 m y profundidad de 15 a 50 cm. En los extremos de la vía principal se encuentran los llamados almacenes de alimento. Estos son los lugares donde la tuza guarda su alimento para la época de secas (Wight 1930, Hickman 1977).

El túnel que comunica la vía principal con la vía profunda es generalmente inclinado. Este se conecta generalmente con el nido activo, que es usado en ese momento por la tuza para dormir, descansar, bañarse o bien tener y criar a su camada (Wight 1918, Miller 1957, Hickman 1977, 1985; Monroy 1988). El nido es de forma circular y se encuentra recubierto de pasto, ramas, raíces fibrosas y hojas secas y frescas. El nido activo cuenta con una sola entrada en su parte posterior y en el mismo nivel se localiza la cámara de defecación, la cual es más pequeña que el nido. Ambos se encuentran a un nivel ligeramente más alto que el del túnel que viene de la vía principal. Probablemente debido a esta disposición, la tuza evita que se inunden estas

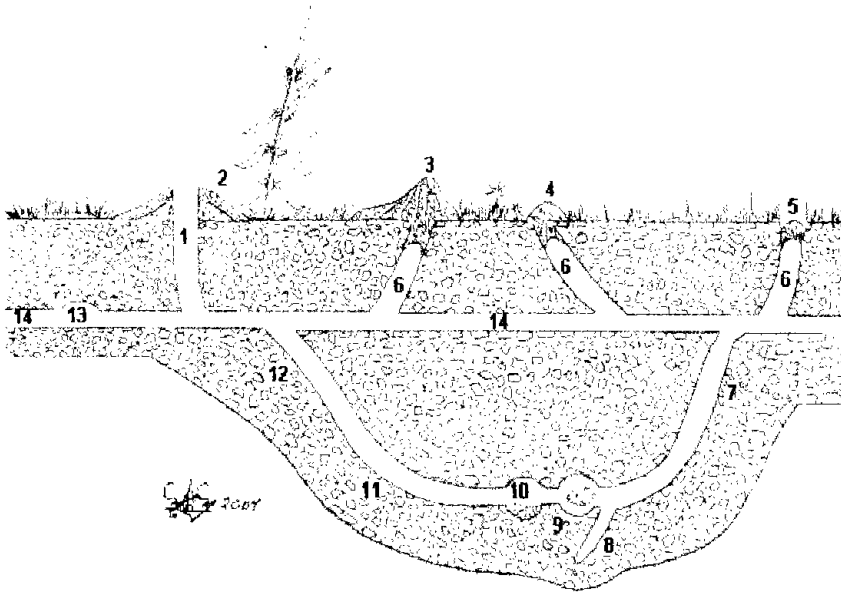


Fig. 5. Vista lateral de una galería tipo de *Pappogeomys m. merriami*. (1) galería abierta, (2) montículo en construcción, (3) montículo grande en forma de abanico, (4) montículo chico, (5) montículo tapón, (6) túnel lateral, (7) túnel descendente a la vía profunda, (8) túnel ciego o de desagüe, (9) nido, (10) cámara de defecación, (11) vía profunda, (12) túnel ascendente a la vía principal o viceversa, (13) cámara para almacenar alimento y (14) vía principal (dibujo realizado por la autora).

cámaras. Además presentan túneles ciegos en diferentes lugares de la vía profunda y nunca falta uno de estos túneles justo antes de la entrada al nido, pero a un nivel más bajo; posiblemente estos sirven como desagüe de la vía profunda (Jasso 1951, Ward y Keit 1962, Reichman y Baker 1972, Hickman 1977).

El género *Pappogeomys* utiliza para la construcción de su nido: *Zea mays* (maíz), hojas, tallos, espigas masculinas; *Schinus sp* (pirú), hojas e inflorescencias; *Agave atrovirens* (maguey), raíz, fibras de la hoja; *Distichlys spicata* (pasto salado) toda la planta, la cual se puede encontrar fresco en nidos activos y seco en los inactivos, pero Wight (1930) reportó, en el género *Thomomys*, que sus nidos activos estaban formados por pasto seco; *Cynodon dactylon*, toda la planta; *Danothera sp*, hojas; *Prunus capuli* (capulín), ramas delgadas; así como hojas de gramíneas, plantas compuestas, plumas de aves, pedazos de papel y polietileno (López-Forment 1968).

El diámetro de los túneles en esta especie y en general los otros geómidos es constante en todo el sistema, esto depende de la talla del animal y la especie. Best (1973) correlacionó el diámetro de la galería de *Geomys bursarius* (7.8 cm), *Pappogeomys castanops* (9 cm) y *Thomomys bottae* (7 cm) contra el promedio del tamaño del cuerpo del animal; obtuvo una relación positiva entre ambos, indicando por lo tanto, que el tamaño del organismo se ve reflejado en el diámetro del túnel.

Los diámetros de los túneles registrados para el género *Pappogeomys* son: *Pappogeomys sp.* de 10.5 cm (Hafner y Hafner 1982), *P. castanops* y *P. t. tylorhinus* de 9.3 cm (Hickman 1977, Sosa 1981) y *P. m. merriami* de 9.6 cm (Cetina y Chávez 1981, Monroy 1988).

Los túneles laterales comunican al sistema con el exterior (Fig. 5). En estos túneles se reduce el diámetro; esto se debe a que el organismo al sacar el suelo sobrante de la construcción y acondicionamiento del sistema por el túnel lateral a la superficie, el suelo se adhiere a las paredes del túnel, reduciendo su diámetro en comparación al de la vía principal.

Montículos

Las tuzas desplazan suelo, pequeñas rocas, ramas y excremento desde el interior de su socavón hacia el exterior, formando con todo ello sus montículos. Miller (1957), Monroy (1988), afirman que dichos montículos están compuestos de dos partes: (1) interna de forma cilíndrica, constituida de suelo, con el que la tuza va a tapar el túnel lateral; la longitud del tapado depende de la estación del año, o sea que puede tapar por completo o parcialmente el túnel lateral; (2) externa, de forma cónica que se encuentra en la superficie. Best (1973), Hickman (1977) y Monroy (1988) observaron que los montículos de *Pappogeomys merriami* estaban formados por suelo, excretas y pequeñas rocas.

En cuanto al tamaño de los montículos la mayoría de los autores han reportado de uno a dos tamaños: montículo y tapón (Cetina y Chávez 1981, Aguilar 1990, Olmedo 1990). Sin embargo, Monroy (1988) ha afirmado que *P. m. merriami* construye cuatro tamaños de montículos que son: (1) tapón, cuya base es de 11 X 9 cm, carece de altura, ya que se encuentra a nivel del suelo; y tiene un peso de suelo seco de 1 300 g; (2) chico, de 24 X 20 cm en su base, con una altura de 8 cm y peso de suelo seco de 3 400 g; (3) mediano, de 40 X 34 cm en su base y con una altura de 13 cm y un peso de suelo seco de 7 400 g; (4) grande, el cual tiene una base de 72 X 51 cm, una altura de 23 cm y un peso de suelo seco de 22 100 g.

Tomando como base que *P. m. merriami* construye cuatro tamaños diferentes de montículos como una respuesta a algunos cambios en las condiciones meteorológicas, como la evapotranspiración del subsuelo, se espera que la especie que habita en la Delegación Tláhuac elabore los mismos tamaños de montículos y estos tamaños sean independientes a la textura del suelo.

Hickman (1977), Hickman y Brown (1973) y Sosa (1981) han mencionado que los montículos de *Thomomys*, *Geomys* y *Pappogeomys* presentan forma de pequeños volcanes, en cambio Hafner y Hafner (1982) determinaron la forma de volcán cónico. Grinnell (1923), López-Forment (1968) y

Sosa (1981) observaron además montículos de forma de abanico y Monroy (1988) reportó las formas de monte redondeado y crisantemo en montículos de *P. m. merriami*. Posiblemente las formas de los montículos que se encuentren en esta zona sean similares a las reportadas para la zona de Chalco por Monroy (1988), las cuales tienden a depender de las condiciones del tiempo (evapotranspiración del suelo) y topografía plana del lugar.

La época de mayor producción de montículos y extensión de la galería de *P. t. tylosrhinus* se ha observado en mayo y septiembre, durante los cuales las tuzas construyeron 96 montículos en 16 813 m² (Sosa 1981). Asimismo, los cuatro organismos de *P. m. merriami* en Chalco durante marzo, abril y mayo, construyeron 92 montículos en 10 800 m² (Monroy 1988).

Los factores físicos determinantes en la construcción de montículos de *P. m. merriami*, son en orden de importancia: la evaporación, el porcentaje de arena en el suelo, la precipitación pluvial, la temperatura, la humedad y la dirección e intensidad de los vientos (Argote 1944, Monroy 1988).

P. m. merriami en Chalco elaboró un mayor número de montículos chicos y tapones en la época de seca, que fue el periodo en que se registró una alta evaporación en la zona (Monroy 1988). Probablemente la especie en Tláhuac, también construye un mayor número de montículos durante esta temporada.

La función principal de los montículos de *P. m. merriami* es la ventilación del conjunto de túneles y regulación del ambiente interno dentro de la galería. Los montículos operan a manera de compuertas de ventilación, abriendo y cerrando los conductos de ventilación, que en este caso serían los túneles laterales. Esto se efectúa en las primeras horas del día (07.00 -11.30 h) y las últimas de la tarde (17.00 -18.45 h) en época de secas. El grado de evaporación en el medio está relacionado con el tamaño de los montículos, por lo tanto: a mayor evaporación menor altura de los montículos y viceversa (Monroy 1988).

Beck y Hansen (1966) y Monroy (1988) afirman que los geómidos presentan su mayor actividad con relación a la elaboración de montículos y galería en época de secas. Posiblemente sea una consecuencia de los cambios de evaporación, temperatura, humedad relativa y precipitación que se dan en el medio, alterando las condiciones edáficas. Como respuesta a estos factores los organismos fabrican un mayor número de montículos y así mantienen estable su ambiente. Durante la época de lluvias, cuando la zona se encontraba cultivada, *Pappogeomys m. merriami* en Chalco tendió a construir un menor tamaño y número de montículos. Por consiguiente, la especie en este estudio probablemente muestre el mismo comportamiento y por tanto el daño a la siembra no sea significativo.

En cuanto a los 14 beneficios (Pág. 2) que *P. m. merriami* aportó al medio en el estudio realizado en Chalco (Monroy 1988), es posible que la especie de Tláhuac muestre semejanzas.

OBJETIVOS

El Objetivo general del presente estudio es relacionar la actividad de la construcción de montículos y galerías así como de la alimentación de *Pappogeomys merriami merriami*, con la magnitud del daño económico directo al cultivo y los beneficios que ocasiona al suelo, que indirectamente benefician al cultivo.

Objetivos específicos

1. Determinar el número de tuzas presentes en el área de estudio, así como su sexo.
2. Identificar y tipificar los tipos de montículos de acuerdo a la frecuencia de aparición, estacionalidad y textura del suelo.
3. Determinar el tamaño del área de acción en las diferentes estaciones del año de cada

organismo que se encuentra en la zona de estudio.

4. Determinar la longitud de la galería en las diferentes estaciones del año.
5. Evaluar el daño económico real ocasionado al cultivo por la construcción de sus montículos y galerías.
6. Cuantificar el área y volumen ocupado por los montículos, analizando su relación con el posible daño al cultivo.
7. Evaluar los beneficios que aporta la actividad de la especie al suelo.
8. Determinar la preferencia alimenticia de *P. m. merriami* y verificar si existe relación entre vegetación elegida por el organismo para su alimentación y el posible deterioro al cultivo.

ÁREA DE ESTUDIO

Localización

El área de estudio se ubicó en la Delegación Tláhuac, en el Distrito Federal a 26 km al Sureste de la Ciudad de México, situada geográficamente a 19° 16' 06" y 19° 17' 00" de Latitud Norte, y 99° 01' 00" y 99° 02' 00" de Longitud Oeste. En una zona agrícola chinampera de temporal, limitada por los canales Atecuyuc y Guadalupano a 563.2 m de la Avenida San Rafael Atlixco. (Fig. 6).

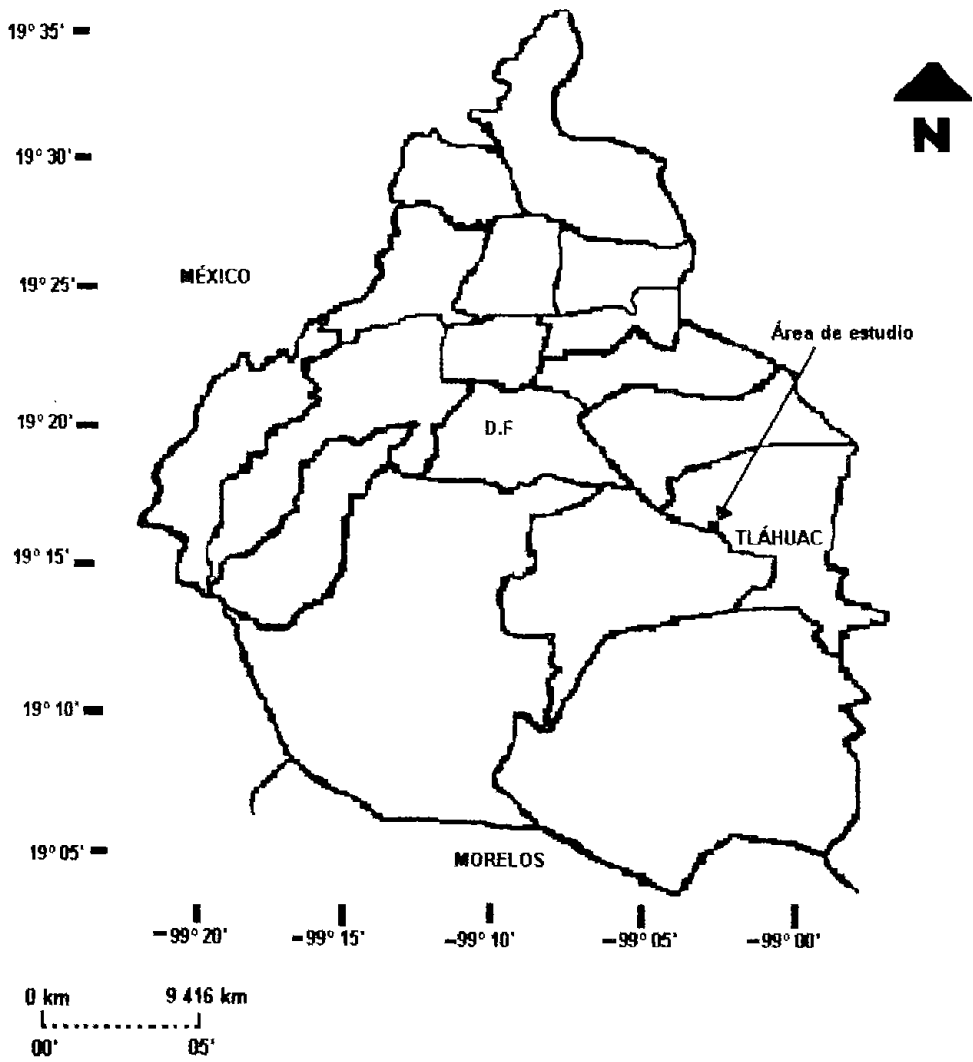


Fig. 6. Localización del área de estudio en Tláhuac, Distrito Federal (dibujo realizado por la autora).

Topografía

La región presenta una topografía irregular, con zonas casi planas. Su altitud oscila entre los 2 237 a 2 300 m.s.n.m. La orografía cercana a la zona de estudio es la siguiente: sierra de Santa Catarina, la cual presenta una altura de 2 734 m.s.n.m. Los cerros que la forman son de origen volcánico, estos son: el de Guadalupe, con una altitud de 2 670 m.s.n.m., Tecuatzin, muestra una altitud de 2 610 m.s.n.m., Tetecon, con 2 470 m.s.n.m., Xaltepetl ostenta una altitud de 2 450 m.s.n.m.(García 1954, CETENAL 1984, INEGI 1984).

Geología

En la Delegación de Tláhuac Distrito Federal, se encuentran depósitos de rocas ígneas extrusivas, en su mayoría tobas y materiales coluviales; todo esto es el resultado del intenso volcanismo que se efectuó durante el Período Cuaternario superior. Durante el Pleistoceno se suscitaron abundantes deshielos y lluvias torrenciales que propiciaron el intemperismo y acarreo de cantos rodados, grava, arenas y cenizas que se fueron depositando rápidamente en la cuenca del Valle de México materiales coluviales, dando como resultado los sedimentos que actualmente forman el Valle de México (Mooser 1963).

Suelo

Estos suelos son de color gris en seco y negro en húmedo. La densidad aparente es de 0.40 a 0.60 g/cc. La textura del suelo de la zona varía de migajón limoso-arenoso a arenoso, por lo tanto se considera que su textura va de media a fina, con un tamaño medio de partículas y con un desarrollo moderado y el drenaje interno que presentan es también moderado en húmedo. El pH con agua destilada es de 8.2 a 9.3 y con KCl 1N pH 7 de 7.6 a 8.4, ambos en relación 1:5; la materia orgánica varía de 11.24 a 25.79 %, el carbono que va de 6.5 a 14.0 %; ambos aumentan con la profundidad. En cuanto a la capacidad de intercambio catiónico fluctúa de

53.12 a 78.0 meq/100 g de suelo, este muy alto como resultado del alto porcentaje de materia orgánica, pero disminuye a mayor profundidad. Para los cationes intercambiables en cuanto al calcio varía de 28.5 a 85.5 meq/100 g de suelo, el magnesio de 60.8 a 114.9 meq/100 g de suelo, el sodio de 6.95 a 59.17 meq/100 g de suelo; el potasio de intercambiable presentó valores de 0.40 a 0.79 meq/100 g de suelo (Galicia 1990).

Hidrología

La Delegación de Tláhuac (Distrito Federal), es área chinampera que se encuentra entre una red de canales llamados acalotes, que son los vestigios de lo que fue el lago de Tláhuac. Los acalotes son los canales más profundos y anchos del sistema, en cambio el apantle solo alcanza un metro de profundidad por dos metros de ancho. Los acalotes se pueden considerar activos ya que presentan flujo de agua continuo; son usados por los habitantes del lugar como vías de comunicación para transportar en canoas sus cosechas o bien trasladarse de un lugar a otro, cuentan en Tláhuac y lugares a la redonda con embarcaderos activos. Entre los principales acalotes se encuentran: los canales Guadalupano y Atecuyuc (CETENAL 1984, INEGI 1984).

Vegetación

Debido a que el área de estudio es una zona agrícola, la vegetación natural se ha reducido al mínimo, quedando solo dos tipos de sauces: *Salix babilonica* y *S. bomplandiana*. Actualmente la vegetación se encuentra compuesta por los arbustos *Polygonum amphibium* (achilillo), *P. persicarioides*, *P. apathifolium* (chilillos); las hierbas *Berula erecta* (berro), *Eleocharis palustris*, *Sirpus americanus* (xacatule o tule esquinado), *Hydrocotyle ranunculoides* (ombligo de Venus), *Lemna minor*, *L. gibba*, *Wolgia columbiana*, *Spirodela polyrrhiza* (chilacastles), *Eichhornia crassipes* (huachinango, lirio acuático, jacinto de agua), *Thypha latifolia* (tule ancho), *Jaegeria bellidiflora* (margarita de agua, estrella de agua), *Limnobiium laevigata*, *Azolla filiculoides* (amoyo), *Hydromystria laevigata* (tepalacate), *Chenopodium ambrosioides* (epazote), *Chenopodium sp* (quelite y

quintonil), *Ch. album*, *Ch. mural*, *Amarantus hybridus* (quelites); y otros como *Echinochloa crusgavonia* (zacate), *Cynodon dactylon* (pata de gallo), *Rumex flexicaulus* (lengua de vaca cimarrona), *R. crispus* (lengua de vaca vinagrera), *Scirpus americanus* (xacatule), *Gynerium sagittatum* (carrizo), *Suaeda torreyana* (romerito), *Sechium edule* (trepadora), *Microsechium ruderale* (chayotillo) (Sánchez 1980, Galicia 1990).

Clima

Las condiciones atmosféricas en la Delegación de Tláhuac, Distrito Federal, tomadas de la clasificación climática de Köppen modificada por García de Miranda (1964), adaptada a las condiciones particulares de la República Mexicana (CENTENAL 1970) son las siguientes: $C(w_1)(w)b(i)$; es un clima templado subhúmedo [$C(w_1)$], este clima es intermedio en cuanto a la humedad con respecto al más seco de los templados subhúmedos [$C(w_0)$] y el más húmedo de los templados subhúmedos [$C(w_2)$]; con lluvias en verano, cociente de P/T entre 43.2 y 55.0. El porcentaje de lluvia invernal es menor a 5% con respecto a la anual (w), con un verano fresco y largo debido a la precipitación fue intensa, como resultado de los movimientos convectivos del aire; la humedad está condicionada por los vientos alisios, que provienen del centro de alta presión Bermuda-Azores, atraviesan la sierra Madre Oriental y penetran al valle de México, con una orientación NE a SE. Las tolvaneras presentan una orientación NE a SE y NE a SO, los meses que se registran con mayor intensidad son de febrero a marzo; esto es el resultado de la escasez de agua y la intensa insolación que se da durante este tiempo. La temperatura del mes más caliente es entre 6.5 °C a 22 °C (b). Isotermal con una oscilación anual de las temperaturas medias mensuales, menor a los 5 °C (i).

García (1983) afirma que los factores físicos más significativos en el clima del lugar son la temperatura y la precipitación, ya que ambos cambian en distancias relativamente cortas, produciendo variaciones relevantes en el porcentaje de humedad en el medio, que dan como resultado modificaciones en el tiempo local. En la Delegación de Tláhuac se presenta un clima

sumamente uniforme, debido a que se encuentra rodeada por zonas montañosas, como son las sierras de Santa Catarina, Teuhtli y Xico (Galicia 1990).

Los datos meteorológicos en el área de estudio, durante los años de 1990 y 1991 (exceptuando octubre de 1990 y enero y abril de 1991, ya que no se encontraron registros), fueron proporcionados por la Secretaría Agricultura y Recursos Hidráulicos, Subdirección de Hidrología Departamento de Hidrometría, cuyas observaciones climatológicas fueron hechas a las 08.00 h.

En 1990, la temperatura media anual fue de 14.25 °C, con una media máxima de 25 °C y una media mínima de 3.84 °C. Con una precipitación media anual de 4.69 mm, siendo la media máxima de 13.18 mm y la media mínima de 0.0 mm con 129 días con lluvia. La evaporación media anual fue de 4.36 mm, con una media máxima de 6.10 mm y una mínima media de 1.88 mm. Se cuantificaron 143 días despejados, 115 días medio nublados y 32 días nublados con 11 heladas y un día con granizo.

En 1991, se registró una temperatura media anual de 14.20 °C, una media máxima de 22.54 °C y una media mínima de 5.86 °C. La precipitación media anual de 1.61 mm, una media máxima de 11.88 mm y una media mínima de 0.0 mm, con 116 días de lluvia en el año. Se reportaron 72 días despejados, 138 días medio nublados, 32 días nublados y 5 heladas.

Entre el pensar y hacer hay
una gran diferencia

MATERIALES Y MÉTODOS

Se eligió esta zona de Chinampas por: (1) presentar diferentes tipos de texturas del suelo y así poder verificar si los tamaños, formas y número de montículos que construyen las tuzas dependen o no del porcentaje de arena en el suelo; (2) por ser el área en la que se observó un número considerable de montículos en su superficie; (3) por estar cultivada con maíz, ya que se considera uno de los cultivos más afectados por la actividad de los geómidos, los agricultores de la zona manifestaron que perdían aproximadamente el 50% de su cosecha por las tuzas; (4) por estar presente la especie *Pappogeomys merriami merriami* y así poder confirmar que esta construye los mismos tamaños de montículos que se registraron en Chalco.

El área comprendió una extensión total de 4 600 m², la cual fue dividida en ocho cuadrantes de 20 X 20 m, dos cuadrantes de 20 X 15 m (3 880 m²) (Fig. 7). Dentro de la misma se localizó una zona en la que no se presentaba actividad de las tuzas y fue el área testigo uno, la cual presentó una dimensión de 30 X 24 m dando un total de 720 m². Fuera del área de estudio, se estableció un segundo cuadrante testigo de 15 X 15 m, con una superficie de 225 m² y con las mismas características que el área testigo anterior. Estas áreas se designaron con el fin de verificar si era menor, igual o mayor el daño al cultivo en donde no se encontraban tuzas.

El área de estudio, es una zona de cultivo de temporal y estuvo cultivada en su totalidad durante los dos años con maíz (*Zea mays*). Hay que hacer notar que en la zona de chinampas, la mayoría de las familias, utilizan una parte de lo que cultivan para cubrir sus necesidades y el sobrante lo venden.

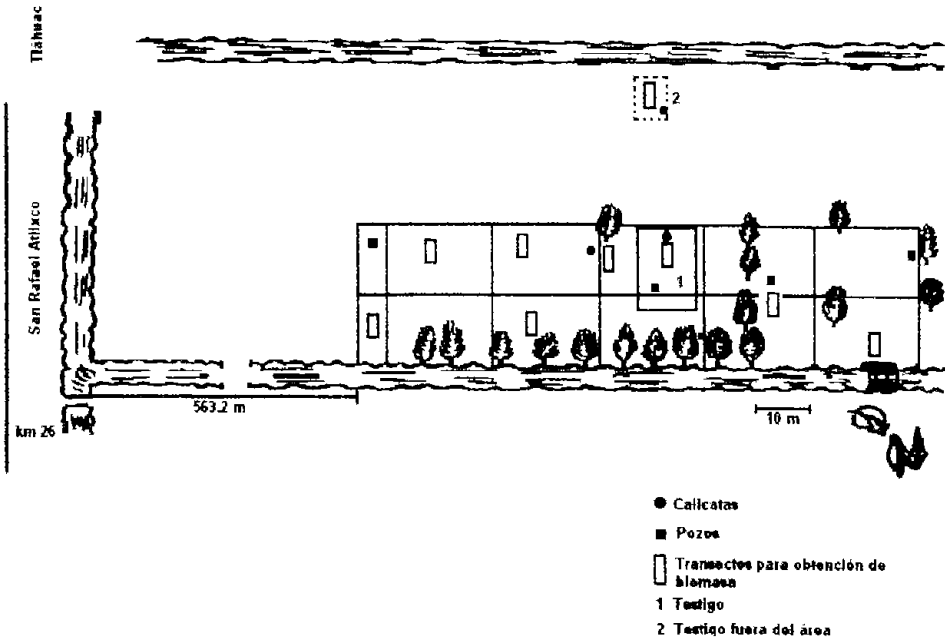


Fig. 7. Esquema que representa el área de estudio en Tláhuac, Distrito Federal (dibujo realizado por la autora).

El trabajo de campo se inició en noviembre de 1989 y culminó en septiembre de 1991. El primer año de estudio comprendió de noviembre de 1989 a octubre de 1990. El segundo año, de noviembre de 1990 a octubre de 1991 (24 meses). Se designó al primer año como 1990 y al segundo año como 1991. Los muestreos se efectuaron cada 15 días durante el primer año (12 muestreos) y mensualmente en el segundo año (seis muestreos) cuando el área se encontraba sin cultivo (octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo). Iniciados los trabajos de cultivo y hasta la cosecha, los muestreos (96 en total) se llevaron a cabo semanalmente durante los dos años de la investigación (abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre); en total fueron 114 muestreos durante los dos años de estudio. Todos los muestreos se realizaron de las 08:00 a las 14:00 horas.

EJEMPLARES DE ESTUDIO

Captura de ejemplares

Con el propósito de identificar la especie en el área de estudio, se realizaron cuatro colectas con 10 trampas de fabricación casera, en aluminio y de forma cilíndrica (Fig. 8). Esto se efectuó durante octubre de 1989, en los alrededores al área de estudio. También al final del estudio (noviembre de 1991), se realizaron capturas en el área de estudio para corroborar la especie, el sexo y número de organismos, liberando a los animales posteriormente.

La colecta de los individuos se realizó por el procedimiento siguiente: (1) primero se localizó el montículo fresco (constituido con suelo húmedo, forma y huellas frescas); (2) con una pala pequeña se retiraba el suelo que formaba el montículo sobre la superficie del terreno; (3) en la base mayor del montículo se introducía una varilla de fierro, con el fin de localizar el túnel lateral, señalado cuando la varilla no ofrecía resistencia al encajarla en el suelo; (4) se procedía a retirar el suelo que tapaba el túnel lateral dejando libre acceso a la vía principal; (5) la trampa

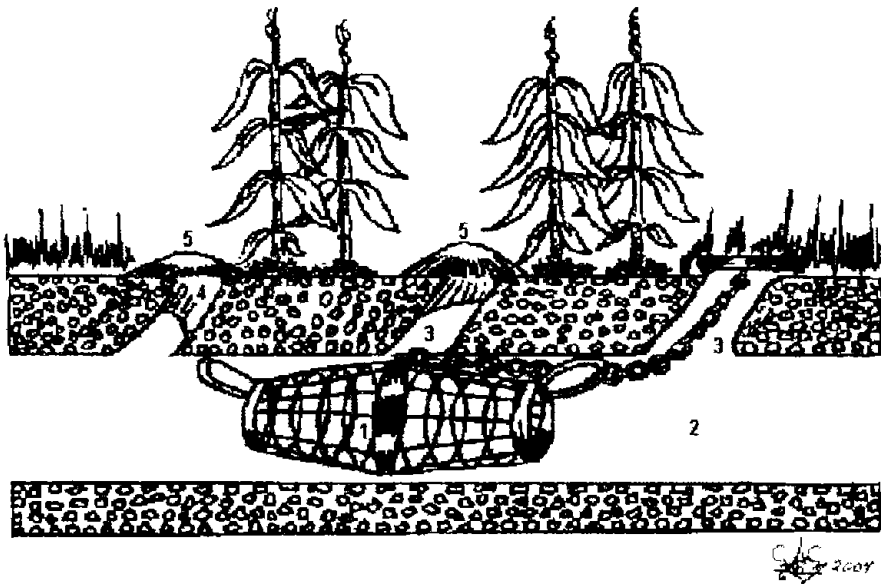


Fig. 8. Vista lateral de la trampa activada para captura y recaptura del género *Pappogeomys*. (1) trampa de fabricación casera, (2) vía principal, (3) túnel lateral, (4) parte interna del montículo, (5) parte externa del montículo (dibujo realizado por la autora).

ya activada se introducía en la vía principal, aproximadamente a una profundidad de 25 a 30 cm; (6) se tapaba la galería abierta con hierba, se marcaba en el exterior y se registraba su ubicación en un mapa de la zona; (7) se revisaba cada tres horas, retirando la tapadera para observar si estaba trabajada (sí hay suelo en el túnel) o no (sí había libre acceso a la vía principal); (8) Si la trampa estaba activada, se extraía lentamente paleando alrededor. El organismo colectado se colocaba en un bote de metal con suelo y vegetación del lugar. En el caso de que la trampa no estuviera activada se sacaba y se desactivaba (Fig. 8).

Preparación del cráneo de la tuza

El registro de colecta incluyó: fecha, localidad, sexo, peso grado de madurez. Se pesaron y midieron los ejemplares. Para la preparación del cráneo, se le quitó toda la carne posible. Se dejaron a la intemperie durante un mes, posteriormente fueron lavados con agua tibia y jabón y un segundo lavado con peróxido de hidrógeno, para blanquearlos.

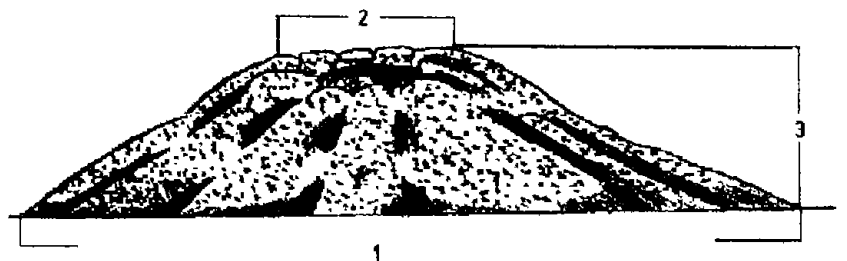
Identificación de la especie

Para la identificación de los ejemplares se tomaron algunas medidas sugeridas por Hall (1981) y Russell (1968) que fueron: largo condilobasal, ancho cigomático, profundidad palato-frontal, largo del paladar, largo de los nasales, ancho de la caja craneal, ancho del rostro, largo del rostro, longitud de la fila de dientes en el maxilar superior. Se tomó como base la clave dicotómica elaborada por Russell (1968).

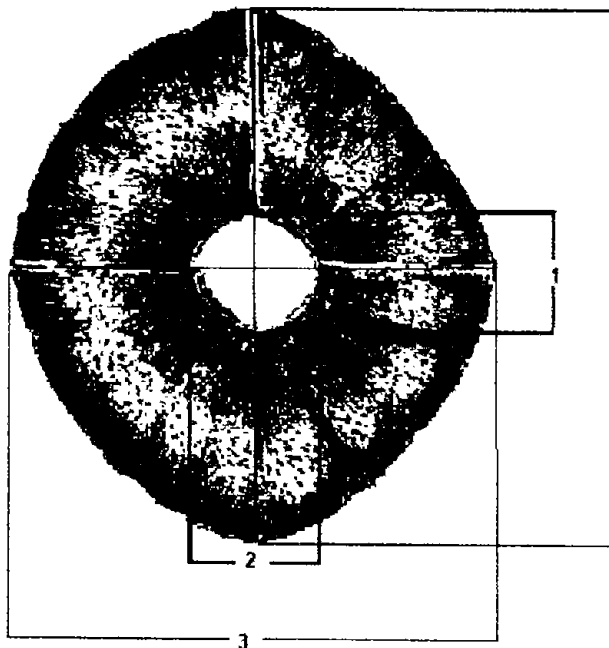
ESTUDIO DE MONTÍCULOS Y GALERÍAS

Dimensiones de montículos

Para delimitar el área de estudio se hizo lo siguiente: (1) se marcó el perímetro del área de estudio con mecate y estacas pintadas de color amarillo, en dos de sus caras se les pegaban reflejantes de color rojo (solamente estas se dejaron en el área durante los dos años de estudio). Los cuadrantes fueron definidos con cal, efectuado esto se procedió a quitar el mecate (Fig. 7); (2) con un rastrillo de jardín se borraron todos los montículos (nuevos y viejos) que se encontraban en la zona según el método de emparejamiento total del terreno (Aguilar 1977); (3) al día siguiente se localizaron los montículos frescos que se hallaban en el área de estudio; esto con el fin de familiarizarse con el color del suelo que presentaban los montículos frescos (en época de secas, el suelo que forma los montículos frescos es de color más oscuro que la superficie del terreno y en la de época de lluvias, el suelo es de color más claro que el suelo circundante). Esto se efectuó en los dos primeros muestreos. En los siguientes muestreos sólo se remplazaban las estacas perdidas; (4) lo primero que se hacía el día del muestreo, fue localizar los montículos frescos y se procedía a determinar de acuerdo con Monroy (1988), la forma del montículo; altura del montículo (con flexómetro al igual que todas las demás medidas); largo de la base menor; ancho de la base menor; largo de la base mayor; ancho de la base mayor (Fig. 9); (5) al finalizar las observaciones, toma de datos y muestras, se deshacían los montículos frescos y nuevos.



a



b

SLS
2004

Fig. 9. Dimensiones de los montículos de *Pappogeomys m. merriami*. a. Vista lateral (1) base mayor del montículo, (2) base menor del montículo, (3) altura del montículo. b. Vista superior (1) largo de la base menor, (2) ancho de la base menor, (3) largo de la base mayor, (4) ancho de la base mayor (dibujos realizados por la autora).

Volumen ocupado por los montículos

Tomando como base los datos de las dimensiones anteriores se aplicó la fórmula geométrica de cono trunco modificada por el matemático Ramón Hernández Acosta.

$$V = \frac{\pi h_1}{3} (r_1^2 + r_2 r_1 + r_2^2)$$

donde: h_1 es la altura del montículo, r_1 es el radio de la base mayor y r_2 es el radio de la base menor del montículo construido por el geóvido (véase anexo).

Área de acción

Para evaluar el área de acción ocupada por cada uno de los organismos en la zona de estudio, durante todo el año y en las diferentes estaciones del año, se utilizó la técnica de Cox y Hunt (1990) con algunas modificaciones, de la manera siguiente: (1) se mapearon los montículos frescos encontrados en la área de estudio; (2) se clasificaron según sus dimensiones, en grande, mediano, chico y tapón (Monroy 1988); (3) se abrió el lateral hasta encontrar la vía principal de la galería; (4) se obtuvo la dirección del túnel lateral y vía principal así como el diámetro de la vía principal, registrándose en el mapa.

Longitud de la galería

Para estimar la longitud de la galería se realizó lo siguiente: (1) se localizaron los montículos frescos en el área de estudio; (2) se abrió el lateral hasta encontrar la vía principal de la galería; (3) se tomó la longitud del túnel lateral (desde la superficie del terreno hasta donde el túnel lateral pierde su inclinación, tornándose horizontal y el diámetro del mismo fuera uniforme, entonces nos encontrábamos en vía principal); (4) se registró la dirección y orientación del mismo; (5) posteriormente se tomó el diámetro de la vía principal; (6) finalmente con estos

datos se hizo un mapa de la zona, uniendo con líneas rectas la vía principal según la dirección determinada en la excavación de cada montículo.

ALIMENTACIÓN

Para determinar el tipo de alimentación, se efectuaron colectas de plantas que se encontraban en la periferia de los montículos y galerías, las cuales habían sido jaladas o bien mordisqueadas por la tuza. Las plantas se identificaron por medio de la clave de Sánchez (1980).

DAÑO OCASIONADO POR LA CONSTRUCCIÓN DE LOS MONTÍCULOS Y GALERÍA

El área dañada por la construcción de montículos de los geómidos se evaluó tomando en cuenta:

(1) a nivel montículo; se midió la base del montículo (largo y ancho), para así determinar el área dañada y se procedió a contar el número de plántulas perjudicadas por las tuzas en la zona;

(2) a nivel galería; se contó el número de cañas jaladas y se midió del cajete (orificio donde se colocan las semillas), el largo y ancho. El daño económico se evaluó tomando en cuenta que se cosechó en promedio, una mazorca de maíz por caña y que los granos de 10 mazorcas equivalen a un cuartillo (1.5 kg).

Estimación de la biomasa perdida en el área dañada

Para calcular la biomasa del cultivo dañada por cada uno de los organismos que habitaban la zona, se hicieron nueve transectos al azar de 10 X 1 m; siete correspondieron al área de estudio y dos más para cada una de las áreas testigos. Se midieron y pesaron las cañas que se encontraban dentro de los mismos, calculándose la biomasa por metro cuadrado (Fig. 7). La

biomasa perdida fue el producto de este dato por el área afectada por la construcción de montículos y de galerías.

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Toma de muestras y análisis físicos

Se excavaron cinco pozos de 40 cm de profundidad para obtener cuatro muestras de suelo de 1 kg cada una de ellas (0-40 cm). Se efectuaron dos calicatas de 90 cm de profundidad, de cada una de ellas se obtuvieron cuatro muestras a diferentes niveles (0-15, 15-30, 30-60, 60-90 cm) de 1 kg cada una de ellas. Una de las calicatas correspondió a la zona habitada por las tuzas, la otra al área testigo dentro del área de estudio (Fig. 7).

Las muestras de suelo fueron secadas al sol y posteriormente se tamizaron 500 g con un tamiz de 2 mm de abertura. Secas se guardaron en bolsas de plástico y en cajas para que no se destruyeran los terrones de suelo; posteriormente se efectuaron los análisis físicos siguientes: color seco y húmedo, por comparación de las tablas de color de Munsell (Soil Color 1954); textura por el método del hidrómetro de Bouyoucos (1962), densidad aparente por el método de la probeta (Bouyoucos 1951), densidad real, porosidad ($\%P=100(1- DA/DR)$) y la propiedad química de pH con agua destilada y solución salina de KCl 1N pH7, en relación 1:5, se utilizando para esta determinación el potenciómetro (Corning y Jackson 1982).

Humedad relativa

Para determinar la humedad relativa, se obtuvieron muestras de suelo de 50 g cada una, de los montículos frescos de un día anterior y viejos; así como del interior de la galería y las áreas testigos. Estas últimas se marcaron a la misma profundidad de la vía principal de la galería.

Cada muestra se pesó húmeda, más tarde se secó a 105 °C durante 24 horas y ya deshidratada se volvió a pesar. Para obtener el porcentaje de humedad relativa del suelo se utilizó la fórmula de Domínguez y Aguilera (1982):

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{Peso húmedo del suelo} - \text{Peso seco del suelo}}{\text{Peso seco del suelo}} \times 100$$

Temperatura

Se tomaron las temperaturas del suelo dentro de la vía principal, de las dos áreas testigos a la misma profundidad que se encontraba la vía principal de las tuzas y del centro de los montículos nuevos, del día anterior y viejos. Se utilizó un termómetro Taylor (-20 a 50 °C).

Huéspedes

Se colectaron tanto vertebrados e invertebrados que se encontraban sobre y en el interior de los montículos, así como dentro de la galería.

FACTORES AMBIENTALES

Relación entre elementos climáticos y el número, forma y tamaño de los montículos

Se llevó un registro de algunos elementos ambientales para relacionarlos con las dimensiones de los montículos (altura, largo y ancho de la base mayor, largo y ancho de la base menor), formas (volcán, monte redondeado, crisantemo, abanico, cascada, herradura, hierba, deforme, riñón, media luna) y el organismo (macho, hembra o cría) que construía el montículo. Los factores meteorológicos considerados fueron: temperatura ambiente, temperatura y humedad

del suelo donde no hay montículos; temperatura y humedad de los montículos frescos, del día anterior y los viejos (más de un día); temperatura y humedad del ambiente dentro de la galería; temperatura de la superficie del suelo dentro de la galería, condiciones del día (despejado, medio nublado, nublado, precipitación), estación (secas y lluvias).

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para determinar si *Pappogeomys m. merriami*, presenta diferentes tamaños de montículos se utilizó la prueba de ANOVA, todos los datos fueron procesados con el paquete de Estadística versión 5. Para establecer las variables que influyen en la construcción de los diferentes tamaños de montículos se empleó el modelo Logístico de Regresión, y para la producción de montículos entre los individuos y su relación con variables meteorológicas se aplicó un Análisis de Correlación.

La posibilidad de la libertad no consiste en poder elegir el bien del mal, la posibilidad consiste en que se puede y se tiene tal facultad

S.Kierkegaard

RESULTADOS

NÚMERO DE ORGANISMOS

El número de organismos estudiados en 1990 fue de dos, una hembra y un macho adultos. La galería de la hembra se localizó al sureste y la del macho al noroeste del área de estudio. El diámetro del socavón de la vía principal de la hembra fue de 9 cm y del macho de 10 cm. Dichos organismos se aparearon probablemente el 24 de junio de 1990, día en que las galerías del macho y la hembra se unieron. El 10 de marzo de 1991 se localizó una galería en la parte central del área de estudio con un diámetro de 6 cm, se escarbó 2.50 m y se observó que presentaba el mismo diámetro, esto indicó que se logró una cría hembra, ya que esta no fue expulsada por el macho. Por lo anterior, en 1991 se estudiaron tres organismos. Al finalizar el estudio se capturaron los organismos con el fin de verificar su sexo y grado de madurez, liberándose posteriormente en sus respectivas galerías.

MONTÍCULOS

Tamaños de los montículos

El tamaño de los montículos fue establecido con base a observaciones de la forma y

dimensiones de éstos en un estudio anterior (Monroy 1988). A los registros de las alturas de los montículos se les aplicó las pruebas de ANOVA y Tukey de homocedasticidad de varianzas (Cuadros 1,2, 3 y Fig. 10). Los resultados del ANOVA determinaron que si hay diferencia significativa entre los tamaños de los montículos y esto se confirmó al haber homocedasticidad, por lo tanto *Pappogeomys m. merriami* de Tláhuac construyó cuatro tamaños de montículos y se clasifican en:

1. Montículo grande; de 17 a 30 cm de altura. La base menor de 9 a 27 cm de largo por 6.8 a 21 cm de ancho; la base mayor de 47 a 112 cm de largo por 30 a 64 cm de ancho.

2. Montículo mediano; de 11 a 16 cm de altura. La base menor de 8 a 28 cm de largo por 8 a 23 cm de ancho; la base mayor de 18 a 95 cm de largo por 15 a 69 cm de ancho.

3. Montículo chico; de uno a 9.5 cm de altura. La base menor de 5 a 19 cm de largo por 5 a 15 cm de ancho; la base mayor de 13 a 80 cm de largo por 8.5 a 69 cm de ancho.

4. Montículo tapón; se encuentra a nivel del suelo o bien bajo el subsuelo, hasta una profundidad de -30 cm; por lo tanto carece de altura, la base menor de 5 a 20 cm de largo por 5 a 18 cm de ancho; la base mayor de 5 a 39 cm de largo por 5 a 35 cm de ancho.

Configuración monticular

Las formas que presentaron en la superficie del suelo los cuatro tamaños de montículos construidos por *Pappogeomys m. merriami* fueron las siguientes:

Montículo grande; presentó cinco formas (Cuadro 4) que fueron: (1) volcán, se localizaron tres montículos, de forma semejante a la de los volcanes (Fig. 11); (2) abanico, se observaron 15 montículos, con la forma de montecillo en su base menor, la base menor se encontraba localizada a uno de los extremos, la base mayor siempre era en forma de elipse y el suelo que lo constituía se encontraba disperso hacia uno de los lados (Fig. 11); (3) abanico de herradura, fueron sólo dos montículos, cuya base era semejante a la forma de abanico, pero donde debía estar la base menor se encontraban solo las paredes del tiro, o sea que su parte central fue

CUADRO 1. Dimensiones promedio de los montículos construidos por *Pappogeomys m. merriami* en Chalco (Monroy 1988) y Tláhuac.

Localidad	Tamaño	NM	Alt (cm)	L.1 (cm)	A.1 (cm)	L.2 (cm)	A.2 (cm)
Mpio. Chalco	Grande	11	21±1	72±1	51±1		
	Medio	12	13±1	40±1	34±1		
	Chico	11	8±1	24±1	20±1		
	Tapón	10	0±1	11±1	9±1		
Delg. Tláhuac	Grande	21	22±1	64±1	48±1	18±1	14±1
	Medio	39	13±1	41±1	33±1	16±1	13±1
	Chico	52	6±1	26±1	20±1	12±1	10±1
	Tapón	29	-6±1	13±1	11±1	11±1	9±1

NM=Núm. de montículos, Alt=Altura, L.1=Largo de la base mayor, A.1=Ancho de la base mayor, L.2=Largo de la base menor, A.2=Ancho de la base menor

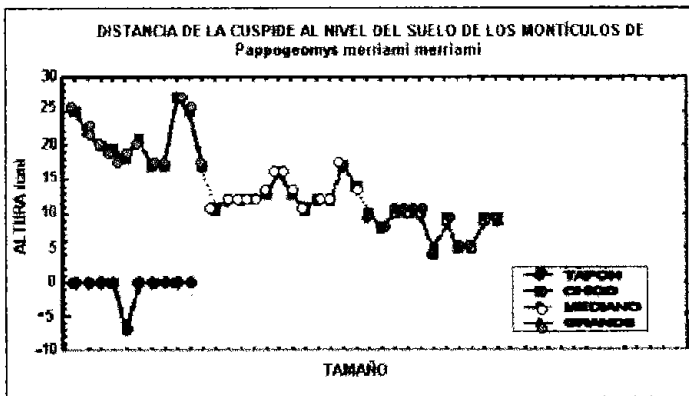


Fig. 10. Altura de los montículos de *Pappogeomys m. merriami* en Tláhuac, Distrito Federal.

CUADRO 2. Resultados de la prueba de ANOVA, aplicada a las alturas de los diferentes tamaños de montículos fabricados por *P. m. merriami* en Tláhuac, Distrito Federal.

ANOVA PARA ALTURA DE MONTÍCULOS					
Efecto	Df	Ms	Df	F	p-nivel
	Efecto	Efecto	Error		
1	2	1807.15	104	364.0008	0.01

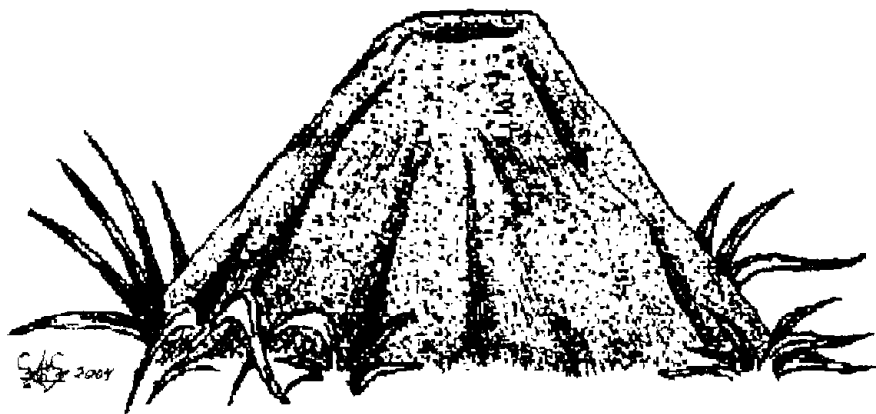
Efecto = efecto del tratamiento. df = grados de libertad. Ms = suma de los cuadrados del efecto. Df = grados de libertad del error. F = distribución de Fisher. p-nivel = nivel de confianza

CUADRO 3. Pruebas de la homocedasticidad de varianza (Tukey) para la altura de los montículos de *P. m. merriami* en Tláhuac, Distrito Federal.

ANOVA	Homocedasticidad de varianzas				
	Hartley	Cochran	Bartlett	df	P
VARIABLE	F-max	C	Chi-sqr		
ALT-MONT	5.143142	0.664564	20.08469	2	0.000044

F-max = Fisher máxima. C = distribución de Cochran. Chi - sqr. Chi cuadrada. df = grados de libertad.

P = nivel de confianza.



a



b

Fig. 11. Formas de los montículos de *Pappogeomys m. merriami* construidos en Tláhuac, Distrito Federal. Vista lateral de los montículos: a) volcán y b) abanico (dibujos realizados por la autora).

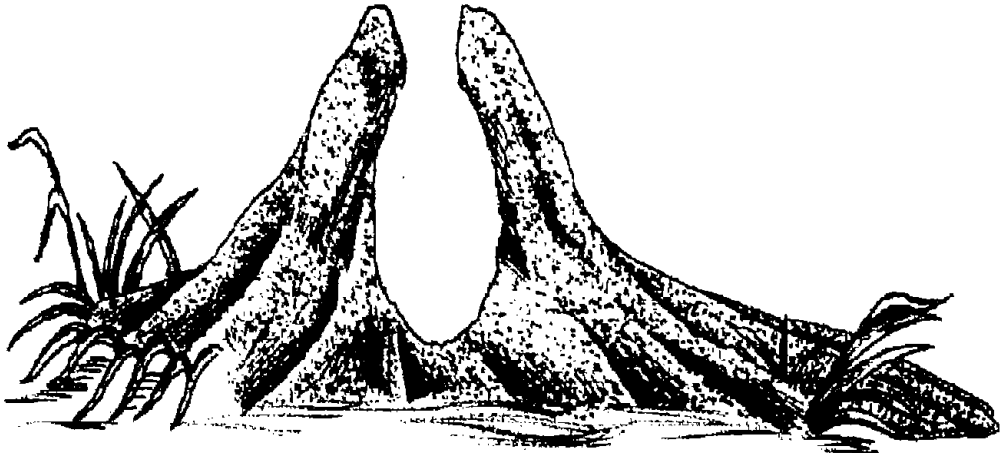
hueca (Fig. 12); (4) Cascada, se encontraron dos montículos, uno con la base menor en forma de pequeño volcán, el otro con forma de crisantemo. El contenido del montículo de cascada en su base mayor, se deslizaba siguiendo la pendiente del surco o el declive de alguna zanja (Fig. 12); (5) Deforme, en una sola ocasión se observó un montículo cuya forma no se pudo determinar por lo que se le dio el nombre de deforme (Fig. 13).

La figura que dominó durante los dos años de muestreo en el área de estudio, fue la de abanico. En 1990 el organismo que más elaboró la forma de abanico fue la hembra adulta. Durante 1991 siguió imperando dicha figura, el individuo que construyó con regularidad la forma de abanico fue la hembra juvenil.

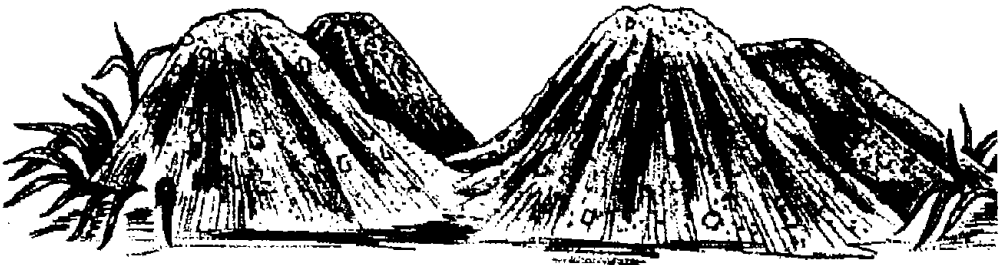
Montículo mediano; presentó cuatro configuraciones (Cuadro 4) distintas: (1) volcán, se encontraron nueve montículos de esta forma (Fig. 11); (2) monte redondeado, se localizaron 11 montículos con esta conformación (Fig. 13); (3) abanico, fueron 19 los montículos registrados de dicha apariencia cuya base menor equivale a la del montículo pequeño con las mismas configuraciones (Fig. 11). (4) Abanico de herradura; se encontraron dos montículos (Fig. 12). La figura que imperó durante los dos años de muestreo fue la de abanico. Siendo los montículos de esta forma los que más elaboró el macho adulto.

Montículo chico; mostró seis formas (Cuadro 4) diferentes: (1) Abanico; se registraron ocho montículos, con la base menor, siempre con los parámetros del montículo chico (Fig. 11). (2) Volcán; se localizaron cuatro montículos (Fig. 11). (3) Monte redondeado; fueron siete montículos que se encontraron con esta forma (Fig. 13). (4) Cascada; únicamente se localizaron tres montículos (Fig. 12). (5) Deforme; solamente se observó un montículo (Fig. 13). (6) Crisantemo; se localizaron 29 montículos, cuya forma fue parecida a la flor de crisantemo (Fig. 14).

El montículo chico fue la forma que elaboró *Pappogeomys m. merriami* en mayor número durante



a



b

c

Fig. 12. Formas de los montículos de *Pappogeomys m. merriami* construidos en Tláhuac, Distrito Federal. Vista lateral de los montículos: a) abanico de herradura, b) cascada de monte redondeado y c) cascada de volcán (dibujos realizados por la autora).

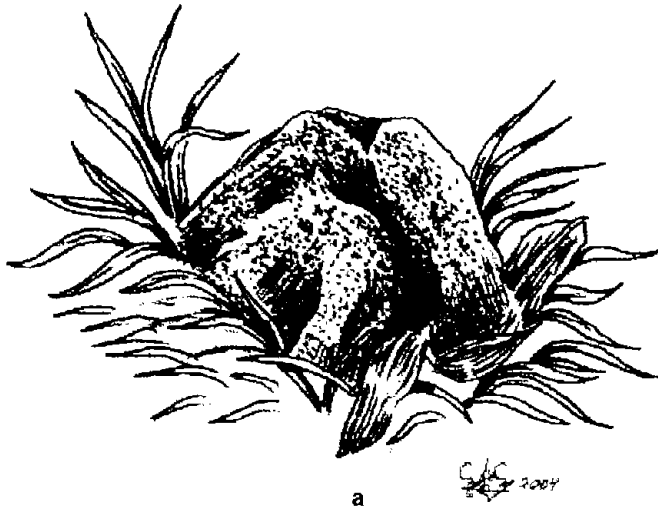


Fig. 13. Formas de los montículos de *Pappogeomys m. merriami* construidos en Tláhuac, Distrito Federal. Vista lateral de los montículos: a) monte redondeado y b) deforme (dibujos realizados por la autora).

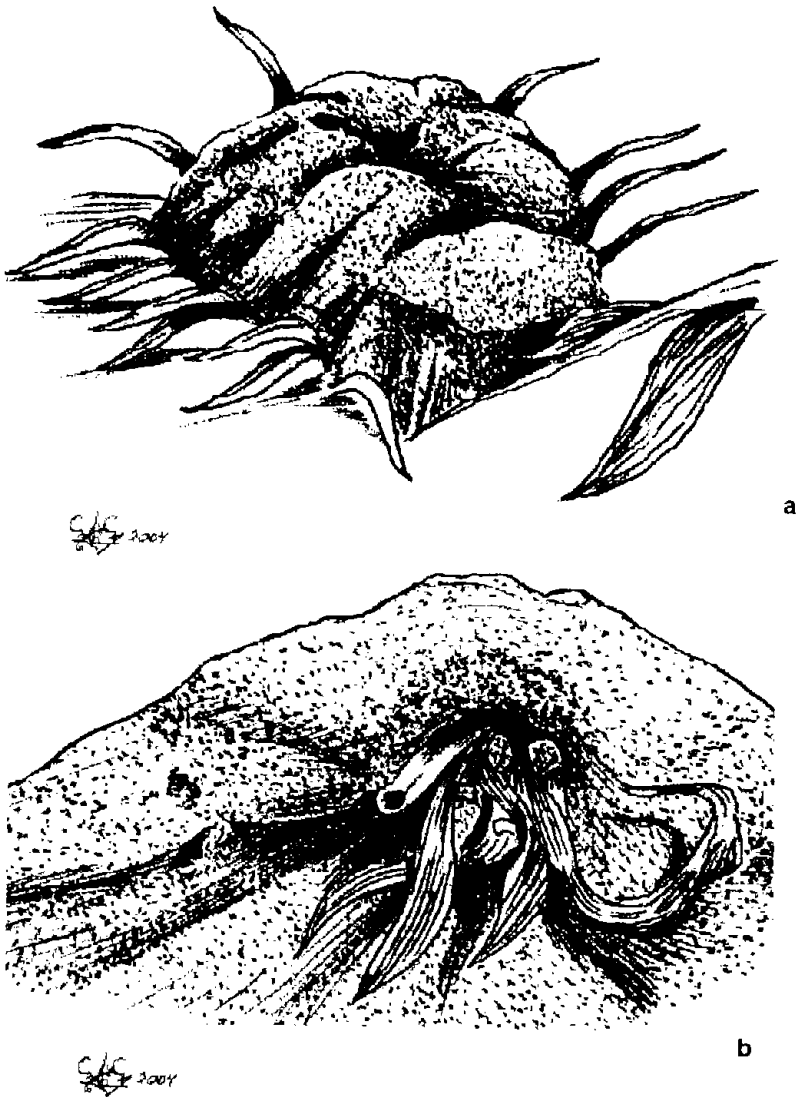


Fig. 14. Formas de los montículos de *Pappogeomys m. merriami* construidos en Tláhuac, Distrito Federal. Vista lateral de los montículos: a) crisantemo y b) hierba (Dibujos realizados por la autora).

los dos años de muestreo fue la de crisantemo, realizada por la hembra adulta. Durante 1990 la hembra adulta fue la que hizo un mayor número de montículos chico, mientras que en 1991 fue el macho.

Montículo tapón; se registraron seis formas: (1) Crisantemo, se encontraron 12 montículos (Fig. 14). (2) Deforme, se localizaron 10 montículos (Fig. 13). (3) Abanico, solamente se observó un montículo (Fig. 11). (4) Riñón, se encontró uno, el cual como su nombre lo indica era análogo al órgano. (5) Hierba, se hallaron cuatro de estos montículos: estaban formados exclusivamente de la maleza o bien de cañas que eran jaladas y cortadas para introducirlas al interior de la galería, de las hojas de maíz frescas y de espiga (Fig. 14). Estos montículos servían exclusivamente para tapar la galería abierta, quedando bien compactada la vegetación en el lateral hasta la vía principal. En los montículos de hierba viejos se pudo observar que las plantas que lo formaban ya se habían secado y el lateral no era cubierto por suelo. (6) Media luna, solamente se encontró uno, la galería estaba semiabierta y en forma de media luna, mitad tapado y mitad abierta. Presentó una profundidad de 30 cm y en la entrada se formaba una pequeña cámara de 30 cm de diámetro. Después de dos horas seguía igual pero a la semana siguiente ya se encontraba tapado. Este tipo de construcción ya se había encontrado con anterioridad, pero en trabajos realizados por los geómidos los días anteriores al muestreo (Fig. 15). En el montículo tapón la forma que sobresalió durante 1990 y 1991 fue la de crisantemo (Cuadro 4). En 1990 los montículos tapones fueron hechos por la hembra adulta y en 1991 por la hembra juvenil.

Localización de los montículos

En la temporada de secas las tuzas fabricaron sus montículos en su mayoría en las zonas planas de la chinampa, estas se encontraban cubiertas por vegetación y también en las zanjas (entre una chinampa y otra). Eran muy escasos los montículos en las zonas sin cubierta vegetal.

CUADRO 4. Diferentes formas que presentaron los montículos de *Pappogeomys m. merriami* en Tláhuac, Distrito Federal.

FORMA	TAMAÑO DE MONTÍCULOS			
	Grande	Mediano	Chico	Tapón
Abanico	15	19	8	1
Abanico de herradura	2	2		
Cascada	2		3	
Crisantemo			29	12
Deforme	1		1	10
Hierba				4
Monte redondeado		11	7	
Riñón				1
Volcán	3	9	4	
Media luna				1

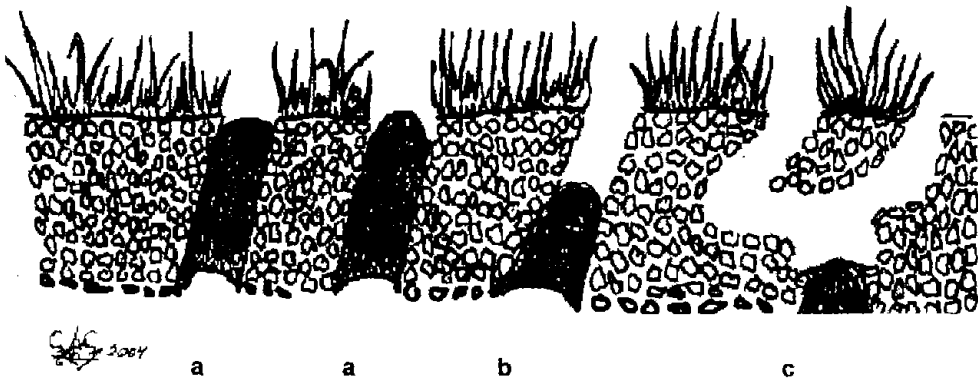


Fig. 15. Localización de los montículos tapón de *Pappogeomys m. merriami* construidos en Tláhuac, Distrito Federal. Vista lateral, zonas planas (en el subsuelo): (a) nivel del suelo, (b) bajo el nivel del suelo, (c) bajo el nivel del suelo y bifurcado (dibujo realizado por la autora).

Cuando se encontraba el área cultivada, los montículos tapones se podían encontrar en el área de estudio: (1) al inicio de la temporada de lluvias, cuando la tuza normalmente fabricaba los tapones en el valle de los surcos, pero nunca sobresalía la cúspide del tapón de los contornos del surco; (2) con lluvias intensas o continuas, la especie elaboraba tapones, bajo el nivel del suelo en la base, parte media y cima del surco generalmente.

Los montículos tapones se encontraron en zonas planas a nivel del suelo o bajo el nivel del suelo en la base con una o dos salidas al exterior y en los surcos tanto en su base como a la mitad de los declives y en la cima del surco, al nivel ó bajo el nivel del surco (Fig. 15). Se hallaron los montículos de hierba a nivel del suelo, bajo el subsuelo, en la base o parte media y en la cima del surco (Fig. 16). Se observó que cuando se encontraba en la cima del surco, el montículo tapón podía presentarse con o sin planta de maíz. Los montículos tapones que estaban justo en el cajete no contenían plantas de maíz, ya que éstas habían sido jaladas hacia el interior de la galería por las tuzas. Se observó durante la época del cultivo que los montículos tapones que se localizaban en la base del surco, generalmente no provocaban daño al cultivo.

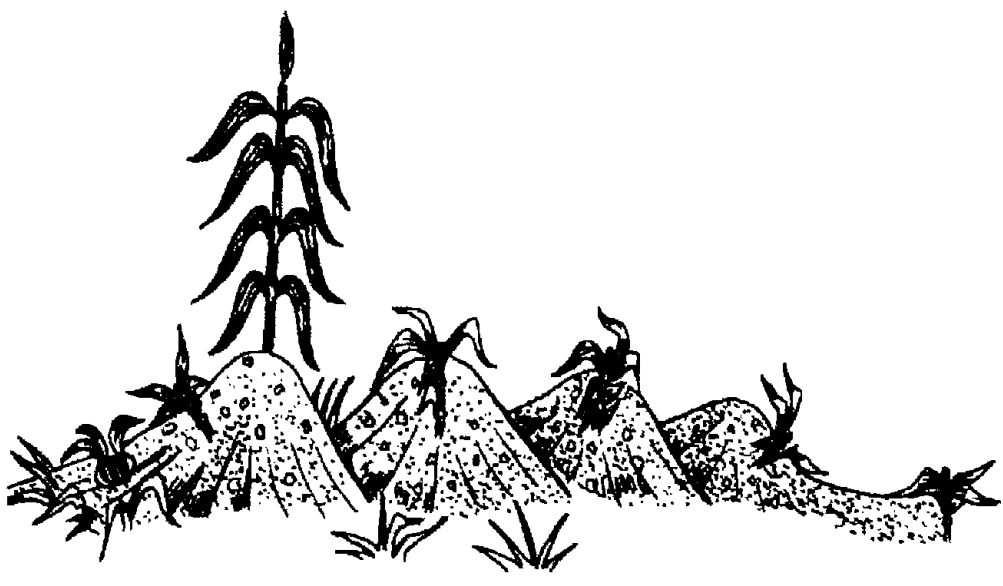
Contenido de los montículos

En los montículos que construía *Pappogeomys m. merriami* se advirtió lo siguiente: en época de secas, cuando esencialmente se hallaba el área sin cultivar, los montículos estaban constituidos principalmente por suelo y pocas raíces. Se incrementaban las raíces en el contenido del montículo en las zonas en donde se encontraba pasto. Todos los montículos presentaron pocas excretas de tuza. En la temporada de barbecho, los montículos contenían, además de lo anterior, rastrojo, así como algunos insectos y moluscos muertos.

En época de lluvias, cuando la zona se encontraba cultivada, los montículos tenían un contenido similar (sin rastrojo), pero además tenían una alta proporción de cañas de maíz frescas, que previamente habían sido jaladas y cortadas en trozos de aproximadamente 10 cm



C.H.C. 2004



C.H.C. 2004

d

Fig. 16. Localización de los montículos de *Pappogeomys m. merriami* construidos en Tláhuac, Distrito Federal. Tapones de hierba en los surcos: (a) parte lateral y base del surco, (b) en la parte lateral y media del surco, (c) en la parte central a nivel de la cima del surco. (d) los montículos de hierba sobre los surcos (dibujos realizados por la autora).

de longitud por el geómido e introducidas al interior de su sistema. No se pudo determinar cuanto tiempo permanecían estos trozos de caña en el interior de la galería, pero todavía estaban frescos los pedazos de caña cuando eran sacados al exterior mezclados con el suelo que constituía el montículo. Al final de la temporada de lluvia las cañas que formaban el montículo fueron un poco más secas.

Los montículos de hierba estaban formados básicamente por la vegetación circundante, generalmente quelites y hojas de maíz. Se pudo observar en estas plantas indicios de haber sido jaladas o mordidas por el organismo.

Disposición de los montículos

Los cuatro diferentes tamaños de montículos que fabricó *Pappogeomys m. merriami* se encontraron a lo largo de la vía principal. También se hallaron a los mismos agrupados, de dos hasta cuatro montículos juntos, del mismo tamaño o bien combinados.

Actividad monticular

En el tiempo que duró la investigación se encontraron 25 galerías abiertas, de las cuales 16 correspondieron al periodo de secas. Los registros de actividad de construcción de montículos de las tuzas fueron de las 09.44 h a las 11.37 h, al término de su actividad matutina (no se registró la actividad crepuscular).

Producción de montículos

La producción de montículos de *P. m. merriami* que se registró en los 4 600 m² (Cuadro 5) y en 1990 se observó que el número de montículos fabricados por las tuzas en el periodo de secas (noviembre de 1989 a abril de 1990) fue de 47 montículos: siete montículos grandes, cinco

hechos por la hembra y dos por el macho; 12 medianos, cinco elaborados por la hembra y siete por el macho; 19 chicos, 12 producidos por la hembra y siete por el macho; y nueve tapones, cinco construidos por la hembra y cuatro por el macho (Fig. 17).

En la temporada de lluvia del 1990 (mediados de abril a octubre del 90) hicieron 51 montículos, de los cuales ocho fueron grandes, cinco elaborados por la hembra y tres por el macho; 13 medianos, seis producidos por la hembra y siete por el macho; 19 chicos, siete construidos por la hembra y 12 fabricados por el macho; y 11 tapones, nueve formados por la hembra y dos por el macho (Cuadro 5, Fig. 17).

En total fueron 98 montículos en 1990, con un promedio de cuatro por día. La mayor producción de montículos fue durante abril y agosto (30 de 98 montículos). Durante abril, el macho elaboró tres grandes y 10 pequeños; la hembra fabricó dos chicos. En agosto, la hembra construyó uno grande, tres medianos, tres chicos y cuatro tapones; el macho hizo cuatro que correspondieron a cada uno de los tamaños.

Los meses que se registró un menor número de montículos hechos por *Pappogeomys m. merriami* fue en marzo y septiembre (tres montículos cada uno de los meses). Durante marzo el macho construyó un montículo grande, uno pequeño y un tapón. En septiembre, la hembra fabricó un tapón y el macho uno grande y un tapón.

Durante el periodo de secas de 1991 (noviembre de 1990 a mayo de 1991), se registraron 27 montículos (Cuadro 6), de los cuales dos fueron grandes y los construyó la hembra; siete medianos, dos fabricados por la hembra adulta, tres por la hembra juvenil, y los dos restantes por el macho; 11 chicos, seis elaborados por la hembra, tres por el macho y dos por la hembra juvenil; siete tapones, dos por la hembra adulta, cuatro por la hembra juvenil y uno por el macho.

CUADRO 5. Producción de los diferentes tamaños de montículos construidos por *Pappogeomys m. merriami* por cada sexo y época del año, durante 1990 en Tláhuac, Distrito Federal.

Montículo	Hembra		Macho	
	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias
Grande	5	5	2	3
Mediano	5	6	7	7
Chico	12	7	7	12
Tapón	5	9	4	2
Total	27	27	20	24

CUADRO 6. Producción de los diferentes tamaños de montículos construidos por *Pappogeomys m. merriami* por cada sexo y época del año, durante 1991, en Tláhuac, Distrito Federal.

Montículo	Hembra		Macho		Hembra juvenil	
	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias
Grande	2			1		3
Mediano	2		2	5	3	3
Chico	6	1	3	2	2	1
Tapón	2		1	2	4	
Total	12	1	6	10	9	7

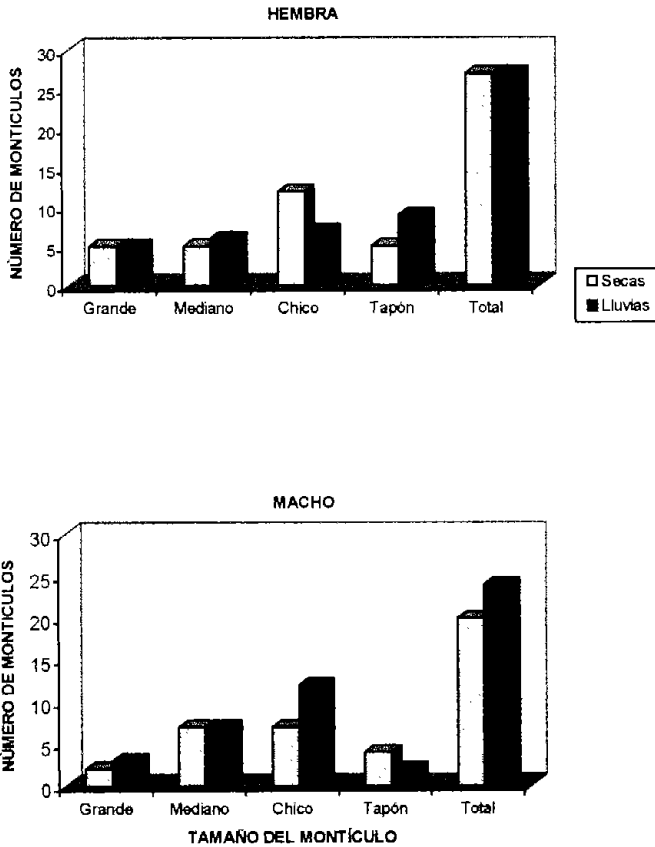


Fig. 17. Producción de los tamaños de montículos fabricados por *Papogeomys m. merriami* por cada sexo y época del año, durante 1990 en Tláhuac, Distrito Federal.

En la época de lluvias de 1991 (mayo a octubre) las tuzas fabricaron 18 montículos (Fig. 18), cuatro fueron grandes, tres hechos por la hembra juvenil y uno por el macho; ocho medianos, cinco contruidos por el macho y tres por la juvenil, cuatro chicos, uno formado por la hembra adulta, dos por el macho y uno por la hembra juvenil; dos tapones fueron elaborados por el macho. En total fueron 45 montículos, el promedio de montículos diarios durante la época de secas fue de cuatro y tres en época de lluvia.

El mes con mayor número de montículos fabricados por los geómidos fue abril (12 montículos). La hembra adulta fabricó uno mediano, dos chicos y un tapón; la hembra juvenil elaboró un montículo mediano y dos chicos; y el macho uno mediano, tres chicos y un tapón. Los meses en los que no se registró, el día del muestreo, ningún montículo fue: enero, febrero y agosto (Cuadro 7).

Elementos climáticos que influyeron en la construcción y tamaño de los montículos

Los elementos climáticos que se contemplaron tanto para las dimensiones, formas y producción de montículos fueron: temperatura media, máxima y mínima; precipitación total, máxima y mínima; días despejados, medio nublados, nublados; heladas, granizo.

Los resultados del modelo logístico de regresión mostró que: sólo se manifestaron interacciones en las dimensiones de los montículos medianos entre la altura (Chi-sqr 3.60, $P < 0.01$), el ancho de la base mayor (Chi-sqr 9.09, $P < 0.05$) y la forma (Chi-sqr 16.58, $P < 0.002$). En los montículos chicos se dio la interacción entre la altura (Chi-sqr 6.11, $P < 0.01$), la forma (Chi-sqr 33.96, $P < 0.0001$), el ancho de la base menor (Chi-sqr 11.08, $P < 0.05$). Sin embargo, el único parámetro climático que tuvo relación con el tamaño de los montículos fue la velocidad del viento (Chi-sqr 3.21, $P < 0.03$). La relación encontrada fue inversamente proporcional, es decir a mayor velocidad del viento menor altura de los montículos.

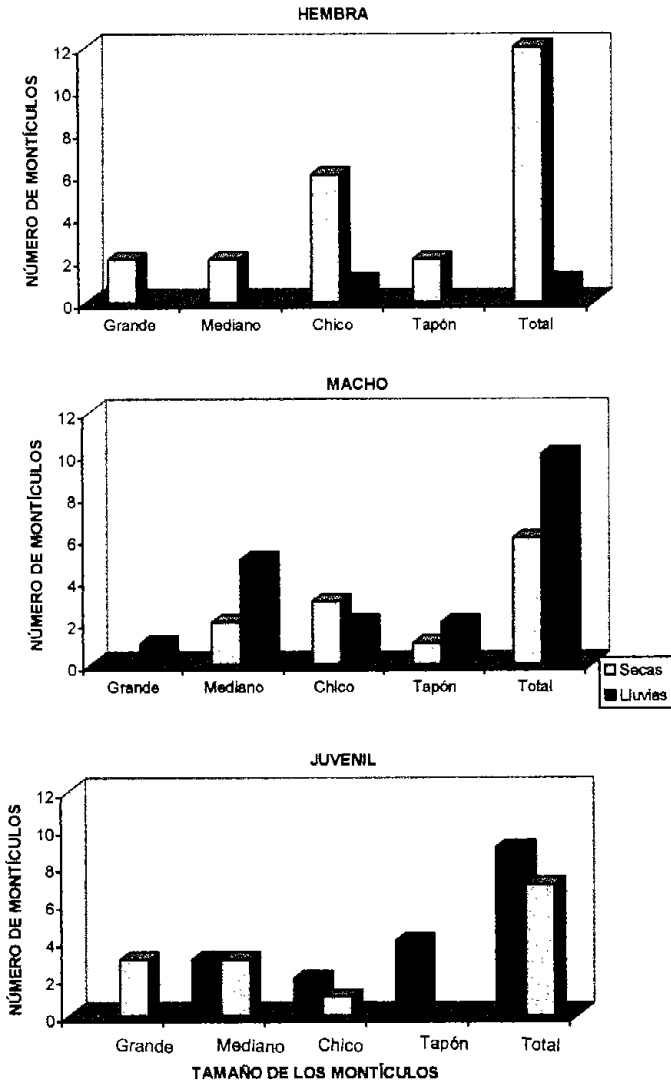


Fig. 18. Producción de los tamaños de montículos elaborados por organismos de *Pappogeomys m. merriami*, durante 1991 en Tláhuac, Distrito Federal.

Los factores meteorológicos que influyeron en el número de montículos, fueron la precipitación ($r = 0.44$, $P < 0.005$) y los días nublados ($r = 0.43$, $P < 0.005$). A mayor precipitación y días nublados mayor número de montículos.

Volumen de suelo que forma los montículos

El volumen de suelo ocupado por 98 montículos construidos por *Pappogeomys m. merriami* en 1990 fue de 0.80 m^3 . En la época de secas, 47 montículos que representaron un volumen de 0.35 m^3 ; 27 montículos fueron elaborados por la hembra adulta, ocupando un volumen de 0.20 m^3 ; y 20 montículos fueron hechos por el macho adulto su volumen fue de 0.15 m^3 . En la temporada de lluvia, se fabricaron 51 montículos y el volumen de suelo de éstos fue de 0.45 m^3 ; 27 de los montículos fueron hechos por la hembra adulta y su volumen fue de 0.22 m^3 y el macho adulto elaboró 24 montículos y el volumen que exhibieron los mismos fue de 0.23 m^3 . (Cuadro 8, Fig. 19).

En 1991, los geómidos que habitaban el área de estudio construyeron 45 montículos y el volumen de suelo de los montículos fue de 0.48 m^3 . En la época de secas, se muestrearon 27 montículos y su volumen fue de 0.16 m^3 ; la hembra adulta elaboró 12 montículos y el volumen ocupado por los mismos fue de 0.09 m^3 , el macho adulto fabricó seis montículos que ocuparon un volumen de 0.02 m^3 y de la hembra juvenil se cuantificaron nueve montículos, los cuales cubrieron un volumen de 0.05 m^3 . En la temporada de lluvia formaron 18 montículos, los mismos que ocuparon un volumen de 0.32 m^3 ; de la hembra adulta sólo se muestreo un montículo con un volumen de 0.001 m^3 ; del macho adulto fueron 10 montículos, el volumen que ocuparon fue de 0.10 m^3 y la hembra juvenil produjo siete montículos, cuyo volumen fue de 0.22 m^3 . (Cuadro 8, Fig. 19).

CUADRO 7. Condiciones meteorológicas, para los meses en que se registró un menor o mayor número de montículos de *Pappogeomys m. merriemi* en Tláhuac, Distrito Federal.

AÑO	1990				1991		
	MES	marzo	abril	agosto	septiembre	febrero	agosto
TEMPERATURA MEDIA (°C)		14.2	16.5	15.6	15.7	14.5	15.4
MÁXIMA (°C)		26.5	27.0	25.0	26.0	26.0	23.0
MÍNIMA (°C)		2.0	4.0	6.0	6.0	4.0	7.0
PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)		0.5	13.0	5.2	2.1	0.0	2.1
MÁXIMA (mm)		6.6	23.0	23.3	17.5	0.0	14.8
MÍNIMA (mm)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DIAS DESPEJADOS		21	12	9	0.0	25	0.0
MEDIO NUBLADOS		7	13	13	28	0.0	28.0
NUBLADOS		3	5	2	2	3	3

CUADRO 8. Volumen de suelo ocupado por los montículos construidos por *Pappogeomys m. merriami*, durante 1990 y 1991 en Tláhuac, Distrito Federal.

	Secas		Lluvias	
	Número de montículos	Volumen de montículos (m ³)	Número de montículos	Volumen de montículos (m ³)
1990				
Hembra	27	0.20	27	0.22
Macho	20	0.15	24	0.23
Total	47	0.35	51	0.45
1991				
Hembra	12	0.09	1	0.001
Macho	6	0.02	7	0.100
Hembra juvenil	9	0.05	10	0.220
Total	27	0.16	18	0.321

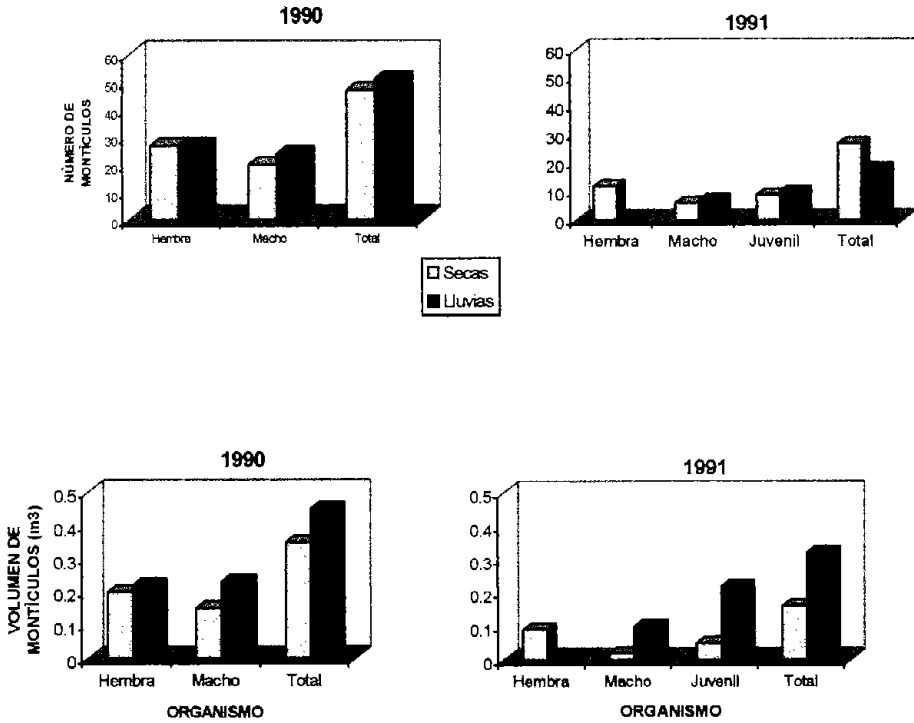


Fig. 19. Número de montículos de *Pappogeomys m. merriami* y volumen de suelo (m³) ocupado por éstos durante 1990 y 1991 en Tláhuac, Distrito Federal.

GALERÍA

Longitud de la galería

Durante 1990, se encontraban habitando el área de estudio dos tuzas; la longitud de sus galerías en temporada de secas, la galería de la hembra adulta tuvo una longitud en su vía principal de 105 m; la del macho una longitud de 69 m. En la época de lluvia, la longitud de las galerías, se incremento para ambos organismos, siendo de 136 m la de la hembra y de 108 m para el macho. La longitud anual de la galería abarcó, en la hembra 223 m y en el macho 135 m. Es importante destacar que las longitudes anuales no son el resultado de la suma de las galerías en las dos temporadas (secas y lluvia), ya que se observó que las tuzas utilizaban algunas secciones de la vía principal de sus galerías para las dos temporadas, estos deben ser los puntos de contacto en las galerías para las diferentes temporadas (Cuadro 9, Fig. 20).

En 1991 había tres organismos cubriendo la zona y las longitudes de las galerías se redujeron en ambas temporadas. En el tiempo de secas, la longitud de la galería de la hembra adulta fue de 65 m, de la hembra juvenil de 57 m y la del macho de 51 m. En la temporada de lluvia, el sistema de la hembra adulta fue de 59 m, de la hembra juvenil de 28 m y del macho de 99 m. Con respecto a la anual, la vía principal de la galería de la hembra adulta fue de 68 m, de hembra juvenil de 58 m y la del macho de 60 m (Cuadro 9, Fig. 20).

Longitud del túnel lateral

La longitud promedio del túnel lateral de *Pappogeomys m. merriami* en el área de estudio fue, durante la estación de secas de 53 cm, con una máxima de 100 cm y una mínima de 25 cm (28 galerías abiertas). Cuando se registraron temperaturas ambientales superiores a los 30 °C, sin cubierta vegetal y viento, se observaron las máximas profundidades, el tapado de los túneles laterales con suelo era hermético. A temperaturas menores a los 30 °C, la longitud del túnel

CUADRO 9. Longitud de la galería y área de acción ocupada por tres individuos de *Pappogeomys m. merriami* durante 1990 y 1991 en Tláhuac, Distrito Federal.

	Secas		Lluvias	
	Longitud de la galería (m)	Área de acción (m ²)	Longitud de la galería (m)	Área de acción (m ²)
1990				
Hembra	105	660	136	1 655
Macho	69	246	108	1 224
1991				
Hembra	65	354	59	176
Macho	51	59	99	313
Hembra juvenil	57	297	28	52

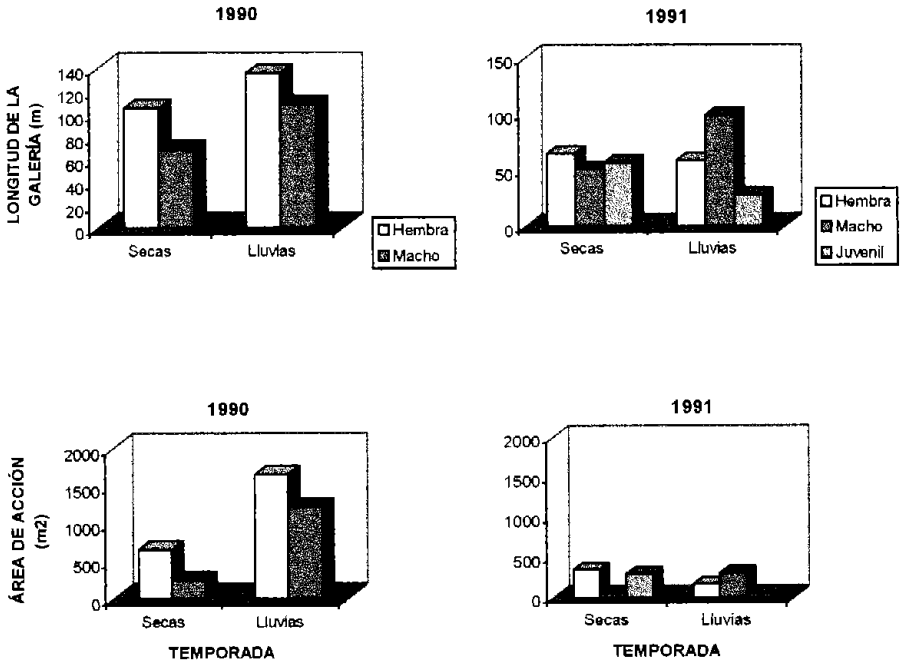


Fig. 20. Longitud de la galería y área de acción ocupada por tres individuos de *Pappogeomys m. merriami*, durante 1990 y 1991 en Tláhuac, Distrito Federal.

lateral era de 25 cm a 53 cm y el tapado del túnel no era tan hermético. Durante la época de lluvia la media de la longitud del túnel lateral fue de 55 cm, con una máxima de 110 cm y la mínima de 30 cm (68 galerías abiertas); el tapado del túnel lateral presentaba una consistencia suelta y las galerías se podían abrir sin dificultad.

Ángulo de inclinación del túnel lateral

Los túneles laterales fabricados por los geómidos son la senda de comunicación de la galería hacia la superficie; dichos túneles se encontraron en las galerías de los tres organismos estudiados. Los túneles laterales se encontraron tanto a lo largo de la vía principal como en sus extremos; presentaron una inclinación de 45° en su mayoría (40 galerías abiertas durante el muestreo).

Orientación y dirección del túnel lateral

La orientación de los 55 túneles laterales fue: 20% al norte (11 túneles laterales), 14.5% hacia el sur (ocho túneles), 36.4% al este (20 túneles) y 29.1% hacia el oeste (16 túneles).

En la época de secas, se registraron 32 túneles laterales cuya orientación fue: de 28.1% hacia el norte (nueve túneles laterales), 18.8% al sur (seis túneles), 28.1% hacia el este (nueve túneles) y 25% al oeste. La dirección de los túneles laterales durante la temporada de secas fue: 12.5% rectos y 87.5% curvos, de los cuales, el 37.5% fueron curvos hacia la izquierda y el 50% curvos hacia la derecha. La forma que dominó durante la temporada de secas fue la curva. Los vientos dominantes fueron más frecuentes de norte a sur y de este a oeste.

En la época de lluvia se excavaron 23 túneles laterales, cuya orientación fue: 8.7% hacia el norte (dos túneles laterales), 8.7% orientación sur (dos túneles), 47.8% hacia el este (11 túneles) y 34.8% de orientación oeste. La dirección que exhibieron los túneles laterales era

de: 26.1% rectos y 73.9% curvos. Tomando en cuenta sólo los laterales curvos, resultaron un 34.8% hacia la izquierda y 56.5% hacia la derecha. Volvió a dominar la forma curva. Los vientos dominantes, durante este tiempo fueron de este a oeste.

Los laterales ciegos iban de la vía principal hacia la superficie, fueron nueve en total. Dichos túneles pueden ser rectos o curvos, pero no los abren las tuzas al exterior, estaban sumamente rebajados y en forma circular (esto se verificó por dentro de la galería), si eran tocados por dentro de la galería se caía el techo, quedando abierta la galería.

Diámetro de la galería

El diámetro de la vía principal fue constante, el promedio que se obtuvo en la temporada de secas, éste fue de nueve centímetros (38 galerías), con una máxima de 10 cm que correspondía a la galería del macho adulto y una mínima de cinco centímetros pertenecía a la hembra juvenil. En la época de lluvia, el promedio era de 10 cm (29 galerías), con una máxima de 10 cm y una mínima de nueve centímetros de diámetro. Esta galería pertenecía a la hembra adulta.

Profundidad de la vía principal

La profundidad de la vía principal del sistema de *Pappogeomys m. merriami*, durante la época de secas, fue de 31 cm en promedio (27 vías principales), con una profundidad máxima de 60 cm y una mínima de 16 cm, esta se registró en la galería de la hembra juvenil. En la época de lluvia, la media obtenida fue de 29 cm (18 vías principales) con una máxima de 46 cm y una mínima de 15 cm, la cual correspondió nuevamente a la hembra juvenil.

Temperatura ambiental y del suelo de la galería y montículos

Dentro de las galerías de los geómidos la temperatura ambiental promedio fue para los

dos años de 18.8 ± 1.8 °C (68 galerías abiertas), la temperatura del suelo del sistema fue de 18.9 ± 1.9 °C, con una máxima de 20 °C y una mínima de 14 °C. Durante 1990 la temperatura media registrada en el sistema fue de 18.6 ± 1.6 °C, con una máxima de 20 °C, la mínima de 14 °C; y en 1991 de 19.1 ± 2.1 °C su máxima de 20 °C y la mínima de 16 °C.

La temperatura de los montículos fue: fresco de 21.6 ± 0.4 °C (máxima 26 °C, mínima 18 °C), montículo del día anterior de 22 ± 2.8 °C (máxima 26 °C, mínima 12.5 °C) y montículo viejo (de dos a quince días de fabricado) de 23.4 ± 1.4 °C (máxima 28 °C, mínima 16 °C). En la época de secas, la temperatura máxima fue de 20 °C y la mínima de 14 °C, por lo tanto hubo una variación de 6 °C. En la temporada de lluvia, la máxima temperatura que se registró fue de 20 °C y la mínima de 18 °C, presentando un intervalo de 2 °C. En las zonas testigo en promedio fue de 20.8 ± 1.3 °C, con una máxima de 27 °C y una mínima de 12 °C por lo tanto en estos lugares fluctuó la temperatura en 15 °C.

Humedad del suelo en la galería

La humedad promedio del suelo dentro de la galería de *Pappogeomys m. merriami* fue de 86% para los dos años (24 muestras de suelo) . Durante la temporada de secas, la máxima fue de 100% y la mínima de 62% fluctuó en 38% y en época de lluvia, la máxima de 100% y la mínima de 59%; varió en un 41%. Cuando se compararon con las humedades relativas obtenidas en las dos zonas testigos a la misma profundidad, se registró una media de 52% y su rango de variación fue de un 84%.

Se tomó la humedad relativa de los montículos frescos y de los de día anterior. En los montículos frescos se obtuvo una media de 82% (100% a 63%), su intervalo fue de 37% y en los montículos de un día anterior fue de 79% (100% a 56%), variando en un 44%. Las áreas testigos presentaron una humedad promedio de 36% (tomados en lugares desprovistos de cubierta vegetal y en la superficie del suelo). Las cuales tuvieron un intervalo de 100% a un

4%, fluctuando en un 96%.

ÁREA DE ACCIÓN

El área de acción ocupada durante 1990, por los dos organismos adultos: la hembra presentó 1 656 m² y la del macho 1 291 m² (Fig. 21). En la temporada de secas, la hembra sólo ocupó 660 m² de dicha zona y el macho únicamente 246 m² por (Fig. 22). En la temporada de lluvia, fue de 1 655 m² la de hembra y del macho, 1 224 m² (Fig. 23). El área de acción resultó de fusionar el mapeo de montículos (Cuadro 9).

Durante 1991 ya se encontraban en la zona, habitando tres geómidos. El área de acción de la hembra adulta fue de 491 m², de la hembra juvenil de 358 m² y la del macho de 655 m² (Fig. 24). En la época de secas, el área que cubrieron los organismos fue de la hembra 354 m², de la hembra juvenil 297 m² y del macho 59 m² (Fig. 25); en la época de lluvias el área de acción de la hembra adulta fue de 176 m², de la hembra juvenil de 52 m², y del macho fue de 313 m² (Fig. 26).

CUANTIFICACION DEL DAÑO OCASIONADO AL CULTIVO POR LA CONSTRUCCIÓN DE MONTÍCULOS Y GALERÍA

Daño producido a la cosecha

La producción de maíz que se esperaba obtener durante los dos años de estudio debió de ser de 28 112 mazorcas, pero sólo se obtuvieron 14 970 mazorcas por lo tanto se registró una pérdida de un 53 % (1 051 dólares), de este porcentaje de pérdida las tuzas solamente dañaron en 1.7%, que equivale a 480 mazorcas (38.4 dólares).

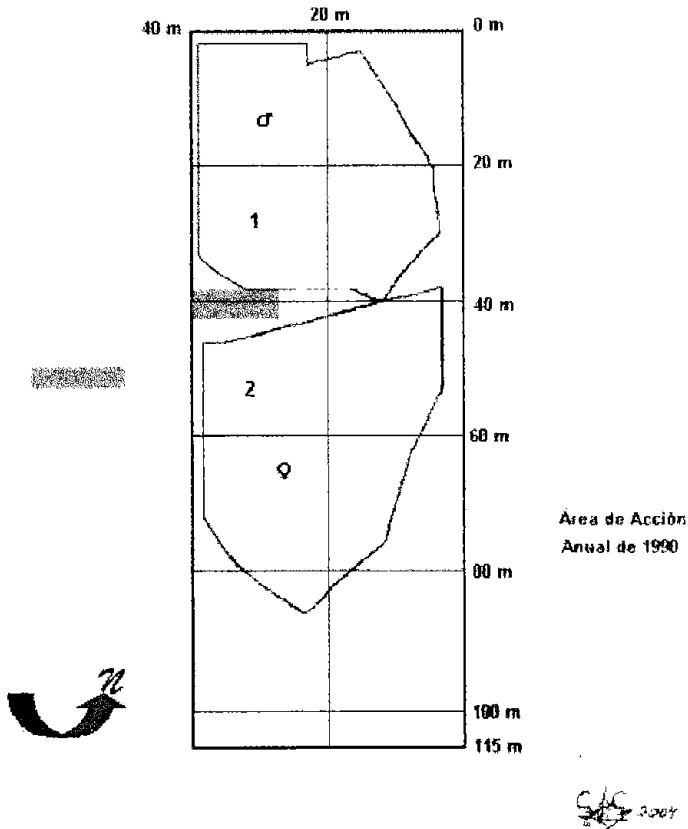


Fig. 21. Área de acción anual de *Pappogeomys m. merriami* registrada durante 1990 en Tláhuac, Distrito Federal. (1 σ) macho adulto, (2 ϕ) hembra adulta.

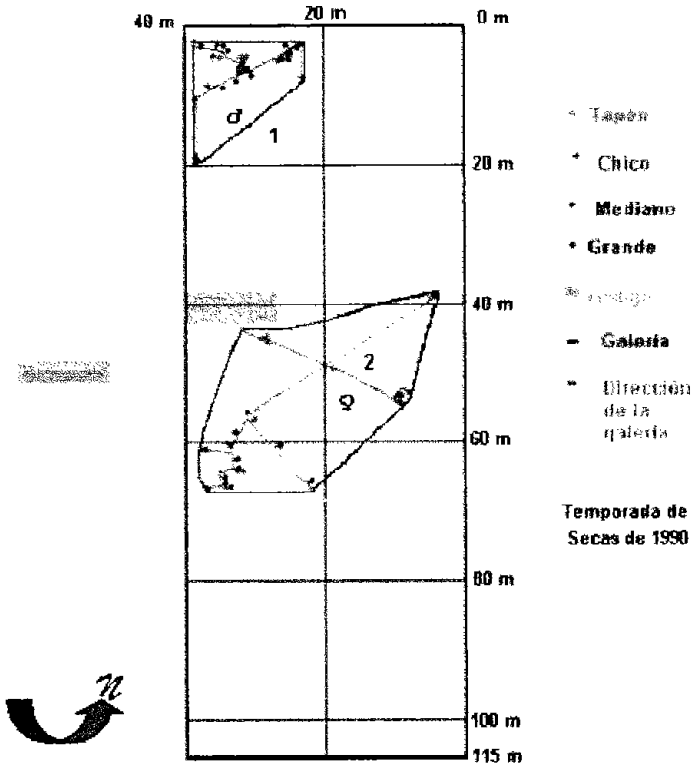
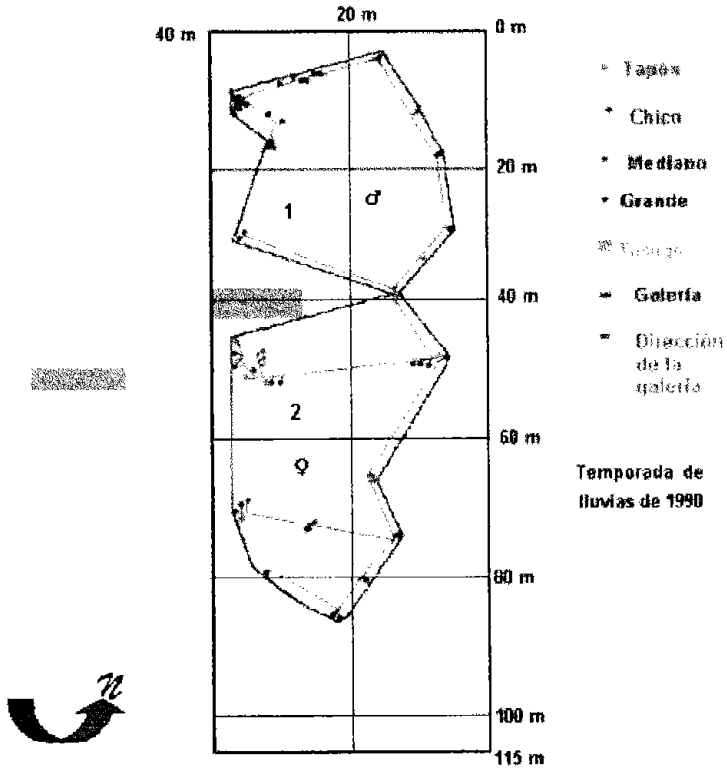


Fig. 22. Área de acción que ocupó *Pappogeomys m. merriami* durante la época de secas en 1990 en Tláhuac, Distrito Federal. (1 ♂) macho adulto, (2 ♀) hembra adulta.



SAS 2004

Fig. 23. Área de acción que *Pappogeomys m. merriami*, ocupó en la época de lluvias durante 1990 Tláhuac, Distrito Federal. (1 ♂) macho adulto. (2 ♀) hembra adulta.

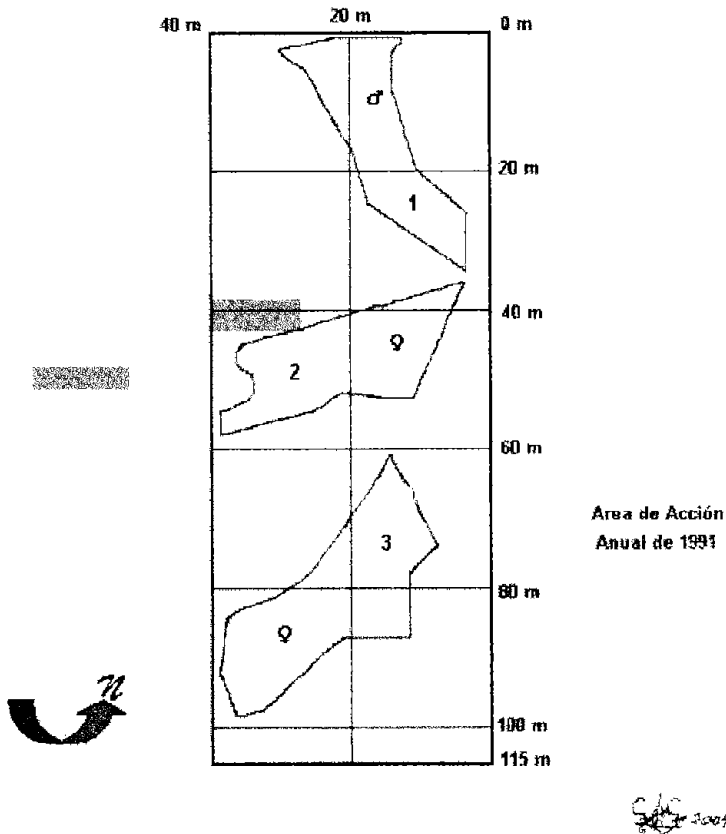
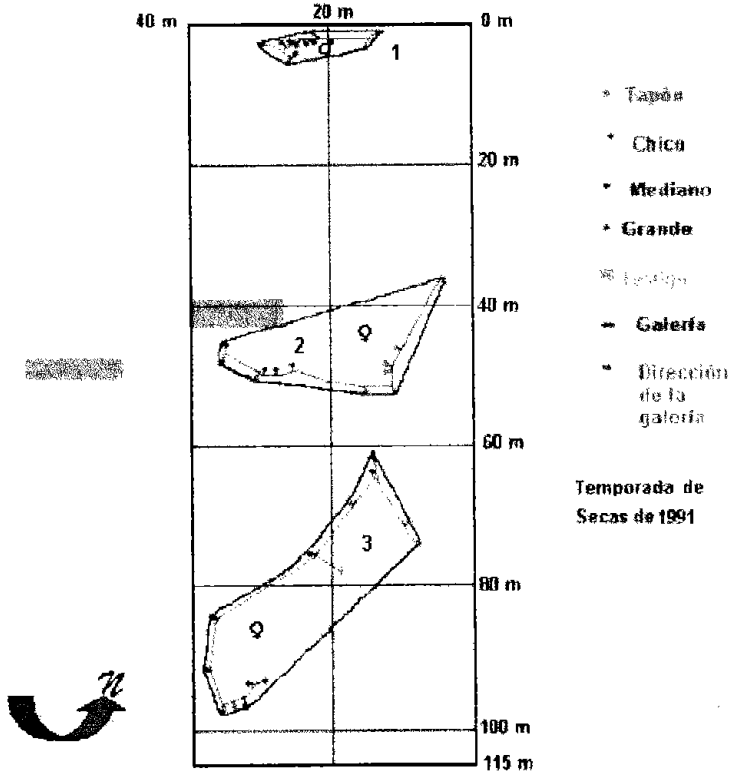


Fig. 24. Área de acción anual registrada para *Pappogeomys m. merriami*, en 1991 Tláhuac, Distrito Federal. (1 ♂) macho adulto, (2 ♀) hembra juvenil y (3 ♀) hembra adulta.



CAC 2004

Fig. 25. Área de acción cuantificada para *Pappogeomys m. merriami*, durante la temporada de secas, en 1991 Tláhuac, Distrito Federal. (1 ♂) macho adulto, (2 ♀ j) hembra juvenil y (3 ♀) hembra adulta.

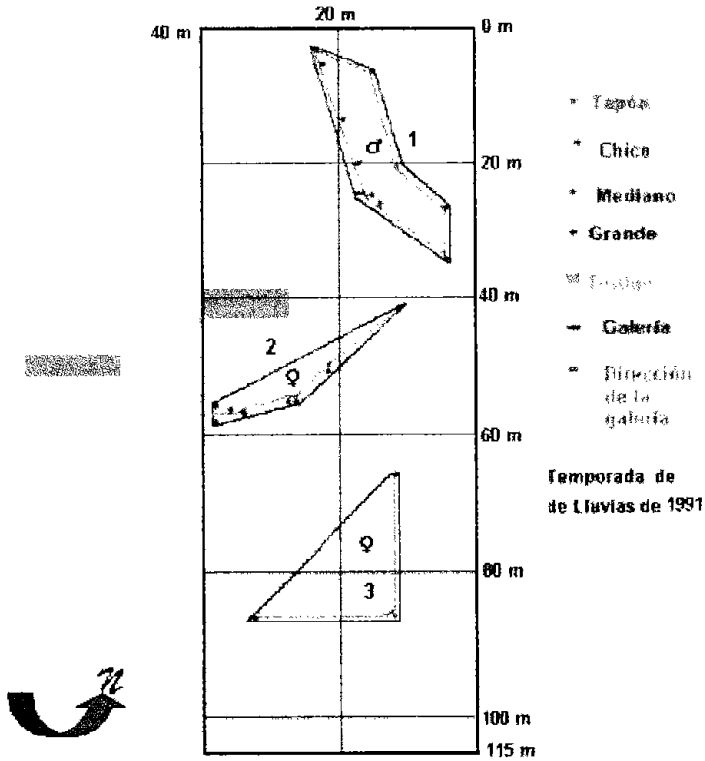


Fig. 26. Área de acción de *Pappogeomys m. merriami*, en la época de lluvias, en 1991 Tláhuac, Distrito Federal. (1 ♂) macho adulto, (2 ♀) hembra juvenil y (3 ♀) hembra adulta.

En el año de 1990 se esperaba cosechar 16 064 mazorcas no obstante se obtuvieron 8 849 mazorcas, dando un monto de 708.3 dólares (55.1%), lo que representó una pérdida total de 7 215 mazorcas (577.48 dólares); pérdidas por otros factores 6 989 mazorcas (559.44 dólares, 42.5%).

Las causas de dicha pérdida fueron: (1) suelo salino-sódico, a pesar de haber sido sembrada el área, no germinaron 2 896 semillas y se produjo una merma de 232 dólares (16%); (2) chayotillo (*Microsechium ruderale*), esta enredadera tiró 1 491 plantas de maíz, resultando una pérdida de 119 dólares (9%); (3) lluvia y viento, cuando sembraban colocaban en el cajete de tres a cinco semillas de maíz, al germinar las cañas de maíz quedaban muy juntas y cuando alcanzaban una altura de dos a cuatro metros de altura, y si se presentaba viento o lluvias en la zona, se desplomaban las cañas de maíz con facilidad y en su caída tiraban a otras plantas de maíz. La pérdida total a consecuencia del fenómeno anterior fue de 2 602 mazorcas que equivalen a 268.27 dólares y el porcentaje de 15.8%. (Cuadro 10, Fig. 27).

Debido a la actividad de las tuzas que habitaron el área de estudio durante 1990, se registró un daño total de 226 mazorcas, siendo el valor económico de 18.14 dólares (1.4%). (1) A nivel montículo, representó un total de 112 mazorcas (8.96 dólares, 0.7%), el daño ocasionado por la hembra adulta fue de 40 mazorcas (3.20 dólares, 0.25%) y del macho de 72 mazorcas (5.78 dólares, 0.44%). (2) A nivel galería, se estimó en 114 mazorcas (9.16 dólares, 0.7%), de los cuales corresponden a la hembra 40 (3.20 dólares, 0.25%) y al macho 74 mazorcas (5.92 dólares, 0.45%).

En la primera área testigo dentro del área de estudio, se tenía que haber recogido 2 880 mazorcas y sólo se cosecharon 1 008 mazorcas representando una ganancia de 80.68 dólares (35%), con una pérdida de 1 872 mazorcas dio una ganancia de 149.83 dólares (65%). En la segunda área testigo se debían cosechar 900 mazorcas, sin embargo, lo que se obtuvo fueron 398 mazorcas que corresponde a 31.85 dólares (44.2%) y la pérdida fue de

CUADRO 10. Pérdidas registradas en una chinampa de temporal de 4 600 m², cultivada con maíz durante 1990 y 1991 en Tláhuac, Distrito Federal.

	1990			1991		
	Número de elotes	Porcentaje (%)	Costo (\$)	Número de elotes	Porcentaje (%)	Costo (\$)
Total esperado	16 064	100.0	1 285.90	1 2048	100.0	964.35
Total obtenido	8 849	55.1	708.32	6 121	51.0	489.96
Pérdida total	7 214	44.9	577.48	5 927	49.0	474.38
Pérdida por otros factores	6 989	42.1	559.44	5 673	46.9	451.10
Pérdida por tuzas	226	1.4	18.14	254	2.2	20.32

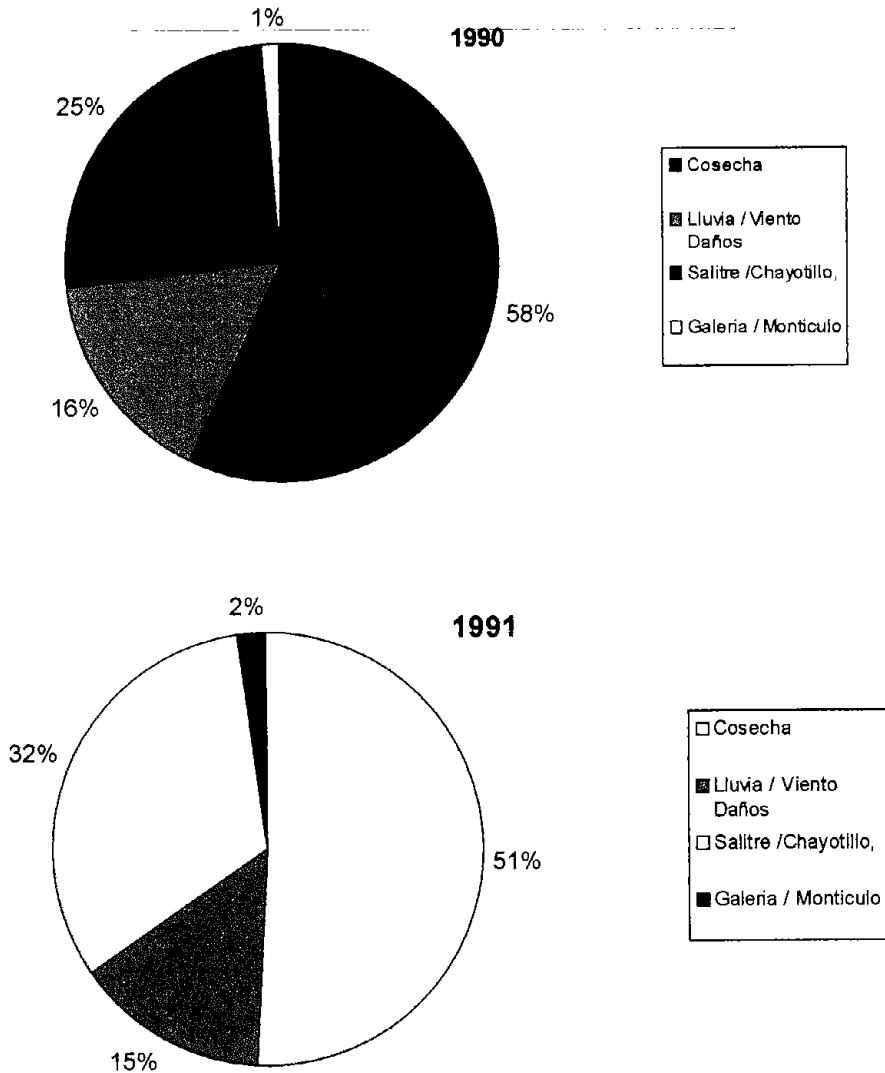


Fig. 27. Porcentaje de pérdidas y cosecha obtenida con respecto a lo esperado (100 %) en 4 600 m² cultivados con maíz durante 1990 y 1991 en Tláhuac, Distrito Federal.

502 mazorcas; un total de 40.18 dólares (55.77%).

Para 1991, se esperaba una cosecha de 12 048 mazorcas y solamente se obtuvieron 6 121 mazorcas, siendo el valor económico de 489.96 dólares (51%). La pérdida en total, durante este período fue de 5 927 mazorcas que representó 474.38 dólares (49%); 5 673 se perdieron por: (1) suelo salino-sódico y chayotillo 3 914 mazorcas, que equivalen a 454.08 dólares (32.5%); (2) viento y lluvia 1 759 mazorcas lo cual significa 140.79 dólares (14.6%).

En 1991, el área de estudio se encontraba habitada por tres geómidos (dos adultos y un juvenil), que ocasionaron un daño de 254 mazorcas, representando un déficit económico de 20.32 dólares (2.2 %) de la forma siguiente: (1) a nivel montículo; en total 153 mazorcas (12.24 dólares, 1.3%), la hembra adulta consumió 60 mazorcas (4.80 dólares, 0.51%), la hembra juvenil 63 mazorcas (5.04 dólares, 0.54%) y el macho, 30 mazorcas (2.40 dólares, 0.25%); (2) a nivel galería; un total de 101 mazorcas (8.08 dólares, 0.9%), 34 mazorcas la hembra adulta (2.72 dólares, 0.30%), 28 mazorcas de la hembra juvenil (2.24 dólares, 0.25%) y el macho 39 mazorcas (3.12 dólares, 0.35%).

Durante 1991, lo que debió cosechar fue 2 160 mazorcas en el área testigo dentro del área de estudio y lo que se obtuvo fue 1 058 mazorcas que representó 172.89 dólares (49%) y una pérdida de 1 101 mazorcas lo que representó 88.12 dólares (51%). En el área testigo, fuera del área de estudio, se esperaba cosechar 675 mazorcas y sólo se obtuvieron 142 mazorcas (11.36 dólares, 21%), perdiéndose 533 mazorcas (42.66 dólares, 79%).

Estimación de la biomasa perdida en el área dañada

Durante 1990 la biomasa se debió obtener de la cosecha de maíz 15.04 Ton/4 600 m² de peso seco y lo que finalmente se obtuvo fue 8.28 Ton/4 600 m² (55.09%), por lo tanto, la pérdida total

fue de 6.75 Ton/4 600 m² (44.91%); 6.54 Ton/4 600 m² (43.5%) de biomasa se malograron por: (1) salitre 2.71 Ton/4 600 m², que equivalen a 18.03%; (2) chayotillo se estropearon 1.40 Ton/4 600 m² dando un 9.28%; (3) lluvia 2.16 Ton/4 600 m², con un 14.37%; (4) viento 0.28 Ton/4 600 m², que representó 1.83% (Cuadro 11, Fig. 28).

El daño conferido por las tuzas en la biomasa del área de estudio fue de 0.21 Ton/4 600 m² (1.41%) desglosado fue: (1) a nivel montículo fue un total de 0.11 Ton/4 600 m² (0.7%); por la hembra adulta fueron 0.04 Ton/4 600 m² (0.25%) y por el macho de 0.07 Ton/4 600 m² (0.45%) de peso seco del maíz; (2) a nivel galería la merma que dio como resultado la actividad de los dos organismos fue de 0.11 Ton/4 600 m² (0.71%); de la hembra adulta 0.04 Ton/4 600 m² (0.2%) y del macho 0.07 Ton/4 600 m² (0.46%).

En el área testigo dentro de la zona de estudio se esperaba obtener 2.59 Ton/4 600 m², lo que se cosechó de biomasa fue 0.91 Ton/4 600 m² (35%), y se perdieron 1.68 Ton/4 600 m² (65%). En la segunda área testigo se debía haber cosechado 0.81 Ton/4 600 m², solo se recolectaron 0.36 Ton/4 600 m² (44.22%), las pérdidas fueron de 0.45 Ton/4 600 m² (56%).

En 1991, se debieron de lograr 11.28 Ton/4 600 m² de forraje seco y lo que se consiguió fueron 5.73 Ton/4 600 m² (50.8%), así que el daño fue de 5.55 Ton/4 600 m² (49.19%); 5.31 Ton/4 600 m² (47.09%) que corresponden a: (1) suelo salino-sódico y chayotillo 3.66 Ton/4 600 m² (32.49%); (2) lluvias y viento; 1.65 Ton/4 600 m², con un porcentaje de 14.6% (Cuadro 11, Fig. 28).

El daño total ocasionado por los geómidos al cultivo fue de 0.24 Ton/4 600 m² (2.1%): (1) a nivel montículo 0.14 Ton/4 600 m² (1.27%), de los cuales 0.056 Ton/4 600 m² (0.5%), fueron de la hembra adulta, 0.059 Ton/4 600 m² (0.52%), de la hembra juvenil y 0.028 Ton/4 600 m² (0.25%) del macho; (2) a nivel galería la merma global fue de 0.094 Ton/4 600 m² (0.83%), por la hembra adulta fue de 0.032 Ton/4 600 m² (0.28%), la

hembra juvenil de 0.026 Ton/4 600 m² (0.23%) y por el macho 0.036 Ton/4 600 m² (0.32%).

Durante 1991 la biomasa seca que se obtuvo en el área testigo fuera de la zona de estudio fue 0.13 Ton/4 600 m² (21%) de 0.61 Ton/4 600 m² que se debían de obtener, por lo tanto las pérdidas en biomasa fueron de 0.48 Ton/4 600 m² (79%). En el área testigo dentro de la zona se lograron 0.95 Ton/4 600 m² (49%) de 1.94 Ton/4 600 m² de biomasa que se esperaba recoger, se perdieron 0.99 Ton/4 600 m² (51%).

La manera como el geómido introduce las cañas de maíz hacia el interior de la galería, fueron las siguientes: (1) cuando la tuza jalaba hacia adentro de la galería la caña de maíz, la iba cortando en trozos de aproximadamente 10 cm de largo, metiendo la caña con todo y hojas, al finalizar su labor la tuza, no quedaba nada de la planta de maíz sobre la superficie del surco. Las únicas evidencias eran el agujero o cajete, que podía quedar en dos formas: la primera fue el cajete abierto y comunicando a la vía principal con el exterior, lo que probablemente propiciaba la evapotranspiración en el sistema; y la segunda cuando lo tapa, formando un montículo tapón, pero la base del mismo es la del cajete; (2) otras veces deja las últimas hojas de la caña de maíz, formando así un montículo de hierba.

Área dañada por los montículos

El área total ocupada por los montículos de *Pappogeomys m. merriami* (se incluyeron los montículos fabricados el día del muestreo y en la época de cosecha los montículos elaborados la semana anterior al día del muestreo) de una chinampa cultivada con maíz (Cuadro 12, Fig. 29), fue en 1990 de 126 montículos, los cuales cubrieron una área de 11.01 m² (0.27%). En 1991 fueron 94 montículos, los que ocuparon una área de 11.04 m² (0.36%).

(1) Área cubierta por los montículos que no dañaron al cultivo. Durante la cosecha de 1990 los geómidos fabricaron 98 montículos, el área que cubrieron fue de 7.93 m² (0.19%). En la tem-

CUADRO 11. Estimación de la biomasa perdida en un cultivo de maíz, durante 1990 y 1991 en Tláhuac, Distrito Federal.

	1990		1991	
	Peso seco (Ton/4600 m ²)	Porcentaje (%)	Peso seco (Ton/4600 m ²)	Porcentaje (%)
Núm. Cañas esperadas	15.04		11.28	
Rendimiento	8.28	55.09	5.73	50.80
Pérdidas por otros	6.75	43.50	5.55	47.09
Pérdidas por tuzas	0.21	1.41	0.24	2.10

Pérdidas por otros = Cholototy, suelo salino-sódico, viento, lluvia

CUADRO 12. Área dañada por los montículos de *Pappogeomys m. merriami* en un cultivo de maíz durante 1990 y 1991, en Tláhuac, Distrito Federal.

	1990			1991		
	Sin daños	Dañada	Total	Sin daños	Dañada	Total
Área (m ²)	7.92	3.08	11.00	4.73	6.30	11.03
Porcentaje (%)	0.18	0.08	0.26	0.12	0.16	0.28

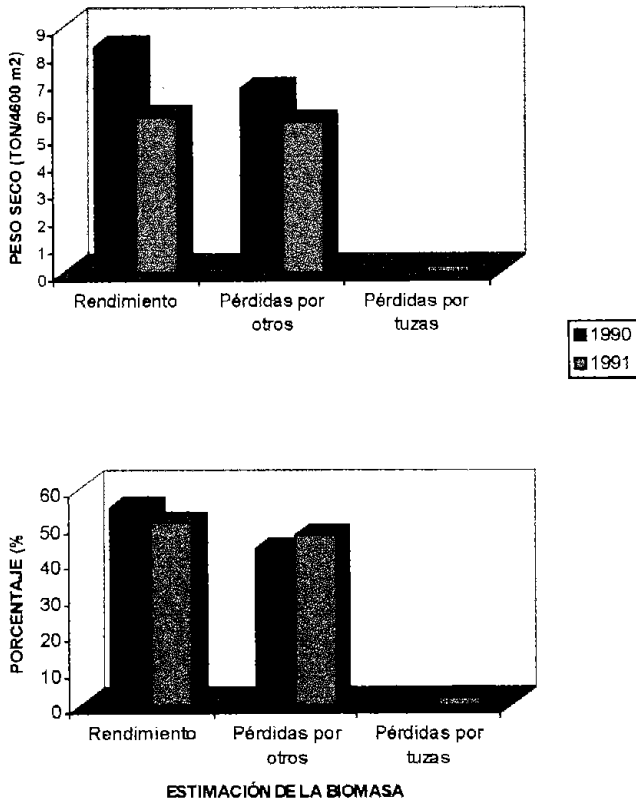


Fig. 28. Daños ocasionados a la biomasa del cultivo de maíz, durante 1990 y 1991 en Tláhuac, Distrito Federal. Pérdidas por otros = Chollotiyó, suelo salino-sódico, viento, lluvia

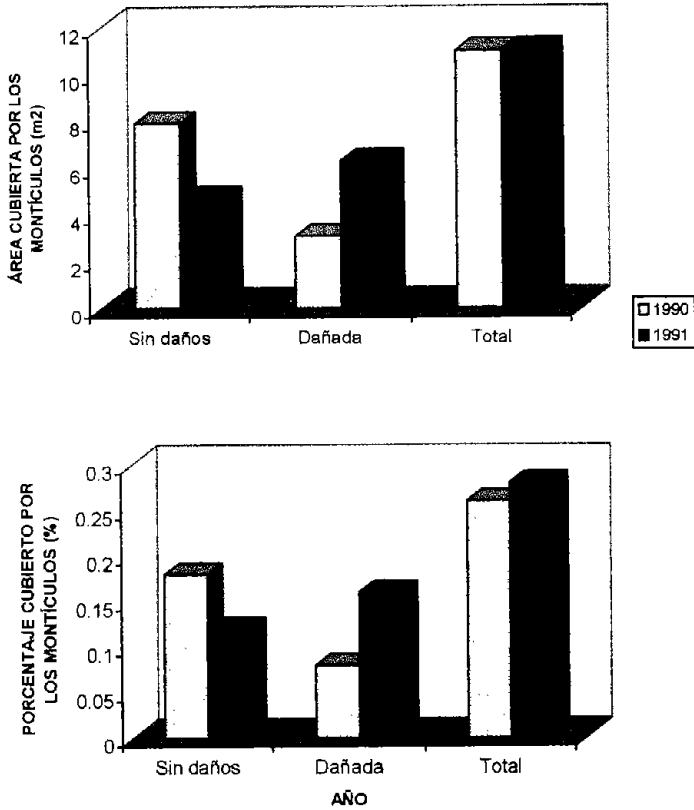


Fig. 29. Área y porcentaje cubierto por los montículos de *Pappogeomys m. merriami*, señalando los daños ocasionados al cultivo de maíz, durante 1990 y 1991 en Tláhuac, Distrito Federal.

porada de secas, en la cual se encontraba el lugar sin cultivar, las tuzas fabricaron 47 montículos, los que ocuparon 3.39 m^2 (0.09%). En el periodo de lluvias elaboraron 51 montículos que correspondieron a 4.54 m^2 (0.10%). En 1991 el área cultivada fue cubierta con 43 montículos que abarcaron 4.73 m^2 (0.13%). Las tuzas construyeron 45 montículos durante todo el año que no dañaron el área de estudio. En la temporada de secas, elaboraron 25 montículos, en 1.58 m^2 (0.04 %); en la época de lluvias, fabricaron 18 montículos, los cuales cubrieron una área de 3.15 m^2 , que representó un 0.08% .

(2) Área dañada por los montículos. De los montículos muestreados durante la cosecha de 1990 fueron en total 79 montículos y cubrieron un área de 7.62 m^2 (0.18%), solo 28 montículos dañaron la cosecha y ocuparon una área de 3.08 m^2 (0.08%), los restantes que no dañaron el cultivo (Cuadro 12, Fig. 29). En 1991 se registraron 69 montículos en la cosecha, los cuales representaron una área de 9.46 m^2 (0.32%); 51 de estos montículos afectaron la cosecha, su área fue de 6.31 m^2 , con un 0.23%.

Área dañada a nivel galería

El área dañada a nivel galería en 1990, fue de 0.19 m^2 , la cual representó 30 cajetes (0.005%); 0.08 m^2 fueron de 11 cajetes que correspondieron a la hembra (0.002%) y 0.11 m^2 de 19 cajetes (0.003%) perjudicados por el macho. En 1991, merma total del área fue de 0.22 m^2 , por 41 cajetes que fabricaron las tuzas (0.005%); 0.04 m^2 , que representaron 15 cajetes a la hembra adulta (0.001%), 0.08 m^2 , 10 cajetes de la hembra juvenil (0.002%) y 0.10 m^2 , 16 cajetes (0.002%) perjudicados por el macho.

Se registró en repetidas ocasiones, que la tuza abría su galería en la base del surco e incluso algunas veces se podían observar las raíces del maíz, pero estas cañas no se cayeron por la acción mecánica del organismo.

ALIMENTACIÓN

Pappogeomys m. merriami es un organismo herbívoro, que se alimentó habitualmente en los periodos de septiembre a abril de 1990 y 1991, cuando no había cosecha de la maleza, consumiendo: callosillos, quelites, quelite cenizo y lengua de vaca. Se alimentó de la cosecha de finales de junio a principios de septiembre. Pero con la germinación de la vegetación del lugar, por julio, el geómido volvía a alimentarse de ésta.

Las tuzas se alimentaron de la cosecha del maíz de la siguiente manera: (1) plántula, la plántula la ingirió el organismo total o parcialmente, en algunos casos sólo jalaba las hojas dejando sus bases sobre la superficie del suelo, las cuales seguían creciendo. Lo anterior se observó de abril a mediados de junio. Esto se debió a que no había cubierta vegetal y solo en los linderos o zanjas se encontraban otro tipo de plantas; (2) la caña fue dañada por la tuza: a nivel montículo, antes de abrir la galería, la tuza mordisqueaba la raíz, probablemente se la comía desde el interior de su galería, justamente abajo (68 observaciones) o a los lados del surco (siete observados). Así debilitaba la caña y posteriormente caía al suelo, esto lo efectuó regularmente. Otras veces salía y mordisqueaba la base de la caña lo que propiciaba su caída. Ya que tiraba la caña de maíz la trozaba en porciones de aproximadamente 10 cm cada una, en su gran mayoría todavía eran divididas por la mitad, lo más probable que así fuera más fácil transportarlas dentro de los túneles; a nivel galería, la tuza roía por abajo de la raíz de la planta y jalaba la caña del maíz hacia el interior del socavón y trozaba la caña en pequeñas porciones, hasta que no quedaba nada sobre la superficie y tapaba el cajete por abajo del nivel del suelo con un montículo tapón o bien lo dejaba destapado.

La tuza jaló o mordisqueó el maíz por completo para: (1) alimentación, el cual podía consumir inmediatamente o bien lo almacenaba; (2) nido, en cuya construcción utiliza hojas de maíz, pasto o ramas de otras plantas. Probablemente al principio jala o troza lo colectado indistintamente, lo almacena y posteriormente selecciona lo que va a consumir, utiliza para el

nido o posiblemente para la ventilación; (3) ventilación, probablemente se ayuda por medio de cañas y hojas para favorecer la ventilación y por ende la evapotranspiración dentro de la galería, por medio de los montículos con cañas y tapones de hojas. Esto lo efectúa el geómido cuando el suelo se encuentra saturado de agua. Cuando el tapón de hojas de maíz, quedaba en la base del surco, la caña era previamente tirada y jalada desde el exterior, no necesariamente en este último caso se llevaba las cuatro cañas, generalmente dejaba de una a dos cañas en la cima del surco.

SUELO

Los suelos de esta zona chinampera de Tláhuac, Distrito Federal, presentaron un color negro en húmedo, índice de que es un suelo rico en materia orgánica en sus capas superficiales, en estos niveles va a haber una mayor retención de agua, calor y nutrientes; y en seco el color fue gris (Cuadro 13), este color ayuda en la reflexión de los rayos solares evitando el sobre calentamiento.

La densidad aparente de las muestras en el área nos indica que son suelos orgánicos. Pero con respecto a la densidad real en la zona de estudio, se encuentra entre suelos orgánicos y minerales, en contraste con el suelo del área testigo, donde los valores se relaciona con una mayor concentración de minerales. El porcentaje de porosidad fue más alto en la zona testigo que donde habitaban las tuzas, con esto se puede inferir que hay una gran concentración de poros en el suelo por la presencia de materia orgánica, que favorece a la vez la agregación, (Tamhane *et. al.* 1986) los valores más bajos se registraron a nivel de la vía principal y montículo.

La textura del suelo en relación a la profundidad va de migajón-arenoso, migajón arcilloso y franco, éstas van a facilitar cierto movimiento de aire y agua, por lo tanto el drenaje interno va

ser moderado en húmedo. En estos suelos la textura es equilibrada dando un soporte mecánico a plantas, animales y hombre. Pero esto va a ser contrarrestado en algunas zonas de las chinampas al presentar alta salinidad y sodicidad, clasificandose como suelos salino-sódicos; en estos suelos unos son salinos y otros salino - sódicos se retiene el agua en la superficie cuando existe un exceso de sodio y si alguna semilla cae en esta zona no va a germinar ya que no hay agua disponible cuando el suelo es salino, por lo tanto se restringe la germinación.

Al obtenerse concentraciones altas de fósforo a todos niveles nos indicó que el agua que se usa para el riego está contaminada (Galicia 1990). En las galerías y montículos se registraron altos porcentajes de contenido de humedad en el suelo, fueron más bajos y variables en el área testigo. Son suelos alcalinos sódicos (Galicia 1990).

CUADRO 13. Resultados del análisis físico y químico de las calicatas en el suelo de chinampa de Tláhuac, Distrito Federal.

Profundidad (cm)	Color		Textura			Densidad Aparente (mg/m ³)	Densidad Real (mg/m ³)	Porosidad (%)	pH		Porcentaje Humedad (%)
	Seco	Húmedo	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)				H ₂ O (1:5)	KCL (1:5)	
0 - 10	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	36.8 migajón	30.4 arcilloso	31.2	0.60	1.65	64	9.4	8.4	
10 - 20	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	34.4 migajón	34.4 arcilloso	31.2	0.59	1.50	61	9.3	8.4	
20 - 30	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	48.6 migajón	28.2 franco	23.2	0.54	1.48	64	9.2	8.1	86
30 - 40	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	54.8 migajón	28.0 arenoso	17.2	0.50	1.39	66	8.8	7.9	
Montículo	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	45.8 migajón	28.0 franco	25.1	0.62	1.46	58	9.3	8.3	90
Área testigo											
0 - 10	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	34.6 migajón	32.0 arcilloso	31.2	0.55	2.3	76	9.0	8.2	36
10 - 20	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	32.8 migajón	36.0 arcilloso	31.2	0.57	2.1	73	9.2	9.0	
20 - 30	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	32.4 migajón	34.0 arcilloso	33.2	0.57	2.1	73	9.3	8.9	52
30 - 40	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	32.1 migajón	35.2 arcilloso	31.2	0.51	2.0	74	8.8	7.9	

Mg/m³=Megagramos por metro cúbico

La ciencia son muchas cosas importantes pero al final de cuentas se reduce a esto: ciencia es la aceptación de aquello que funciona y el rechazo de lo que no funciona; pero para esto hace falta más valor de lo que imaginamos.

Jacob Bronows (1908)

DISCUSIÓN

NÚMERO DE ORGANISMOS

Se dedujo mediante como la actividad monticular y el diámetro de los túneles de la vía principal de la galería que en 1990 habitaba la zona una hembra adulta y un macho adulto. Cox *et al.* (1985) también determinó el tamaño, sexo y edad del organismo, al efectuar conteos continuos de montículos y diámetro de las galerías de *Thomomys bottae* durante un año. Los individuos registrados fueron activos hasta junio, cuando se aparearon. El macho fue más activo que la hembra, por que no dejo de construir montículos en la periferia del área de acción de la tuza adulta, esto también se observó en *Pappogeomys castanops simulans* (Smolen *et. al.* 1980). En cambio la hembra debido a la preñez y crianza, disminuyó considerablemente la construcción de montículos. Se mantuvieron en observación a las dos hembras hasta 1994; éstas no dieron a luz a ninguna cría en al área de estudio durante este periodo.

Durante 1991 se encontraron tres organismos habitando la zona: una hembra adulta, un macho adulto y una hembra juvenil. Se confirmó el sexo de la cría debido a que no fue expulsada del área por el macho dominante. No se hicieron capturas y recapturas de los organismos durante la temporada de observación, por que esto estreza a las tuzas, estas lo manifiestan dejando de fabricar montículos, lo que ocasiona que se altere su actividad cotidiana y la confiabilidad de los

datos. Esto se puede apreciar en trabajos de exterminio de tuzas o de captura recaptura. Cuando se comienza a trampear, las tuzas pueden dejar de construir montículos por días y hasta durante un mes, refugiándose en su nido.

La manera para estimar, en la actualidad, el tamaño de la población por algunos investigadores, ha sido por el método de emparejamiento total del terreno (Aguilar 1977), consiste en cuantificar el número de montículos por día y de esta forma se calcula el número relativo de individuos (Huerta 1972). Argote (1944) afirmó que los montículos que fabrican los geómidos van a depender del tipo de suelo y el tamaño del organismo, lo cual es contrario a lo que se observó en este estudio, ya que el tamaño y forma de los montículos es independiente a la textura del suelo; el tamaño y número de éstos tampoco depende de la edad del organismo, pero sí de las condiciones del clima como afirma el citado autor. Para tener un mínimo de error en la estimación del número de individuos aproximados en una área determinada, se debe de tomar en cuenta: la cobertura vegetal (tamaño, especies de plantas que la forman y homogeneidad), el tiempo que se registre el día anterior y el día que se realizó el muestreo, la estación del año, el sexo del organismo, si se está preparando el suelo para ser cultivado o no, si se encuentra cultivada o no, si se está cosechando.

Los motivos por que una especie puede ser considerada plaga, son:

1. Su alta plasticidad genética para adaptarse a cambios abióticos y bióticos (Edwards y Heath 1964); en este trabajo se observó que las tuzas por medio de la construcción de sus montículos mantienen su galería estable con dos semanas de anticipación al cambio del tiempo, las tuzas sólo viven en lugares que tengan ciertas características determinadas.
2. Provisión casi ilimitada de recursos alimenticios (Woods 1974); en Tláhuac solamente el alimento lo proporcionaron, durante unos meses, los agricultores en la temporada de cosecha, las tuzas se alimentaron cuando se encontraba ya el maíz maduro y el resto del año con la vegetación del lugar.

3. Su alta tasa reproductora (Edwards y Heath 1964); debido a que las tuzas son consideradas por varios investigadores como organismos poliéstricos, ya que presentan su estro en las diferentes estaciones del año (González 1980, Flores 1983, Villa 1986), se les cataloga como especies plaga. En Tláhuac se pudo observar que después de tener a la cría en 1991, pasaron tres años y la hembra no tuvo otra cría, ni la cría tampoco y no se encontró evidencia de que estas hayan apareado. Lo anterior se debe a que como requieren de un espacio determinado para vivir y hasta que halla espacio, ya sea con la muerte natural de alguno de los organismos de la zona, entonces tal vez vuelvan a tener otra cría. Por eso es necesario hacer un seguimiento de los organismos vivos para verificar si efectivamente son organismos poliestros durante todo el año, lo cual es independiente a que haya o no-área libre, ó puede ser que sean individuos poliestros cuando hay espacio disponible.
4. La mayoría de los animales que son considerados plaga son organismos sociales (González 1980). Los geómidos son organismos solitarios. En este estudio se observó que las tuzas requieren de una determinada área de acción y no la comparten con otra tuza. Por lo tanto al no cumplir los puntos anteriores no se puede considerar a esta especie que sea una plaga en esta área.

Durante 1990 en Tláhuac, la hembra de *Pappogeomys m. merriami* fue más activa que el macho, por acondicionar el sistema para la crianza, pues a mediados de la temporada de lluvias quedó preñada y tuvo que preparar el nido. En 1991 los tres organismos presentaron actividades similares ya que elaboraron un número casi igual de montículos. Se presentaron días en los que no construyeron montículos. Pero no se dio el caso de que las hembras no fabricaran montículos durante todo un mes, como fue observado por Monroy en Chalco (1988). Esta diferencia de actividad pudo deberse a que las hembras que encuentran en Tláhuac sus áreas de acción están en el centro de la chinampa y por tal motivo sus galerías eran más vulnerables a los cambios ambientales. El macho presentó actividad durante todo el año, esto se debió a que su galería se ubicó más cerca de los linderos del área de estudio, al igual que en la especie

de Chalco (Monroy 1988). En contraste con estos resultados Bandoli (1981) citó que los machos eran más activos que las hembras en *Thomomys bottae* durante el invierno, pero no presentaban una marcada diferencia el resto del año.

El volumen ocupado por los montículos de la hembra adulta durante 1990, fue mayor al del macho, debido a que su galería era más inconsistente a los cambios del tiempo por encontrarse en el centro de la chinampa. Este ritmo lo conservó hasta antes de su preñes, por que después disminuyó al mínimo la actividad en la producción de montículos. En cuanto al volumen monticular, éste no tiene una relación directa con el número de montículos, pero sí presenta una variación interanual.

En cambio durante 1991, la hembra adulta construye menos montículos, pero esto se debió a que, al cederle la parte central de la chinampa a su cría, redujo su área de acción y tuvo que desplazar su galería un poco del lado sur, fuera del área de estudio, lo cual anterior también fue registrado por Smolen *et.al.* (1980) para *Pappogeomys castanops simulans*. Se registró una marcada diferencia en el volumen total ocupado por los montículos entre ambas épocas. El incremento en el volumen se debió a la incorporación de la cría al área de estudio, esta tenía que estar acondicionando continuamente el diámetro de los túneles de su galería por su crecimiento, además, al aumentar la humedad en el suelo, probablemente tuvo que trabajar más para mantener estable su microclima y por consiguiente su galería.

Hay que tomar en cuenta que el diámetro de la galería en la vía principal y vía profunda, aporta gran información: (1) si su diámetro aumenta durante el tiempo de muestreo, el organismo que habita es juvenil; (2) si este diámetro no cambia durante el tiempo del muestreo, la tuza que habita el sistema es adulta; (3) cuando en el registro anual, el diámetro de las galerías que se registran durante el año, en una área de estudio, varía en alrededor de un centímetro lo cual se ha observado en *Pappogeomys m. merriami*, Monroy (1988), indica que en la zona habitan dos organismos adultos de diferente sexo. En este estudio túnel de la galería con

un diámetro mayor lo habita el macho (10 cm) y el de menor tamaño la hembra (9 cm), se confirmó con la captura de los organismos dos años después. Según varios autores, el diámetro de los túneles de la galería de los géneros varía de una especie a otra por un centímetro (Reichman y Backer 1972, Best 1973, Hickman y Brown 1973, Hickman 1977, Cetina y Chávez 1981, Sosa 1981, Hafner y Hafner 1982, Monroy 1988).

MONTÍCULOS

Elementos climáticos que influyen en la construcción y tamaño de los montículos

Las tuzas antes de abrir sus galerías van a oler y palpar con sus patas delanteras las paredes superiores de sus túneles. Probablemente es así cómo determinan los cambios de temperatura en el suelo y corrientes de aire por los macroporos. Así, al abrir la galería, esta tendrá la orientación y dimensiones apropiadas para mantener el ambiente estable en su interior. La tuza siempre construye el tamaño de montículo que requiere para mantener su galería estable. Esto se pudo observar en *P. m. merriami* en Chalco, pues por la manera en que sale al exterior, desde el principio se puede predecir el tamaño de montículo que va a fabricar: si sólo asomaba el hocico, el montículo sería tapón; si sacaba la cabeza, era un montículo chico; hasta las patas anteriores, montículo mediano y la mitad del cuerpo o bien todo el cuerpo, si es una tuza juvenil, montículo grande (Monroy 1988). Por el tipo de actividad se deduce que en Tláhuac pueden presentar el mismo comportamiento, aunque no se pudo observar a las tuzas haciéndolo.

Para Argote (1944) y Monroy (1988) los factores físicos determinaron la construcción de montículos de *Pappogeomys m. merriami* fueron en orden de importancia: la evaporación, porcentaje de arena en el suelo, la precipitación pluvial, la temperatura, la humedad y la dirección e intensidad de los vientos. El presente estudio concuerda con estos resultados en lo referente a

la precipitación y la velocidad del viento, e incorpora los días nublados como factores meteorológicos importantes que contribuyen para que las tuzas también construyan un mayor número de montículos.

La función de los montículos es facilitar la ventilación, actúan a manera de compuertas, controlando la temperatura, humedad y niveles de oxígeno y bióxido de carbono dentro de la galería y suelo que la rodea, o sea que por medio de su construcción pueden estabilizar o bien impedir que se altere su ambiente interno (Grinnell 1923, 1933, Jasso 1951, Voge 1978), así evitan la caída de los techos de los túneles por saturación de agua del suelo, favoreciendo la consistencia adecuada las paredes de los túneles del sistema. Las tuzas estudiadas en Tláhuac construyen montículos de diferentes alturas y formas como respuesta a los cambios de tiempo externos en las diferentes estaciones del año (secas y lluvia), de igual manera que la especie en Chalco (Monroy 1988).

En el presente trabajo se encontraron cuatro tipos de montículos, a diferencia de Hafner y Hafner (1982), quienes afirmaron que *Pappogeomys sp* presentó un sólo tamaño de montículo. Cetina y Chávez (1981) y Aguilar (1990) observaron dos tamaños de montículos (grande y pequeño) en *P. m. merriami*, al igual que Miller (1948) para *Thomomys bottae navus*. Hay que resaltar que tanto en Tláhuac como en Chalco las bases mayores de los montículos eran generalmente elípticas y en muy contadas ocasiones fueron circulares y no irregulares como mencionó Grinnell (1923). El tamaño en los montículos se determina con base a su altura, la cual generalmente se asocia con ciertas formas, sin embargo, durante el curso del día la altura cambiaba debido a la desecación del montículo, de ahí la importancia de efectuar el muestreo cerca de las horas de actividad de las tuzas.

Los montículos chicos son construidos en respuesta a las condiciones críticas en el medio externo. El geómido tiende a construir este tamaño de montículo, los cuales requieren un menor gasto energético para su construcción, ya que necesitan menos cargas o cantidad de suelo y

tiempo (5 a 10 minutos) para su elaboración. La disposición de los montículos es a lo largo de la vía principal o en los extremos. Los montículos más pequeños están orientados en dirección al viento y los de mayor tamaño en contra. Por los tiros de los montículos chicos (galería abierta), fluye el viento hacia el interior del sistema, mientras que los montículos mayores que presentan bordes más agudos en la base menor, facilitan la salida del aire, esto mismo se observó con la especie de Chalco (Monroy 1988).

Jasso (1951), Voge (1978) y Monroy (1988) afirman que los túneles laterales los usa para ventilar su galería, esto también se observó con los geómidos en Tláhuac, por ello la importancia de su ángulo de inclinación, orientación, forma y longitud, lo cual en conjunto optimiza la ventilación de la galería. El ángulo de inclinación de los laterales de las galerías de las tuzas de Tláhuac (45°), fue el mismo que observaron Hickman (1977), Sosa (1981) y Monroy (1988) en los organismos del mismo género. Hay que considerar que si la galería permanece demasiado tiempo abierta las tuzas quedan más vulnerables, ya que se altera el medio y se facilita la entrada de depredadores.

El número de montículos construidos diariamente en la zona de estudio obedeció a las condiciones del tiempo habían dado el día anterior e incluso con dos semanas de anticipación, lo cual también fue observado para la especie en Chalco (Monroy 1988).

Cuando las tuzas de Tláhuac presentan su actividad normal y con la superficie del suelo plana, las formas de los montículos que fabrican son de volcán (grande, mediano o chico), esto también fue reportado por Hickman (1977, 1985), Sosa (1981) y Hafner y Hafner (1982) en el género *Pappogeomys* para el montículo por ellos denominado como "tipo". El montículo de monte redondeado y el de crisantemo se observó en Tláhuac al igual que en Chalco por Monroy (1988). Según la autora anterior la forma de monte redondeado se encontró en Chalco sólo en el montículo mediano a diferencia del presente estudio, donde la tuza construyó esta forma tanto para el montículo mediano como para el chico; esta forma la construye la tuza cuando el

tiempo es ligeramente inestable. La figura de crisantemo se encontró tanto en el montículo chico y el tapón, lo cual se observó en Chalco por Monroy (1988).

La forma cónica que presentan los montículos, ayuda para que mantengan en su interior una temperatura superior a la ambiental, al igual que la humedad relativa del suelo que lo constituye; a diferencia de las áreas testigo (sin montículos) en las cuales se registro una mayor variación. De igual manera en las galerías la oscilación de estos parámetros es menor con respecto al suelo en donde no habitaban geómidos. Debido a que el suelo del montículo fresco tiene poco de haber sido sacado del interior de la galería, poseen la temperatura que presenta en ese momento el suelo de la galería. Si añadimos que en estas circunstancias el suelo húmedo es de color negro; esto facilita la pérdida de la humedad en la superficie del montículo, dando como resultando la disminución de su altura y la compactación gradual del suelo que lo forma, reduciéndose la pérdida de calor y humedad del mismo; ya que al cambiar de color refleja más la luz y no adsorbe tanta energía radiante reduciendo el aumento de temperatura y se reduce la pérdida de humedad. Por lo tanto, el montículo de la tuza mantuvo durante más tiempo el calor en su parte central. Conforme pasa el tiempo, estos presentan una menor diferencia de temperatura interna, con respecto a la temperatura ambiente (montículos del día anterior y más viejos).

Al tener los montículos una mayor temperatura en su parte central, los hace lugares ideales para que otros organismos como lagartijas y arañas depositen ahí sus huevos para que sean incubados. No se desecha la posibilidad de que algunos insectos se beneficien también de los montículos, y los utilicen como incubadoras.

Los montículos de la especie en estudio contienen partes de insectos, moluscos; huesos, incisivos y molares tuzas que habitaron en la zona; raíces y semillas que pueden ser esparcidas por el aire o bien germinar ahí mismo, favoreciendo la forestación del medio; esto también se observó en los organismos de Chalco (Monroy 1988). El contenido del montículo dependerá del

lugar en donde se encuentre, de acuerdo a la constitución del suelo y la vegetación del lugar. La composición del montículo puede cambiar en las diferentes épocas del año, como resultado de las necesidades que imperen dentro de la galería, debido a las condiciones del tiempo. Como respuesta a estos cambios la tuza va a desplazarse a otras zonas o bien habitar a una mayor o menor profundidad.

Con relación a la longitud de la galería los datos anuales de *Pappogeomys m. merriami* fueron similares a las galerías de la especie en Chalco (Monroy 1988) y Chapingo (Aguilar 1990), para *P. t. tylorhinus* (Sosa 1981), *Geomys bursarius* (Scheffer 1940) y muy pequeña para *P. castanops* (Hickman 1977).

La profundidad de la vía principal de la galería en esta zona dependió en este trabajo de: la época del año, profundidad del suelo, reserva de agua en el suelo, de las raíces y otros obstáculos que se encuentre en el subsuelo, de la topografía del lugar, textura del suelo, cubierta vegetal y altitud. Por lo tanto, las vías principales presentaron variación en cuanto a la profundidad a lo largo de su extensión. En cambio Williams y Cameron (1990) afirmaron que la profundidad de las galerías de *G. atteateri* estaban con relación a la profundidad de las raíces, por lo tanto las consideraban temporales. La profundidad de la vía principal de galería la de las tuzas de Tláhuac fue similar a las reportadas por Sosa (1981), Sánchez (1981), Monroy (1988) y Aguilar (1990)

Temporada de secas

Es durante el período de secas cuando la reserva de agua en el subsuelo decreció, esto se agudizó con los trabajos de barbecho. *Pappogeomys m. merriami* construyó sus montículos (por ende, su galería) en las partes bajas, como declives, zanjas o bien surcos viejos, debido a que se conservó más la humedad en estos lugares y la tuza mantenía más estable su sistema, evitando que la reserva de agua del suelo descendiera más y que se hiciera inaccesible para

las plantas (Grinnell 1923, 1933). La misma conducta se observó en Chalco (Monroy 1988).

En la época de secas los montículos que construye la tuza están formados por suelo, raíces y algunas partes de organismos, que eran los mismos elementos señalados por Best (1973), Hickman (1977) y Sosa (1981) para el mismo género; además se encontraron escasas piedrecillas, esto también fue reportado para *Thomomys* (Warren 1937).

El montículo grande fue construido, al igual que el geómido de Chalco (Monroy 1988), cuando se daban temperaturas ambientales bajas o en lugares aislados. El montículo mediano de *P. m. merriami* de Tláhuac se presentó cuando las condiciones del medio fueron moderadas, al igual que en Chalco (Monroy 1988). Los geómidos lo construyen en el umbral del cambio en las condiciones meteorológicas. El chico fue elaborado cuando las condiciones del medio fueron críticas, como altas temperaturas ($>26^{\circ}\text{C}$), tolveneras, lluvias intensas. La construcción de los mismos requieren de un mínimo esfuerzo, tiempo y material; así se puede mantener en corto tiempo la galería estable, evitando la pérdida de humedad en el suelo; esto también fue observado en la especie en Chalco (Monroy 1988).

En 1990, la hembra y el macho presentaron una menor longitud en sus galerías durante la época de secas, esta fue la respuesta de las tuzas a la carencia de cubierta vegetal. Durante este tiempo quedaba el suelo descubierto y la radiación solar daba directamente sobre la superficie del mismo; lo que provocó el aumento en la temperatura en el subsuelo, llegando más fácilmente al calor latente de evaporación y favoreciendo la pérdida de humedad en el suelo. El organismo redujo la longitud de su galería, probablemente porque así pudo mantener más fácilmente estable el ambiente dentro del sistema.

En esta época los túneles laterales que presenta *Pappogeomys m. merriami* son cortos, lo cual ha sido observado por otros autores en el mismo género (Best 1973, Sosa 1981, Monroy 1988). Además, por medio del tapado del lateral los geómidos van a mantener su sistema aislado del

exterior y estable, independientemente del tiempo que se dé en el exterior. Así, en caso de que el día fuera seco, con altas temperaturas ($>30\text{ }^{\circ}\text{C}$) o fuertes vientos, como tolvaneras, la tuza, con anticipación a estas condiciones, hacía laterales cortos y los tapaba herméticamente hasta la vía principal. De esta manera, el organismo impedía la pérdida de humedad y evitaba el aumento de la temperatura dentro del sistema. Mientras duraban estas condiciones ambientales la tuza no fabricaba montículos. Por otro lado, si el tiempo era seco, con temperaturas de $20\text{ a }30\text{ }^{\circ}\text{C}$, sin cubierta vegetal o se encontraba con trabajo de barbecho, el cual propiciaba una mayor evaporación en el suelo, para mantener estable su galería, la tuza construía montículos chicos y tapones. El tapado del lateral fue hermético, pero el suelo no cubría todo el lateral. Los túneles laterales durante el barbecho presentaron las menores longitudes.

En los dos años de estudio la temperatura media ambiental varió en $10.48\text{ }^{\circ}\text{C}$, y en el suelo de las áreas testigo la temperatura osciló en $18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sin embargo, dentro de las galerías la temperatura solo varió, en promedio, $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ en época de secas, mientras que en los registros anuales fluctuó en $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, con el suelo de los sistemas oscilando en $6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Estos datos fueron similares a los registrados en Chalco (Monroy 1988). Las variaciones que registró López Forment (1968) para *Cratogeomys (Pappogeomys) tylorhinus tylorhinus* fueron mayores, pero el autor consideró que mantuvieron un microclima más constante que el medio externo. Por lo tanto, los geómidos pueden mantener más estable la temperatura ambiental y del suelo de sus galerías, por medio de la construcción de sus montículos, favoreciendo también a la vegetación del lugar (Grinnell 1923, 1933).

Durante la temporada de secas, el área de estudio carecía casi por completo de cubierta vegetal, dejando expuesto el suelo seco (color gris), que le permitió reflejar parte de la radiación solar, albedo (Baver, *et al.* 1972, García 1983). La radiación solar absorbida en estas condiciones generaba el aumento de la temperatura en el subsuelo. Como respuesta, la tuza en 1991 elaboró un mayor número de montículos pequeños y tapones, lo cual coincide con lo reportado por Beck y Hansen (1966) y Monroy (1988). Por medio de ellos propiciaba la entrada

de aire frío en las primeras horas del día y así, cuando se daba el aumento de temperatura en el subsuelo, la temperatura de los túneles era menor. En época de heladas, las tuzas anticipadamente fabricaron un número mayor de montículos grandes. Por medio de ellos, propició la entrada de aire caliente hasta la vía profunda, de manera que al ocurrir la helada en las primeras horas de la mañana, lograba mantener más estable su sistema que el de otros organismos con madrigueras subterráneas, como las liebres americanas (Costa, *et al.* 1976), rata topo, *Heterocephalus glaber* (McNab 1966).

La humedad relativa que se registró en el suelo dentro de las galerías de las tuzas del área de estudio fue semejante a las reportadas por Kennerly (1964) para *Geomys bursaris* (73% a 95%) y Sosa (1981) para *Pappogeomys tylosinus* (44% a 93%), en cambio Monroy (1988) observó que en Chalco la humedad relativa fue baja (16.7%). Los suelos con un alto porcentaje de arena tienen poros grandes, por lo tanto presentan un drenaje es rápido (Dowhower y Hall 1966, Hernández y Sánchez 1973) y la evapotranspiración es intensa. Como el agua se pierde con mayor facilidad la humedad relativa va ser baja. En el presente estudio los porcentajes de arena en el suelo se registraron valores de arena no fueron altos (28.0% a 36.8 %) como los registrados en Chalco (62% a 76%). Lo anterior sería lo que se esperaría en este tipo de suelos pero se comprobó que, no sólo se mantuvo más estable la humedad relativa dentro de la galería del geómido, sino también en su periferia, a diferencia de las áreas testigo, en donde fluctuó en un 84%.

En la época de secas los mecanismos utilizados por la tuza para evitar la pérdida de humedad en el suelo de su galería fueron: (1) abrir la galería en las primeras horas del día o en el crepúsculo, manteniendo la temperatura constante; (2) por medio del acondicionamiento de la galería reduciendo la porosidad del suelo por compactación, haciendo el drenaje más lento en estas zonas, y siendo más accesible para las plantas; (3) por medio del tapado del lateral aislando a la galería del medio; (4) elaboración de los diferentes tamaños de montículos, facilita la ventilación y van a mantener una humedad relativa óptima en el suelo, evitando que se

derrumben sus túneles por falta o exceso de humedad.

Temporada de lluvia

Al inicio de la temporada de lluvia *Pappogeomys m. merriami* hacía su socavón a menor profundidad y fabricaba principalmente montículos chicos y tapones en el valle de los surcos y en la parte central de la chinampa. Esto era debido a que estos sitios pierden con mayor facilidad excedente de humedad por evapotranspiración, pero los evita con lluvias intensas, ya que aquí el suelo es más sensible y pueden darse derrumbes con facilidad si se encuentra con una alta saturación de agua, al igual que en la zona de zanjas. Esta misma pauta de conducta se registró en los geómidos estudiados en Chalco (Monroy 1988) y en las demás especies de la familia, las cuales habitan América del Norte (Miller 1948, Hickman 1977, 1985). El tapado de los laterales durante esta temporada fue escaso en todos y muy suelto, encontrándose fácilmente la vía principal. Lo anterior coincide con lo observado en Chalco. En los laterales se encontraron artrópodos, pequeños vertebrados, caracoles o bien excretas de conejos, lo que confirmó que las galerías de las tuzas son un hábitat ideal para otros organismos.

En esta temporada la tuza fabricaba montículos con pedazos de caña fresca. Este tipo de montículo propiciaba una mayor evaporación en el interior de la galería, ya que el lateral no quedaba totalmente tapado. Asimismo, al descomponerse la vegetación que se encuentra constituyendo el montículo genera calor en la porción central y dentro del sistema, favoreciendo la evapotranspiración dentro del mismo.

Pappogeomys m. merriami presentó tapones que fueron elaborados bajo el nivel del suelo, por lo tanto sus dimensiones se tomaron como negativas, al igual que en Chalco, los niveles registrados para este tipo de montículo fueron con un intervalo de 0 a -7 m; sin embargo, fuera de esa área de estudio se encontraron montículos tapón con nivel de hasta -20 cm (Monroy 1988).

Los montículos de abanico de herradura se registraron después de una fuerte lluvia repentina, probablemente las tuzas se encontraban en ese momento construyendo sus montículos, cerraron rápidamente el lateral formando un montículo tapón, así evitaron que el agua entrara a la galería y se desplazaron al otro extremo de su galería para realizar lo mismo, dando la forma observada. El montículo forma de herradura no se observó en Chalco.

El montículo de cascada, se debe al deslizamiento del material siguiendo la pendiente de donde se encontraba el montículo. Fue una forma característica en declives de zanjas o bien en los surcos y no fue el resultado de la interrupción de su labor, como en la forma de abanico. Por lo tanto esta forma se da principalmente como consecuencia de la topografía del lugar. La forma de cascada no se encontró en Chalco, pues la superficie del terreno era plana.

En cuanto a los montículos de hierba, estos llegan hasta la vía principal y son similares a los de *Thomomys*, quien los forma a manera de nidos (Marshall 1941, Ingles 1949). Los diferentes autores han afirmado que *Thomomys* saca sus nidos, que son básicamente de hierba seca (pasto y tallos principalmente), tapando los extremos de su galería con ellos, y construyéndolos en invierno. Los tapones de hierba que elaboraba *Pappogeomys m. merriami* son, a diferencia de *Thomomys*, fabricados durante la época de lluvia. Este tipo de montículo permite mayor pérdida de humedad como se sugirió en los montículos que contienen trozos de caña.

Puesto que la vegetación del lugar (cultivo) no permitía el paso de los rayos solares hasta el suelo, se observaron diferentes mecanismos alternos generados por las tuzas para generar la pérdida de humedad, como dejar la galería semiabierta (Fig. 21) o los cajetes abiertos a manera de respiraderos, también ambas; esto sólo en épocas de lluvias intensas, mientras que con lluvias menos intensas rebaja el techo de la galería en sectores, lo cual también se observó en época de secas, ayudando a ventilar continuamente el sistema, evitando la construcción de montículos.

Pappogeomys m. merriami, en 1990 fabricó más montículos en la temporada de lluvia. Tal vez una de las razones de esto sea el tipo de suelo y el contenido de humedad, las cuales determinan el albedo; porcentaje de reflexión de los rayos solares sobre la superficie del suelo (Houghton 1954), ya que en la temporada de lluvia, los suelos claros obscurecen su superficie y reduce la reflexión aproximadamente a la mitad (Chang 1968); que fue lo que se observó en la zona. En el periodo de lluvia se presentó una cubierta vegetal homogénea a dos niveles: la primera estaba compuesta por el maíz, que alcanzaba una altura promedio de 3.0 m; la segunda por la vegetación del lugar que cubría casi totalmente la superficie del suelo. La textura migajón arcilloso y franco y el color oscuro que presentaba el suelo húmedo, generaron un aumento en la retención de agua en el suelo. El organismo dejaba la galería abierta durante más tiempo, propiciando la elevación de la temperatura y aumentando la evapotranspiración. Finalmente este la cerraba construyendo montículos pequeños y tapones.

Los valores obtenidos de volumen ocupado por los montículos para los años de estudio fueron mayores en ambas temporadas de lluvia, esto posiblemente se deba a la adhesión y la cohesión. El suelo es migajón arcilloso, la cohesión aumenta con el contenido de arcilla, pero disminuye al aumentar el contenido de humedad (Haines 1925, Nichols 1931, Michaels 1959). En la chinampa, en la temporada de lluvia, con el suelo húmedo, las partículas que forman el suelo aumentan su espesor por el agua adsorbida, haciendo a éstas esponjosas, por lo que tienden a separarse (o dispersarse en donde no hay actividad de las tuzas, debido al encharcamiento) dándoles un mayor volumen.

En el periodo de lluvia, ambos organismos tuvieron un aumento en la longitud de sus vías principales. Tal vez debido a que ya había cobertura vegetal (cultivo y vegetación del lugar), por lo que quizás es más fácil mantener el ambiente estable y es más accesible el alimento.

Durante 1991, la hembra juvenil redujo a la mitad la longitud de su galería, ya que el suelo húmedo es más pesado volviendo difícil su manejo y para mantener el sistema incrementó el

número de montículos. Hay que hacer notar que tanto la hembra adulta y el macho emigraron fuera del área de estudio en ambas estaciones, pero no se registró cuanto fue su desplazamiento, tal vez la otra zona estaba vacante o bien el macho estaba buscando pareja.

Influencia del humano

Los humanos influyen directamente en la acción de los geómidos alterando el medio donde estos habitan, ya sea por los trabajos de cultivo y construcción de jardines o casas, provocando que construyan determinado tipo y forma de montículo o que aumenten o disminuyan éstos. En el área de estudio encontramos algunas respuestas de las tuzas a estas intromisiones, tratando de evitar alteraciones significativas al medio, pero si estas son incontrolables por los organismos en el mejor de los casos migran y si no mueren en el lugar, ocasionando un desequilibrio en el medio (Wight 1930, Hall y Kelson 1959, Villa 1952, López-Forment 1968, Russell 1968, Sosa 1981).

Las tuzas presentan actividad diurna y crepuscular al igual que *Pappogeomys m. merriami* del valle de México (Monroy 1988) y *P. m. irolonis* (Ceballos y Galindo 1984). La chinampa durante el día presentaba tránsito continuo de gente del lugar, como respuesta a esto las tuzas construían en su mayoría montículos de abanico. En cambio por la tarde el tránsito de personas disminuía o era nulo y la especie podía realizar la construcción de éstos sin interrupciones de agentes externos y construían las formas tradicionales de montículos, siendo menor el número de montículos con forma de abanico.

La forma de abanico (Fig. 17) la construyen en dos tiempos (independientemente de su altura): al presentarse un peligro por depredador, gente o cambios repentinos en el tiempo, la tuza interrumpe la construcción del montículo, regresa cuando ya no había peligro y lo seguía construyendo, pero se concentraba únicamente en el tiro, por lo que se ven los montículos ladeados hacia uno de sus extremos. Generalmente la tuza los elaboró en superficies planas.

La forma de abanico también fue registrada por Grinnel (1923), López Forment (1968) y Sosa (1981), en el mismo género. En cambio en *P. m. merriami* de Chalco sólo se presentó la forma de abanico en los montículos grandes.

Según Monroy (1988), *P. m. merriami* en Chalco construyó montículos tapones bajo el subsuelo, a pesar de no existir condiciones ambientales críticas; sin embargo, este tipo se daba también cuando la tuza interrumpía la elaboración de su montículo, ya sea por alguna persona que pasaba cerca o bien algún depredador; en tal caso el geómino inmediatamente huía y regresa posteriormente para culminarlo, pero si el peligro continuaba, entonces tapaba el lateral desde el interior y no volvía a salir. Debido a que la zona de chinampas en Tláhuac es sumamente transitada por personas de paso o agricultores, este tipo de montículo fue uno de los más frecuentes. Lo anterior fue comprobado por observación directa en la construcción de seis de los mismos.

Se observó que cuando los agricultores preparan las chinampas para la siembra, las tuzas fabricaron gran cantidad de montículos, lo cual se observó en abril, de 1990 y 1991. Al emplear el tractor para remover el suelo de la chinampa provocó los cambios siguientes:

1. El suelo presenta una agregación natural de partículas primarias (ped) al efectuarse los trabajos de labranza se va a fragmentar el terreno, alterándose la estructura del suelo (Hernández y Sánchez 1973) y si además le agregamos que la superficie del suelo queda sin cubierta vegetal y que en algunas zonas el suelo es migajón arcilloso, el cual presenta un alto contenido de arena (40%), lo que va a propiciar la pérdida de humedad en el suelo, ocasionando que se altere el medio en el interior de la galería (Hernández y Sánchez 1973, Tamhane., *et. al.* 1986, Baver., *et. al.* 1980, Motiramani y Bali 1986).
2. Al dejar la superficie del terreno sin cubierta vegetal se provocó la reducción del agua contenida en el subsuelo por el fenómeno de evapotranspiración. Por lo tanto, las tuzas dejaron de fabricar montículos en el centro de la chinampa y concentraron su actividad

en áreas periféricas, como zanjas, surcos viejos, lugares con árboles, pasto, o bien donde no han barbechado. Los geómidos migraron a estas zonas debido a que la evapotranspiración en el suelo es menor ya que la cubierta vegetal era homogénea, condensando el vapor de agua en forma de rocío, devolviendo al suelo su humedad (Baver 1954, Chang *et al.* 1965), dando un medio más estable; en estas zonas se localizaron más montículos y sus galerías que en los lugares desprovistos de cubierta vegetal.

3. La destrucción de sectores de las galerías por el barbecho a nivel de la vía principal, de almacenes de alimento y de túneles laterales, por lo que las tuzas tuvieron que reconstruir y acondicionar sus galerías, manifestándose con una mayor producción de montículos, como se observó en la especie de Chalco (Monroy 1988).

Durante el barbecho, los montículos contenían rastrojo, éste fue incorporado al suelo por el tractor y no fue sacado por la tuza. Cuando *Pappogeomys m. merriami* sacaba los pedazos de caña del interior de sus almacenes de alimento, éstos estaban mordidos en ambos extremos y su grado de humedad era mayor, ya que se encontraban dentro del socavón, a diferencia de los que habían sido incorporados al preparar el suelo para ser cultivado.

La menor producción de montículos fue en los últimos meses de la temporada de lluvias, cuando el cultivo estuvo maduro y la cubierta vegetal homogénea, teniendo efecto de invernadero y propiciando un microclima estable dentro de la galería. Durante esta temporada hay suficiente alimento, lo que la hace una época propicia para la crianza. Para las diferentes temporadas la producción de montículos fue similar, tanto en *P. t. tylosrhinus* (Sosa 1981) y *P. m. merriami* (Argote 1944, Monroy 1988), aunque en esta última especie, Argote (1944) observó que la actividad era casi nula en inviernos extremos.

ÁREA DE ACCIÓN

Pappogeomys m. merriami presentó su área de acción bien definida y dentro de la misma hubo dos secciones diferentes para la temporada de secas y lluvias en el año, al igual que lo reportado para *Thomomys talpoides quadratus* (Moor 1943), *T. monticola* (Ingles 1949, 1952). En la época de secas el área de acción se encontraba en lugares donde se podía mantener más la humedad, al igual que en otras especies (Monroy 1988), como en *Pappogeomys castanops* y *Cratogeomys castanops* (Reichman y Backer 1972). En la temporada de lluvia y heladas eligieron la parte donde se localizaban claros, similar a lo citado por Marshall (1941) para *Thomomys bottae*. La tuza al trabajar en un sector del sistema, en ese pequeño espacio, logró mayor eficiencia, sin necesidad de desplazarse demasiado, ya que no manejarba muchas cargas de suelo para el mantenimiento de la galería. En esta temporada el substrato se encontraba con un alto contenido de agua, por consiguiente, pesaba más y probablemente le era más difícil al organismo transportar el suelo del interior del sistema hacia el exterior para formar su montículo.

La hembra de *P. m. merriami* durante 1990 presentó una área de acción mayor que la del macho. La del macho pudo cubrir la misma extensión, pero no se pudo registrar, debido a que el macho se desplazó fuera del área de estudio (sureste); en cambio el área de acción de la hembra se encontraba incluida totalmente dentro de la zona. El incremento de otra tuza en 1991 provocó la reducción de las áreas de acción de las tuzas adultas.

La cría cubrió el área que se encontraba vacante al lado de la galería de la madre y contigua a la zona testigo (dentro del área de estudio), pero no invadió esta última. Se comprobó que en este lugar el suelo presentaba un alto contenido de arcilla y cuando se encontraba húmedo, era duro y tenía una consistencia chiclosa debido al alto contenido de limo en el suelo. Este tipo de suelos impide la actividad cavadora de la tuza, lo mismo observó Márquez (1994) en *Geomys tropicalis*.

Los geómidos tendían a cambiar su área de acción, de acuerdo a las condiciones que imperaban. Por ello eligieron determinadas zonas, dando como resultado que sus desplazamientos fueran diferentes en cada época del año y variaban de un año al otro. Las modificaciones que se dieron con respecto a la distribución, dimensiones y localización del área de acción de los geómidos en la chinampa, fueron el resultado de: la edad, tamaño, sexo del individuo, búsqueda de pareja (antes o después del apareamiento), densidad de población, estación del año (Burt 1943, Brown 1966, Jorgensen 1968, Braun 1985, Bergstrom 1988), actividades diarias, el tiempo, perturbaciones del medio y el alimento.

CUANTIFICACION DEL DAÑO OCASIONADO AL CULTIVO A NIVEL MONTÍCULO Y GALERÍA

Se observó, que a pesar de la construcción de montículos, mantenimiento de la galería y alimentación, las tuzas no ocasionaron un daño económico significativo a la cosecha durante 1990 y 1991. En cambio las pérdidas registradas más cuantiosas fueron por otros factores como: viento o lluvia, salitre, chayotillo. La cosecha también fue dañada aunque en menor grado por ratones, ratas, caracoles y larvas de artrópodos principalmente.

En las zonas testigo los daños fueron globalmente más altos que donde habitaban las tuzas. Con todo lo anterior, se puede pensar que la presencia de los geómidos contrarresta en parte el daño a la cosecha, ya que en estas áreas testigos se intensificaron las pérdidas.

Martínez (1989) registró en *Pappogeomys m. merriami* de Mixquic, Distrito Federal de un 1.2 a 14.68% de daño a cultivos de maíz en 10 de sus áreas, sólo en estas se registró un daño mayor (30.88%), principalmente en plantas maduras. Por el contrario en Tláhuac la tuza dañó la plántula y la caña tierna, pero muy poco la planta madura, debido a que la chinampa para ese entonces se encontraba cubierta por la vegetación del lugar y el geómido la prefirió para su

alimentación esto también fue observado por Villa (2000) durante todo el cultivo, pero más en los primeros estadios de desarrollo del maíz cultivado en Mixquic, Distrito Federal y cuantifico un daño total de 11.04%. Al respecto que Castillo (1987) ha citado en el caso las tuzas de la meseta Purepecha en Michoacán, México pérdidas de plantas de maíz de 3.0% a 0.04% de la cosecha total, que equivale en peso a 148 a 185 kg/ha; el autor mencionó que posiblemente esa pérdida registrada no se deba por completo a las tuzas, ya que en los trabajos experimentales se tomaron como plantas dañadas a todos aquellos espacios donde existían montículos, por que no se observaron plantas en ese sitio; sin embargo, existía la posibilidad de que algunas plántulas volvieran a emerger. Esto se comprobó posteriormente en Tláhuac con las plantas que sólo eran destruidas en su follaje, las cuales crecieron bien e incluso produjeron mazorcas de buen tamaño. Esto también se registra en *Pappogeomys m. merriami* en Chalco (Monroy 1988).

Los daños que evaluó Martínez (1989) en forraje seco de maíz fueron de 21 a 177kg en 19 829m², pero no especifica que porcentaje del total representa esta pérdida. En el presente estudio, la biomasa en peso seco dañada por los geómidos de Tláhuac en los dos años de muestreo fue mayor a lo reportado en la especie de Mixquic; pero aún así son mucho menores con respecto a los daños por otros factores. Probablemente las condiciones del tiempo que se dieron y la viabilidad de las semillas usadas pudo ser una de las principales causas.

Aguilar (1990) y Villa (1984) afirman que los montículos construidos por las tuzas obedecen a la búsqueda de alimento y establecen que cada montículo equivale de cuatro a 10 plantas dañadas, lo cual citan como indicadores del daño a los cultivos. Castillo (1987) efectuó un análisis de correlación para ver si había relación entre los montículos y las plantas dañadas e indicó que no existe correlación entre estas dos variables, lo que pone en manifiesto que pueden existir montículos sin que forzosamente haya plantas dañadas, esto se comprobó también con la especie de Tláhuac. Por lo tanto, los montículos sólo indican la actividad de las tuzas en los sembradíos y no son equivalentes del daño real a los cultivos. La construcción de

los montículos obedecen a factores como el clima, topografía, ventilación, búsqueda de pareja, extensión territorial y no solamente a la búsqueda de alimento. Por lo tanto el daño que producen las tuzas es insignificante. Puesto que no todos los montículos dañan la cosecha, se debe de revisar minuciosamente el área para verificar donde sí o no germinó la planta cultivada. Además se observó que cuando las plantas son tapadas o incluso mordidas por las tuzas de la parte superior de la hoja, éstas salen a través del montículo, desarrollándose normalmente. Al comparar los datos obtenidos del área cubierta por los montículos con los citados por Monroy (1988) en el área de Chalco (0.24%), se observó que son muy similares ya que fluctúan entre el 0.08 a 0.20%. Pero Buechner (1942) determinó una área mayor cubierta por *Geomys breviceps brazensis* (8.3%) y concluyó que entre mayor sea el número de montículos, mayor será la población que ocupe el terreno. En este estudio se observó lo contrario, ya que durante los dos años de estudio el área que ocuparon los montículos elaborados por las tuzas en el cultivo fue la misma al igual que el porcentaje a pesar de que en ambos años hubo diferencias notables en cuanto al número de organismos y montículos construidos. En este caso sería entre la superficie de estudio y el área cubierta por los montículos. Tal vez el área total sólo puede soportar ciertos cambios durante la cosecha en cuanto a la mecánica de suelo y se ve reflejada en el área ocupada por los montículos que construyeron las tuzas, cubriendo un espacio determinado e independientemente del número de organismos.

En este estudio se confirma lo expuesto por Castillo (1987), Monroy (1988) y Martínez (1989) en el sentido de que no existe una relación entre el número y área cubierta de montículos, número de organismos y las plantas de maíz destruidas por las tuzas, ya que no todos los montículos van a dañar la cosecha. Por lo tanto, no es proporcional el daño al tamaño del área, pero si existe un beneficio, ya que al cubrir los montículos la vegetación, estos van a favorecer la formación de humus (Grinnell 1923, 1933).

El daño económico con respecto a la longitud y área a nivel galería fue mínimo, ya que las tuzas no causaron daño a lo largo de la galería. Los organismos restringieron sus galerías a

determinadas zonas, al igual que la especie en Chalco (Monroy 1988). Los factores que influyeron fueron el tipo de suelo y cubierta vegetal. Jasso (1951) reportó que la longitud de la galería determina el daño que causa al cultivo, lo cual no se observó en el presente estudio. La hembra fue la que registró las mayores longitudes en 1990, en 1991 fue el macho, no existió una relación en cuanto al número de montículos construidos y extensión de la galería, lo mismo fue observado por Castillo (1987), sin embargo Jasso (1951) afirma lo contrario. El trabajo que hace la tuza al acondicionar y formar los montículos, va a remover el suelo de la zona, favoreciendo la penetración de las raíces de las plantas, aireando, fertilizando y forestando.

ALIMENTACIÓN

Pappogeomys m. merriami de Tláhuac al igual que la de Chalco (Monroy 1988) se alimentó de la vegetación del lugar, sin tener una marcada preferencia por alguna planta en particular. Cuando se efectuaron los trabajos de barbecho, se quitaba la vegetación del lugar y solo estaba presente el cultivo. Sólo entonces la tuza se alimentó de éste, pero cuando el cultivo fue invadido por la maleza del lugar, el geómido prefirió la maleza al cultivo. Por consiguiente, el daño al cultivo no fue significativo, incluso en los últimos meses de la cosecha, no se registraron daños. La misma selección de alimento fue observada por *P. m. merriami* de Zoquiapan (Cetina y Chávez 1981), Chalco (Monroy 1988), Mixqui (Martínez 1989) y *Thomomys talpoides* (Ward y Keit 1962). A diferencia de Myers y Vaughan (1964) que estudiaron a *Geomys bursarius*, han afirmaron que sí presentan preferencias alimenticias, incluso de juveniles a adultos. Williams y Cameron (1986) observaron que estos organismos consumen todo tipo de vegetación disponible, pero aún así muestran preferencia o indiferencia a algunas especies.

Los científicos son navegantes y aventureros
unos van con las reglas y otros crean sus
sus propias reglas

CONCLUSIONES

Con base en las observaciones sobre la actividad de *Pappogeomys merriami merriami* en la construcción de montículos y galería en un cultivo de temporal, así como sobre su alimentación, y de la posible relación de estos factores con daños que esta especie causa al cultivo, se pueden concluir lo siguientes puntos:

Montículos y Galería

Los montículos operan a manera de compuertas, abriendo y cerrando los conductos de ventilación de la galería, lo cual mantiene estable el ambiente interno, favoreciendo al suelo, a las plantas y otros organismos que se encuentran en su interior.

Este mecanismo se logra mediante la construcción de montículos de diferentes tamaños, de acuerdo a las variaciones de temperatura y precipitación, e independientemente de la textura del suelo. La tuza elabora los montículos más pequeños en dirección del viento, a fin de que el aire fluya hacia el interior de la galería; en sentido contrario, construye los montículos de mayor tamaño, los cuales facilitan la salida de aire, esto constituye su sistema de ventilación.

Asimismo, el número y volumen de montículos construidos, tiene relación con la precipitación y los días nublados, pero también con las características biológicas de las tuzas, como edad, sexo y estado reproductivo. Lo mismo se puede afirmar de la longitud de la galería y el área de acción ocupada por un sólo geómido, sobre lo cual se observó una variación estacional y entre

los dos años de estudio, demostrando que estos parámetros están relacionados con el grado de actividad de los organismos. Esto no se cumple para el área ocupada por los montículos que fue la misma independiente a número de tuzas, estación o variaciones en el tiempo.

Las tuzas se alimentaron principalmente de la maleza del lugar, de la plántula y caña tierna de la cosecha durante los primeros meses del cultivo; esto ocurrió sólo durante el desmonte del cultivo, cuando la fuente de alimentación escaseaba. Sin embargo, cuando el maíz estaba maduro y existía material herbáceo en el cultivo, los organismos preferían a este último, de tal manera que el daño al cultivo resultó ser mínimo.

Por consiguiente, en este trabajo se observó que la mayor pérdida económica al cultivo fue ocasionada por la lluvia, viento, chayotillo y suelo salino-sódico. El impacto de las tuzas por su actividad, construcción de montículos y galería, y su alimentación, no fue importante sobre el cultivo.

De igual manera se demostró que los geómidos proporcionan beneficios al microambiente por la construcción de montículos y galerías, lo cual favorece el desarrollo de otros pequeños vertebrados, propiciando mayor diversidad de la fauna del lugar. La actividad de las tuzas también facilita una adecuada ventilación al subsuelo y con ello mantiene las condiciones termoestables. La temperatura interior de los montículos es más alta en comparación a la de la superficie del suelo, por lo cual dichos montículos son aprovechados por otros organismos como incubadoras de sus huevos, además los montículos pueden ser considerados como indicadores del tiempo meteorológico.

Los beneficios de la actividad de las tuzas con respecto al suelo son: resultado de la edafoturbación, aeración, remoción, reducción de la porosidad, intemperización del sustrato, mantenimiento de la humedad y temperatura, enriquecimiento del medio con materia orgánica e inorgánica (mediante sus excretas), proporcionando abono y formación de humus.

Los resultados obtenidos en Tiáhuac, Distrito Federal, demostraron, que estos organismos no pueden ser considerados como una plaga, puesto que los daños causados al cultivo fueron mínimos. La actividad de los geómidos a nivel montículo y galería no es sinónimo de daño sino de estabilidad o control de su microambiente. *Pappogeomys m. merriami* ha generado pautas de conducta reflejadas en la construcción de sus montículos y galería que le confieren un buen manejo y control de su medio, dándole una estabilidad a su sistema, previniendo que lo afecte el medio externo. Si se diera un daño significativo al cultivo por este organismo, aquel podría tener relación con la alteración humana y su consecuente modificación en el comportamiento del animal.

Por otra parte, considerando el trabajo de campo realizado en este estudio, se recomienda para trabajos sobre el tema, tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- En la zona de estudio no llevar a cabo captura-recaptura, ya que esto estreza a los organismos, alterando la conducta cavadora, ya que construyen un menor número de montículos.
- Efectuar el muestreo en las primeras horas del día o del crepúsculo y así evitar que los montículos pierdan altura.
- No destruir las galerías al tomar las muestras, pues esto ocasiona que se altere el ambiente dentro de la misma, puesto que la tuza construirá más montículos y los datos que se obtengan no van a reflejar su comportamiento real.
- Si se quieren cuantificar los posibles daños que ocasionan las tuzas en la construcción de sus montículos y galería, se deben hacer muestreos semanales para registrar cuales son los daños reales, pues no hay que olvidar que no todos los montículos y galerías

construidas ocasionan daño al cultivo o jardín.

- Si se va a cuantificar el número de montículos se debe tomar en cuenta el estado del tiempo de las dos semanas anteriores y del día del muestreo, ya que esto determina su número, tamaño y forma.
- En el área de estudio se deberá realizar un muestreo en su totalidad, para obtener datos más confiables; registrar los datos meteorológicos con instrumentos bien calibrados.
- Para determinar el número y sexo de las tuzas, mapear los montículos, indicando su ubicación, tamaño y forma, dirección del túnel lateral, diámetro de la galería; todo lo cual se deberá llevar a cabo durante todo un año.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Aguilar, R. V.** 1977. Distribución altitudinal de las tuzas (Rodentia: Geomyidae) en la vertiente oriental del Monte Iztaccíhuatl. Tesis de la Escuela de Ciencias Biológicas. UAM.
- Águilar, V. F. C.** 1990. Diagnóstico para la determinación de metodologías en el combate y control de la población de tuzas en un vivero forestal. Tesis de la Facultad de Ciencias. UNAM. México. 70 Pp.
- Aguilera, N. H.** 1989. Tratado de Edafología de México. Tomo 1. 1ª ed. Fac. Ciencias. UNAM. México, D.F. Pp. 1-96.
- Argote, C. A.** 1944. La tuza. *Fitofilo*. año III. N° 3.
- Backer, F. H.** 1970. *The evolution of the breeding season*. Edited by E. Goodrich, Oxford Union Press London. pp. 161-177.
- Bandoll, J. H.** 1981. Factors influencing seasonal burrowing activity in the pocket gopher, *Thomomys bottae*. *J. Mammal.* **62**(2):293-302.
- Baver, L. D.** 1954. The meteorological approach to irrigation control. *Hawaiian Planters' Rec.* **54**:291-298.
- _____, **W. H. Gardner y W. R. Gardner.** 1980. *Física de suelos*. 1ª ed. Ed. UTEHA. México. pp. 196-198.
- Beck, F., y R. Hansen.** 1966. Estimating plains pocket gopher abundance on adjacent soil types by a revised technique. *J. Range Mgt.* **19**:224-225.
- Best, T. L.** 1973. Ecological separation of three genera of pocket gophers (Geomyidae). *Ecology*. **54**(6):1311-1319.
- Bergstrom, B. J.** 1988. Home range of three species of chipmunks (Tamias) as assessed by radiotelemetry and grid trapping. *J. Mammal.* **69**(1):190-193.
- Bond, R. M.** 1946. Breeding habits of *Thomomys bottae* in Orange County, California. *J. Mammal.* **27**:172-174.
- Braun, S. E.** 1985. Home range and activity patterns of giant kangaroo rat, *Dipodomys singens*. *J. Mammal.* **66**(1):1-12.
- Bronson, H. E.** 1985. *Mammalia reproduction. An ecological perspective Bio. Reprod.* **32**:1-26.
- Brown, L. M.** 1933. Breeding biology of the pocket gopher (*Geomys pinetis*) in Southern Florida. *Am. Wild. Nat.* **85**:45-52.
- Brown, L. E.** 1966. Home range and movement of small mammals. *Symp. Zool. Soc. Lond.* **18**:111-142.
- Bruggers, R. L.** 1994. Vertebrate pest problems related to agricultural production and applied research in Argentina. *Vida Silvestre Neotropical.* **2**(3):71-83.
- Buechner, H. J.** 1942. Interrelationships between the pocket gopher and land use. *J. Mammal.* **23**(3):346-348.
- Burt, W. H.** 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *J. Mammal.* **24**(3):346-352.

- Castillo, O. S. F.** 1987. Cuantificación del daño producido por las tuzas (Fam. Geomyidae) en siembra de maíz de humedad residual humedad residual, en la Meseta Purepecha, Michoacán, México. Tesis de la Facultad de Ciencias. U. N. A. M. México. 98 pp.
- Ceballos, G. G., y C. L. Galindo.** 1984. *Mamíferos Silvestres de la Cuenca de México*. Ed. Limusa, 1ª ed. México. pp. 27-276.
- CETENAL.** 1970. Carta Climática de la República Mexicana. hoja México 14QV y Ver. 14 KVI. Escala 1:500 000. Instituto de Geografía. UNAM.
- CETENAL.** 1979. Carta Edafológica de la Ciudad de México., E14A39 y Chalco E11B31. 2ª impresión. Esc. 1:50 000.
- CETENAL.** 1984. Carta Topográfica de Chalco. E14B31. Escala 1:50 000.
- Cetina, A. V. M. y D. O. Chávez.** 1981. Contribución a la biología y ecología de las tuzas en la estación experimental Zoquiapan. Tesis Universidad Autónoma Chapingo. México. 99 Pp.
- Costa, W. R., K. A. Nagy y V. H. Shoemaker.** 1976. Observations of the behavior of jackrabbits (*Lepus californicus*) in the Mojave Desert. *J. Mammal.* 57(2):399-402.
- Cox, G. W., C. G. Grakahu, y D. W. Allen.** 1987. The small stone content if Mima mound sin the Columbia Plateau and Rocky Mountain regions: implications for mound origin. *The Great Basin Naturalist.* 47:609-619.
- , y **J. Hunt.** 1990. Form of mima mounds in relation to occupancy by pocket gophers. *J. Mammal.* 71(1):90-94.
- Chang, J. H.** 1961. Microclimate of sugar cane. *Hawaiian Planters Rec.* 56:195-225.
- , 1968. *Climate and Agriculture*, Aldine Publishing Co., Chicago.
- , **R. B. Campbell, H. W. Brodie y L. D. Bayer.** 1965. *Evapotranspiration research at the HSPA Experiment Station*. Proc. 12 Th Cong. Int. Soc. Sugar cane Technologists. Pp.10 -24.
- Díaz, P. A.** 1964. *El maíz*. Ed. Tucco. México. D.F. 334-337.
- Dingle, W. R.** 1952. Pocket gopher as a cause of mortality in Easter Washington Pine Plantations. *J. Forestry*.
- Dixon, J. E.** 1929. The breeding season of pocket gopher in California. *J. Mammal.* 10:327-328.
- Domínguez, R. V. I. y N. Aguilera.** 1982. *Metodología de análisis físico químicos de suelos*. UNAM. Facultad de Ciencias. Pp.2-8.
- Downhower, J. F. y R. Hall.** 1966. The pocket gopher in Kansas *Mus. Hist. Univ. Kansas. Misc. Publ. N° 4*:1-36.
- Edwards, C. S., y G. W. Heath.** 1964. *The Principles of Agricultural Entomology*. Chapman and Hall, London. 1-25 Pp.
- Ellison, L. y C. M. Aldous.** 1952. Influence of pocket gophers on vegetation of subalpine grassland in central Utah. *Ecology.* 33:177-186.
- English, P. F.** 1932. Some habits of the pocket gopher, *Geomys breviceps*. *J. Mammal.* 13(1):126 -132.
- Flores, R. J. A.** 1983. Aspectos reproductivos sobre la tuza *Pappogeomys merriami merriami*

- (Rodentia: Geomyidae) de Huiztilac estado de Morelos. Tesis Escuela de Ciencias Biológicas, U.A.E.M. Morelos. México.
- Gallcia, P. M. S.** 1990. Efecto de un mejorador mineral en suelos de chinampa de Tlahuac D. F., cultivando *Brassica oleracea* variedad cauliflora. Tesis de la Facultad de Ciencias, UNAM.
- García, G. I. E.** 1954. Estudio geográfico de la Delegación de Tlahuac, D. F., Tesis de Maestría en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM.
- García, E. M.** 1983. *Apuntes de Climatología*. Ed. Instituto de Geografía UNAM. 3ª ed. México. Pp. 1-54.
- Gardner, H. R. y W. R. Gardner.** 1969. *Relation of water application to evaporation and storage of soil water*. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 33:192-196.
- González, A. R.** 1980. *Roedores plaga en las zonas agrícolas del Distrito Federal*. Ed. Instituto de Ecología. Museo de Historia Natural de la Ciudad de México. Pp. 1-88.
- Grinnell, J.** 1923. The burrowing rodents of California as agents in formation. *J. Mammal.* 4(3):137-149.
- . 1933. Native California rodents in relation to water supply. *J. Mammal.* 14(4):293-298.
- Gunther, W. C.** 1957. Some dietary effects on the estrous cycle of the female California pocket gopher *Thomomys bottae navus* Merriam. *Ind. Acad. Sci. Proc.* 66:331-336.
- Hafner, M. S. y J. C. Hafner.** 1982. Structure of surface mounds of *Zygoeomys* (Rodentia: Geomyidae). *J. Mammal.* 65(3):536-538.
- Haines, W. P.** 1925. Studies in the physical properties of soils. II., A note on the cohesion developed by capillary forces in an ideal soil. *J. Agr. Eng.* 12:529-535.
- Hall, E. R.** 1981. *The Mammals of North America*. John Wiley y Sons. N.Y. 1:454-522.
- y **K. R. Kelson.** 1959. *Mammals of North America*. Ronald Press Co. 454-523.
- Hansen, R. M., y R. S. Miller.** 1959. Observations on plural occupancy of pocket gopher burrow systems. *J. Mammal.* 40:577-584.
- Hegdal, P. L., A. L. Ward, A. M. Johnson y H. P. Tietjen.** 1965. Notes on the life history of the Mexican pocket gopher (*Cratogeomys castanops*). *J. Mammal.* 46(2):334-335.
- Herman, K. R. y T. A. Harol.** 1963. Observations on the occurrence of pocket gophers, in Southern Oregon Pine Plantations. *Journal Forestry*.
- Hernández, R. S. y J. Sánchez.** 1973. *Guía para la descripción y muestreo de suelo de áreas forestales*. B. D. N° 32. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Méx. Pp. 1-88.
- Hickman, G. C.** 1977. Burrow system structure of *Pappogeomys castanops* (Geomyidae) in Lubbock Country, Texas. *The American Midland Naturalist.* 97(1):51-58.
- . 1985. Behavior of North American Geomyids during surface movement and construction of earth mounds. *Museum Texas Tech University*. Pp.165-186.
- , y **L. N. Brown.** 1973. Mound-Building behavior of the South eastern pocket gopher (*Geomys pinetis*). *J. Mammal.* 54(3):786-790.
- Huerta, G. C.** 1972. Revolucionado sistema para combatir la tuza. *El campo.* 48:(969)
- Inglés, L. G.** 1949. Ground water and snow as factors affecting the seasonal distribution of

- pocket gophers, *Thomomys monticola*. *J. Mammal.* **30(4)**:343-350.
- _____. 1952. The ecology of the mountains pocket gopher, *Thomomys monticola*. *Ecology.* **33(1)**:87-95.
- INEGI. 1984. Carta topográfica de Chalco E14B31. 2ª impresión Esc. 1:50 000. Instituto de Geología de la UNAM. 1971. Carta geológica del Estado de México y el Distrito Federal. Esc. L: 500 000.
- Jasso, A. A. 1951. Instructivo para el combate de las tuzas por medio de cañuelas de maíz envenenadas. *Revista fitofilo.* S. A. G. año V. Nº 1. Pp. 3-29.
- Jorgensen, C. D. 1968. Home range as a measure of probable interactions among populations of small mammals. *J. Mammal.* **49(1)**:104-112.
- King, H. D. 1927. Seasonal variations in fertility and in sex ratio of mammals, with special reference to the rat. *Archiv. für Entwicklungsmechanik der Organismen.* **112**: 61-111.
- Kennerty, T. E. 1964. Microenvironmental conditions of the pocket gophers burrow. *Texas Journal of Science.* **16(4)**:395-441.
- Laycock, W. A. 1958. The initial pattern of revegetation of the pocket gophers mounds. *Ecology.* **39**:346-351.
- López-Forment, C. W. 1968. Aspectos biológicos de la tuza *Cratogeomys tylorhinus tylorhinus* (Rodentia:Geomyidae) del Valle de México. Tesis de la Facultad de Ciencias. UNAM. México. 55 Pp.
- Marquez, H. R. 1994. Distribución geográfica y ecológica de una tuza (*Geomys tropicalis*) endémica de México. Tesis de Facultad de Ciencias. UNAM. México. 65 Pp.
- Marshall, W. H. 1941. *Thomomys* as burrowers in the snow. *J. Mammal.* **22(1)**:196-197.
- Martínez, P. A. 1989. Evaluación de los daños ocasionados por la tuza *Pappogeomys merriami merriami*, en cultivos de maíz *Zea mays*, en Mixquic, D. F. Tesis la de Facultad de Ciencias. UNAM. México. 62 Pp.
- McNab, B. K. 1966. The metabolism of fossorial rodents: a study of convergence. *Ecology.* **47(5)**:712-733.
- Michaels, A. S. 1959. Physics-chemical properties of soil. Soil-water systems, (discussion). *Proc. Am. Soc. Civil. Eng. , J. Soil Mechanics and Found Div. SM2*, **85**:91-102.
- Miller, M. A. 1946. Reproductive rates and cycles in the pocket gopher. *J. Mammal.* **27(4)**:335-356.
- _____. 1948. Seasonal trends in burrowing of pocket gophers (*Thomomys*). *J. Mammal.* **29(1)**:38-44.
- _____. 1953. Experimental studies on poisoning pocket gophers. *Hilgardia, a Journal of Agricultural Science published by the California Agricultural experiment station.* Vol. **22**. Nº 4.
- _____. 1957. Burrown of the Sacramento Valley pocket gopher in flood-irrigated alfalfa fields. *Hilgardia.* **26(8)**:431-452.
- Miller, A. E. 1974. Interspecific aggressive behavior of pocket gophers *Thomomys bottae* and *T. talpoides* (Geomyidae:Rodentia). *Ecology.* **55(3)**:671-673.
- Monroy, M. E. M. 1988. Estructura estacional de montículos de *Pappogeomys merriami*

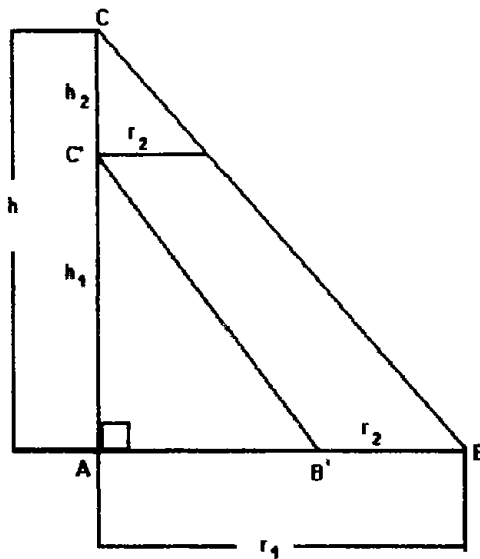
- merriami* (Rodentia:Geomyidae), en una zona de cultivo en Chalco, Edo. de México. Tesis de la Facultad de Ciencias. UNAM. México. 137 Pp.
- Moor, A. W.** 1943. The pocket gopher on relation to yellow pine reproduction. *J. Mammal.* **24**(2):271-272.
- Mooser, F.** 1963. Mesa redonda sobre problemas del Valle de México. Instituto Mexicano de recursos no renovables.
- Myers, G. T. y T. A. Vaughan.** 1964. Food habits of the plains pocket gopher in Eastern Colorado. *J. Mammal.* **45**(4):588-598.
- Nichols, M. L.** 1931. The dynamic properties of soil. I. An explanation of the dynamic properties of soil by means of colloidal films. *Agr. Eng.* **12**:259-264.
- Olmedo, B. C.** 1990. Estudios morfométricos de algunos parámetros mandibulares de las tuzas: *Pappogeomys merriami* y *Orthogeomys hispidus* (Rodentia:Geomyidae). Tesis de la Fac. ciencias de Ciencias. UNAM. México. 75 Pp.
- Perusquia, N. M. M.** 1982. Comparación de patrones esterales de conejillo de indias (*Cavia cobaya*), rata (*Rattus norvegicus*) y hamster (*Mesocricetus auratus*) con la tuza (*Pappogeomys merriami merriami*). Tesis de Facultad de Ciencias UNAM. México. 41 Pp.
- Pirlot, P.** 1976. *Morfología evolutiva de los cordados*. Ed. Omega. España. Pp.966.
- Reichman, O. J. y R. J. Backer.** 1972. Distribution and movements of two species of pocket gophers (Geomyidae) an area or sympatry in the Davis mountains Texas. *J. Mammal.* **53**(1):21-33.
- _____ y **S. C. Smith.** 1985. Impact of pocket gopher burrows on overlying vegetation. *J.Mammal.* **66**(4):720-725.
- Russell, R. J.** 1954. A multiple cath of *Cratogeomys*. *J. Mammal.* **35**(1):121-122.
- _____. 1968. Revision of pocket gophers of the genus *Pappogeomys*. *Mus. Nat. Hist. Univ. Kan.* **16**(7):691-709.
- Sánchez, F. N.** 1981. *Roedores y Lagomorfos*. Ed. Colegio de Ingenieros Agrónomos de México, A.C., 1ª ed. México. Pp. 248.
- Sánchez, O. S.** 1980. *La flora del Valle de México*. Ed. Herrero, S.A., 6ª ed. México. Pp.520.
- Santillan A. S.** 1978. Distribución altitudinal de roedores en el campo Tetela. Estado de Puebla. México. Tesis de la Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Scheffer, I. A.** 1910. The pocket gopher Kansas, state College. Exp. Ste Bull. **172**:197-233.
- _____. 1940. Excavation of a runway of the pocket gopher (*Geomys bursarius*), *Trans. Kansas Acad. Science.* **43**:473-478.
- Scheffer, T. H.** 1938. Breeding records of Pacific Coast pocket gophers. *J. Mammal.* **19**:220-224.
- Scheffer, B. V.** 1955. Body size with relation to population density in mammals. *J. Mammal.* **36**(4):493-514.
- Schramm, P.** 1961. Copulation and gestation in the pocket gopher. *J Mammal.* **42**(2):167-174.
- Smolen, M. J, H. H. Genoway y R. j. Baker.** 1980. Demographic and reproductive parameters of the yellow-Cheked pocket gopher (*Pappogeomys castanops*). *J. Mammal.* **61**:224-236.
- Sosa, F. V. J.** 1981. Contribución al conocimiento de la historia natural de la tuza

- Pappogeomys tylorhinus tylorhinus* (Rodentia:Geomyidae) en una zona semiárida. Tesis de la Facultad de Ciencias. UNAM. México. 132 Pp.
- Tamahane, R. V., D. P. Motiramani., P. Ball, y R. L. Donahue. 1986. *Suelos su química y fertilidad en zonas tropicales*. 4ª ed. Ed. Diana. México. Pp.488.
- Vaughan, T. A. 1967. Two parapatric species of pocket gophers *Evolution*. **21**:148-158.
- . 1972. *Mammalogy*. W.B. Sanders Co. Philadelphia. Pp. 465.
- . 1978. *Mammalogy*. W.B. Saunders Co. 2ª ed. U.S.A. Pp. 522.
- Villa, C. B. 1986. Patrón reproductivo de la tuza *Pappogeomys merriami merriami* (Rodentia: Geomyidae) de Chalco Estado de México. Tesis. Fac. Med. Vet. Zoo. UNAM. México. 210 Pp.
- . 2000. Evaluación del daño ocasionado por la tuza *Pappogeomys merriami* en cultivos de maíz en Mixquic, D.F. *Anales del Instituto de Biología Universidad Autónoma de México, Serie Zoología*. **71**(2):185-191.
- Villa, R. B. 1947. Las tuzas, Secretaría de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Agricultura, Departamento de Fomento Agrícola.
- . 1952. Mamíferos silvestres del Valle de México. *Anales Inst. Biol. UNAM*. **23**:1376-1386.
- . 1984. Impacto negativo de una especie de roedor hipógeo (Rodentia:Geomyidae) en la agricultura y positivo para la edafología. *Anales del Instituto de Biología UNAM*. **54**:237-242.
- Voge, S. 1978. Organismos que captan corrientes. Investigación y Ciencia. *Scientific American*. Pp. 88-97.
- Ward, A. L., y R. M. Hansen. 1962. Pocket gopher control with the burrow-builder in forest nurseries and plantations. *J. of Forestry*. **60**:42-44.
- , y J. O. Kelt. 1962. Feeding habitats of pocket gophers on mountain glass-land Back Mesa, Colorado. *Ecology*. **43**(4): 744-749.
- Warren, E. R. 1937. Notes on pocket gophers. *J. Mammal*. **18**(4):473-477.
- Wight, H. M. 1918. The life history and control of the pocket gopher in Willamette Valley. *Bull. Oregon Agric. Exp. Sta.* **153**:1-55.
- . 1930. Breeding habits and economic relations the dales pocket gopher. *J. Mammal*. **11**(1):40-48.
- Williams, L. R. y G. N. Cameron. 1986. Food habits and dietary preferences of Atwater's pocket gophers *Geomys attwateri*. *J. Mammal*. **67**(3):489-496.
- . 1990. Dynamics of burrows of Atwater's pocket gopher (*Geomys attwateri*). *J. Mammal*. **71**(3):433-438.
- Williams, S. L. y R. J. Baker., 1974. *Geomys arenarius*. *Mammalian Species*. **36**: 1-3.
- Wing, E. S. 1960. Reproduction in the pocket gopher in North-Central Florida. *J. Mammal*. **41**(1):35-43.
- Wood, E. J. 1949. Reproductive patterns of the pocket gopher (*Geomys breviceps bracensis*). *J. Mammal*. **30**(1):36-44.
- . 1955. Notes on young pocket gophers. *J. Mammal*. **36**(1):143-144.

- Woods, A.** 1974. *Pest Control: A survey*. Mc Graw-Hill Book Company, London.
- Zim. H. S. y H. M. Smith.** 1994. *Reptiles y anfibios*. Ed. Trillas. Pp. 100-101.

ANEXO

El matemático Ramón Hernández Acosta (comunicación personal) desarrollo el siguiente análisis matemático, para poder conocer el volumen del suelo ocupado por los montículos construidos por *Pappogeomys merriami merriami*, tomando como base un triángulo rectángulo.



$$AB = r_1$$

$$B'B = r_2$$

$$AC' = h_1$$

$$AC = h$$

$$C'C = h_2$$

$$AB' = AB - B'B = r_1 - r_2$$

$$\Delta ABC \approx \Delta AB'C'$$

$$\frac{AB}{AB'} = \frac{AC}{AC'} = AC = (AB)(AC')/AB'$$

$$AC \Rightarrow r_1 h_1 / r_1 - r_2 = h$$

$$h = h_1 + h_2 \Rightarrow h_2 = h - h_1$$

$$h_2 = (r_1 h_1 / r_1 - r_2) - h_1$$

$$h_2 = (r_1 h_1 / r_1 - r_2) - h_1 (r_1 - r_2) / r_1 - r_2$$

$$h_2 = r_1 h_1 - h_1 (r_1 - r_2) / r_1 - r_2$$

$$h_2 = h_1 (r_1 - r_1 + r_2) / r_1 - r_2$$

$$h_2 = h_1 r_2 / r_1 - r_2$$

$$\therefore h_2 = h_1 r_2 / r_1 - r_2$$

$$V = V_1 - V_2$$

$$V_1 = (\pi/3) r_1^2 h_1$$

$$V_2 = (\pi/3) r_2^2 h_2$$

$$h = h_1 + h_2$$

$$V = \pi/3 (r_1^2 h_1) - \pi/3 (r_2^2 h_2)$$

$$V = \pi/3 (r_1^2 h_1 - r_2^2 h_2)$$

$$V = \pi/3 (r_1^2 (h_1 + h_2) - r_2^2 h_2)$$

$$V = \pi/3 (r_1^2 h_1 + r_1^2 h_2 - r_2^2 h_2)$$

$$V = \pi/3 (r_1^2 h_1 + h_2 (r_1^2 - r_2^2))$$

$$V = \pi/3 (r_1^2 h_1 + h_2 (r_1^2 - r_2^2))$$

$$V = \pi/3 (r_1^2 h_1 + h_2 (r_1 + r_2) (r_1 - r_2))$$

Sustituyendo h₂

$$V = \pi/3 (r_1^2 h_1 + h_2 (r_1 + r_2) (r_1 - r_2))$$

$$V = \pi/3 (r_1^2 h_1 + h_1 r_2 / r_1 - r_2 ((r_1 + r_2)(r_1 - r_2)))$$

$$V = \pi/3 (r_1^2 h_1 + h_1 r_2 (r_1 + r_2))$$

$$V = \pi/3 (h_1 (r_1^2 + r_2 (r_1 + r_2)))$$

Finalmente se obtuvo la siguiente fórmula

$$V = \pi h_1 / 3 (r_1^2 + r_2 r_1 + r_2^2)$$