

47



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

CAMPUS IZTACALA

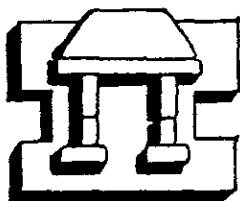
"CARACTERIZACION ESPACIAL Y CONTENIDO DE MADRIGUERAS DE *Liomys pictus* EN UNA SELVA BAJA DE JALISCO"

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
LICENCIADO EN BIOLOGIA  
P R E S E N T A :  
BEATRIZ DEL CARMEN HERNANDEZ MEZA

27/09/09

DIRECTOR DE TESIS:

M. en C. MARIA DE LOS ANGELES MEDOZA DURAN  
CODIRECTOR: DR .GERARDO CEBALLOS GONZALEZ



IZTACALA

TLALNEPANTLA, ESTADO DE MEXICO

2000



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.

**A mis padres**

**Raquel y Marco**

**Con AMOR Y RESPETO**

Por darme la oportunidad de conocer este mundo y enseñarme el valor de las cosas. *Por su amor y por soportar esto de tener una hija bióloga, por su comprensión y apoyo en todo momento.*

A mis abues:

Ma. Elena

Por quererme tanto.

Rodolfo

Concepción

Feliciano

Por enseñarme a enfrentar con **valor** la vida y  
la muerte.

## AGRADECIMIENTOS

El trabajo de campo se realizó *dentro del proyecto 976 P-N* financiado por CONACyT. Gracias a Fundación UNAM que me otorgó dos becas durante la licenciatura y una para la realización de la tesis, dentro del Instituto de Ecología.

A los sinodales por dedicarle parte de su tiempo a la lectura del trabajo, por sus comentarios que ayudaron a mejorar *la versión final del escrito*, Dra Catalina Chávez, Dra Ma Del Coro Arizméndi, Biól Amaya González, M en C Angeles Mendoza y Dr Gerardo Ceballos.

Gracias a mi “JEFA”, Angeles Mendoza, por su amistad, cariño y sobretodo por su paciencia, por soportar mis enojos y desesperaciones, por hacerme entender que “*hay cosas peores en la vida, que escribir mal la tesis*” Por enseñarme casi todo lo que sé sobre roedores

Al Dr Gerardo Ceballos, por aceptar ser el codirector de la tesis y por darme la oportunidad de integrarme al laboratorio a su cargo, por todas las facilidades que me otorgó, durante todas las fases del estudio. Y a pesar de sus múltiples ocupaciones siempre tuvo un tiempo para mí.

A mi compañera de campo y de ciudad, Yolanda D , por la paciencia en las discusiones, en los enojos y en las constantes interrogantes. Por sobrevivir a estar juntas tanto tiempo y compartir esta aventura de buenas y de malas. Por dedicarle *más tiempo*, en el campo a mis madrigueras que a las suyas ¡Por fin, terminamos!

Gracias a todo el personal de la Estación de Biología “Chamela”, al Dr Felipe Noguera, al C. P. Ignacio Ramírez, a Marcelino, a Landín, por todas las facilidades para el trabajo de campo. Muy en especial a Lucia, la Sra Elena, el “Profe” Ramón y Don Enrique, por todas las tardes de diversión y risas, por las porras para continuar excavando, haciendo más ligero el trabajo. A la gente que conocí en Chamela entre ellas Angélica C. Claudia U, Miguel R, Nieves B y todos los que por falta de memoria omito

A Alfredo Cárdenas por su ayuda en parte del trabajo de campo, por excavar, cargar y cargar

Al laboratorio de Ecofisiología Vegetal del IE UNAM, por permitirme utilizar su balanza analítica. En especial a Suraya B. que me ayudó a determinar parte de las semillas

Al Herbario Nacional (MEXU), en especial a la M en C Martha Olvera, por su ayuda en la determinación de algunas de las especies

A mis amigas de la carrera: Aida (por estar siempre *ahí escuchando*), Adriana, Rocío y Claudia, por cooperar cada vez que solicite su ayuda, gracias por todos los cuadernos. A todos los cuates del 6 Dianola, Martola, Héctor, Krosty (Alberto), Ramón y May, los Chistosos, al equipo de telenovela (G , FE. y A ) por tantas tardes de risas y las

divertidas salidas de campo. También a los del 5 Yola, Gaby, Ari, Toño, Pablo y a todos los que faltaron, que por problemas de espacio o de memoria no están incluidos. A todos todos aquellos que en los momentos difíciles me tendieron la mano con su ayuda y su cariño. A Tomás V por sacarme de la mayoría de los lios en que me llegué a meter durante la carrera, por su ayuda, por prestarme libros y equipo; y por revisar una versión preliminar del trabajo.

A todos los del Laboratorio de Conservación de Vertebrados Terrestres en especial a Gisselle y a Cuauhtémoc por toda su ayuda. A Jesús P, Erika M, Lorena M., Federico Ch, David V, Gerardo S, Gerardo C, Rurik L. A todos los compañeros del laboratorio del Dr. Rodrigo Medellín por permitirme utilizar su equipo de cómputo, a Osiris, Rafa, Heliot, Memo, Claudia y compañía.

A todos los integrantes de las familias Hernández y Meza, a mis abues, Elena, Concepción y Rodolfo, por su ejemplo y valentía para enfrentar la vida y la muerte. A mis hermanas Monse y Diana, gracias por tooodaaaa su ayuda, sin ellas me hubiera tomado el doble de tiempo revisar las muestras, por su apoyo incondicional, cariño y paciencia, las quiero mucho. A mis tías Lupita y Ofelia, por creer en mí en todo instante y a pesar de todo.

Gracias a todos mis maestros, por todas sus enseñanzas y su amistad en la mayoría de los casos. A los laboratoristas por las facilidades para el uso del equipo y de material.

Gracias a todos los individuos de *Liomys pictus* a los que les destruí la casa que (creo) habían hecho con mucho esfuerzo.

Gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México Campus Iztacala, por darme la oportunidad de ser universitaria, de crecer en lo personal y en lo intelectual. Espero no defraudar y regresar con creces todo lo recibido, GRACIAS.

*Y si después de estar frente a la magia de la naturaleza,  
se le sigue matando, arruinando y exterminando.*

*No logro entender, buscamos bienestar y damos malestar,  
queremos abundancia y provocamos extinciones y matanzas.*

*Arruinamos, destruimos, ensuciamos y no hacemos nada,  
ni siquiera por nosotros, por nuestro cuerpo lleno de plomo,  
cáncer, sida y mucha basura.*

*No sé cuanto duremos, solo puedo decir que es injusto,  
Todos nos han dado, ¡No! Lo hemos tomado y no lo agradecemos.  
Les pagamos con muerte y extinción, productos radiactivos,  
calor y tanta expansión...nos está acabando y no sólo a nosotros,  
también a todos ellos.*

*Despertemos si queremos continuar.  
Limpiemos si deseamos avanzar,  
a un futuro que si bien no sería mejor,  
al menos sería prometedor.*

*BCHM  
Chiapas, 1996*

## INDICE

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Objetivos.....	6
Hipótesis.....	7
Área de Estudio.....	8
Material y métodos.....	10
Resultados.....	13
Discusión.....	32
Conclusiones.....	45
Literatura citada.....	48
Apéndice I Estructura .....	54
Apéndice II Contenido .....	63
Apéndice III Esquemas .....	74
Apéndice IV Lista Taxonómica de Semillas.....	81



## RESUMEN

Los heterómidos son considerados como unos de los removedores de semillas más eficientes, debido a varias características tales como la presencia de abazones y la construcción de madrigueras para el almacenamiento del alimento, entre otras. Las madrigueras les proporcionan refugio contra depredadores, un sitio de anidación y protección de las condiciones adversas del clima. Sin embargo, es poca la información existente sobre las madrigueras de heterómidos neotropicales, como *Liomys pictus*. Los objetivos del trabajo son describir la estructura de las madrigueras de *L. pictus*, analizar la variación temporal de su contenido y comparar la disponibilidad de semillas en el piso de la selva con las encontradas dentro de las madrigueras. El estudio se desarrolló en la estación de Biología Chamela, que forma parte de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, en Jalisco. Se localizaron y excavaron 12 madrigueras en selva baja caducifolia, el tipo de vegetación predominante en el área. La estructura de las madrigueras fue muy variable, el número de cámaras varió de 0 a 23 y se encontraron como máximo 3 nidos por madriguera, la longitud promedio fue de 324 cm mientras que el volumen promedio fue de 17,806 cm<sup>3</sup>. Las semillas fueron almacenadas en cámaras denominadas almacenes; las hojas se encontraban, principalmente, en los nidos y los restos orgánicos, en algunas madrigueras, se encontraron en cámaras o túneles a los que se les asignó el nombre de letrinas. Las semillas fueron el material más almacenado y los insectos fueron el más pobremente representado. No se encontraron diferencias significativas en el contenido de las madrigueras por épocas, sin embargo, en el caso de las semillas la época de secas presentó promedios más altos. Se catalogaron 230 especies de plantas que se agruparon en 29 familias, la que predominó fue la familia Leguminosae. Del total de especies; 107 spp se encontraron en ambos sitios, 52 spp solo en madrigueras y 71 spp en el suelo. Las semillas más almacenadas en peso fueron *Spondias purpurea*, *Jatropha standleyi*, *Cordia* sp y *Serjania brachicarpa*. En los que respecta a las muestras de suelo las semillas predominantes fueron: *Croton* sp 1, *Serjania brachicarpa*, *Coccoloba* sp, *Spondias purpurea* y *Croton* sp 2. Las muestras de suelo presentaron un número significativamente mayor de especies que las madrigueras, al igual que en las densidades, spp/dm<sup>3</sup> y g/dm<sup>3</sup>. Estos datos nos hacen sugerir que *L. pictus* muestra preferencia por algunas especies para su almacenamiento.

## INTRODUCCIÓN

Los roedores se consideran los principales dispersores y depredadores de semillas (Coates-Estrada y Estrada, 1986; Fleming, 1983). La preferencia de los roedores hacia alguna especie de semilla en particular está asociada con varias características de ésta como el tamaño, la palatabilidad, o el contenido de sustancias tóxicas (Briones, 1996; Janzen, 1976; M'Closkey, 1980). En desiertos de Norte y Centro América, por ejemplo, se ha determinado que los roedores, especialmente los heterómidos, son removedores de semillas muy eficientes pues llegan a remover el 90% de las semillas disponibles (Brown, et al, 1975; Janzen, 1982). Una de las características que los hacen ser tan efectivos es la presencia de abazones (plegamientos externos de la piel ubicados a los lados de las mejillas) que les permiten recolectar y transportar una gran cantidad de materiales en un corto tiempo (Hall, 1981; Janzen, 1982; Sánchez-Cordero y Fleming, 1993).

La alimentación de los heterómidos se compone principalmente de semillas y se complementa con artrópodos y vegetación fresca en diferentes cantidades a lo largo del año (Reichman y Price, 1993). Los materiales que no consumen inmediatamente pueden ser almacenados en madrigueras subterráneas, que funcionan como refugio contra los depredadores, además de proteger a los ratones de los cambios de temperatura o humedad en el exterior y de proporcionarles un microambiente adecuado para el desarrollo de las crías (Ceballos y Miranda, 1986; Davis y Kalisz, 1992; Hansell, 1993; Meadows, 1991).

Estudiar la estructura de las madrigueras de una especie permite conocer como las utilizan y aporta información sobre diversos aspectos de su historia natural. Por ejemplo, en *Microtus ochrogaster* los nidos y las madrigueras son más grandes cuando son utilizadas por grupos comunales que cuando son utilizadas por parejas (Mankin y Getz, 1994).

El tamaño y forma de las madrigueras de roedores depende de la especie que se trate y de su tamaño corporal, principalmente (Meadows, 1991; Hansell, 1993); sin embargo, también pueden influir algunas características del medio como el tipo de suelo, (Laundré y Reynolds, 1993. Vleck, 1981), la época del año (Andersen, 1987; Williams y Cameron, 1990), la temperatura (Kenagy, 1975) y la precipitación (Bandoli, 1981).

En general, las secciones que se pueden diferenciar en una madriguera son los accesos, los túneles, las cámaras y los nidos (Huntly y Reichman, 1994; Meadows, 1991). Los túneles son sitios de paso de forma cilíndrica con un diámetro más o menos constante que conectan a las diferentes secciones de la madriguera. En ocasiones los túneles pueden estar agrandados (dos o tres veces el diámetro normal) y utilizarse como sitios de almacén o de descanso (Kenagy, 1973). Un sistema de madrigueras puede estar formado en un 85 ó 95 % por túneles (Huntly y Reichman, 1994). El resto de la madriguera se constituye de una o más cámaras que pueden ser usadas de varias formas: como almacenes, cuando contienen una cantidad considerable de comida; como nidos, si están recubiertos de vegetación fresca o pelaje; o como cámaras sanitarias, si contienen heces fecales u otros desperdicios (Huntly y Reichman, 1994; Reichman y Smith, 1985).

La proporción y número de las secciones en una madriguera determinan su complejidad; es decir, madrigueras en las que se presentan muy pocas secciones o predomina alguna serán menos complejas que aquellas en donde abunden varias secciones y no domine alguna en particular. Una medida que se ha considerado para indicar el grado de complejidad de una madriguera es el índice de linealidad (Reichman, et al., 1982); éste refleja la proporción que hay entre la suma de la longitud total de una madriguera (túneles + cámaras + nidos) y la distancia entre los dos puntos más lejanos de la misma (Cameron, 1988). De este modo, una madriguera cuyas secciones se ubican a lo largo de una línea recta será menos compleja que una en la cual las secciones no siguen un patrón determinado y se encuentran dispersas en un área circular (Cameron, et al. 1988).

Existe una relación entre la estructura de una madriguera y los usos que esta puede tener. Las madrigueras de estructura más elaborada cumplen con un número mayor de funciones, lo que ha llevado a establecer criterios para clasificarlas. Harper y Batzli (1996), en un estudio realizado con *Microtus ochrogaster* y *M. californicus*, separaron las madrigueras en 4 tipos basados en el número de nidos: a) Orificio de escape: consiste en un túnel de pequeñas dimensiones que sirve de refugio temporal en situaciones de peligro; b) Madrigueras de escape, están formadas por túneles más largos y no presentan nidos, sirven como sitios de paso o como almacenes temporales; c) Madrigueras simples, están formadas por túneles, cámaras y un nido, sirven como refugio y almacén, y d) Madrigueras múltiples,

que presentan dos o más nidos, además de cámaras y túneles que se usan para cuidar a las crías, para almacenar alimento y pueden ser habitadas por mucho tiempo.

Los estudios sobre la estructura y el contenido de las madrigueras en heterómidos, se han enfocado principalmente a especies de zonas áridas o semiáridas (*e. g.* Hawbecker, 1940; Shaw, 1934; Tappe, 1941) y es prácticamente nula la información disponible sobre la estructura y contenido de las madrigueras de especies tropicales. Los existentes se refieren a estudios en laboratorio (Fleming y Brown, 1975). En el caso de *Liomys pictus*, se sabe que construye madrigueras que son ocupadas como almacén (Ceballos, 1990; McGhee y Genoways, 1978; Mendoza, 1997; Romero, 1993) y pueden ser compartidas por individuos de ambos sexos durante la época no reproductiva aunque se reporta que durante la época de reproducción las hembras sexualmente activas viven solas (Wagner, 1963, cit. en Jones, 1993).

*Liomys pictus* es un heterómido tropical que se distribuye en la región costera del Pacífico Mexicano, en los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Michoacán y Veracruz (Ceballos y Miranda, 1986; Schmidly, et al., 1993). Tiene tendencia a la locomoción saltatoria y se le considera de hábitos exclusivamente terrestres. La mayor parte de los estudios con *Liomys pictus* se han realizado en la Estación de Biología Chamela, en donde predomina la selva baja caducifolia. El clima de este tipo de vegetación se caracteriza por una marcada estacionalidad, que incluye una época de secas y una de lluvias, lo que se refleja en la producción y disponibilidad de semillas para los ratones a lo largo del año (Bullock y Solís -M, 1990).

En esta región, *Liomys pictus* es la especie más abundante en selva baja, a diferencia de selva mediana en donde coexiste con seis especies de roedores. Las fluctuaciones poblacionales de *Liomys pictus* se han asociado, principalmente, a la disponibilidad temporal del alimento (Ceballos, 1989, Mendoza, 1997). Las densidades más altas se alcanzan durante la época de secas, cuando hay una gran producción de semillas. Sin embargo, algunos fenómenos climáticos como "El Niño" pueden modificar dicho patrón (Mendoza, 1997).

La alimentación de *Liomys pictus* se ha estudiado a través del contenido de abazones y se ha encontrado que algunas especies de semillas predominan en los abazones: *Nisolia*

*fruticosa* y *Ficus sp* (Pérez, 1978); *Ipomoea sp.*, *Phaseolus microcarpus* y *Cyclanthera multifoliata* (Ceballos, 1989); y por último, en un estudio de 4 años, se reporta a *Panicum sp.*, *Lonchocarpus lanceolatus* e *Ipomoea sp.*, (Mendoza, 1997). *L. pictus* también transporta pequeñas proporciones de otros materiales como: moluscos, vegetación fresca e insectos (Mendoza, 1997). Se ha sugerido que en heterómidos el transporte de los materiales en abazones y la alimentación son dos eventos diferentes ya que el contenido de los abazones es un indicador poco preciso del contenido estomacal (Reichman, 1975). Esto sugiere que los ratones prefieren consumir ciertas especies de semillas cuando están en el exterior y otras especies son las transportadas y posteriormente almacenadas.

## OBJETIVOS

- Describir la estructura de las madrigueras de *Liomys pictus* en selva baja caducifolia, en Chamela, Jalisco.
- Analizar la variación temporal en el contenido de las madrigueras.
- Comparar la disponibilidad de semillas en el piso de la selva con las encontradas dentro de las madrigueras.

## HIPÓTESIS

En Chamela la disponibilidad de semillas varía a lo largo del año debido a la estacionalidad (Bullock y Solís-Magallanes, 1990) y se ha propuesto que los heterómidos tienen como estrategia de sobrevivencia almacenar semillas durante la época de fructificación para contar con reservas en la época en que disminuye la disponibilidad de semillas en el ambiente (Vander Wall, 1990). De acuerdo a lo anterior se espera que si *Liomys pictus* responde a la variación temporal de la disponibilidad de semillas en el ambiente, se observen diferencias en el contenido de madrigueras entre la época de lluvia y la de secas, con un mayor almacenamiento durante esta última. De lo contrario las madrigueras de ambas épocas tendrán cantidades similares de semillas.

Diversos estudios sugieren que *Liomys pictus* presenta preferencia en la colecta de semillas de algunas especies (Ceballos, 1989; Mendoza, 1997; Pérez, 1978); aunque también se menciona que la colecta de las especies encontradas en los abazones puede reflejar la composición de especies del área de captura del ratón (Mendoza, 1997). Si *Liomys pictus* no muestra preferencia en la colecta de semillas espero que tanto la proporción como el número de especies almacenadas en las madrigueras sean similares a las encontradas en el suelo alrededor de las madrigueras, mientras que si muestra alguna preferencia espero que la composición y la proporción de especies de plantas en suelo y madriguera sean diferentes.

## ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó en la Estación de Biología Chamela, del Instituto de Biología de la UNAM, que se ubica a 2 km de la costa del Pacífico, en el Municipio de la Huerta, Estado de Jalisco, México (Fig. 1). La Estación abarca una extensión de 3300 ha se localiza entre las coordenadas 19° 30' y 19° 33' de Latitud Norte y 105° 00' y 105° 04' de Longitud Oeste (Bullock, 1988; Lott *et al.*, 1987).

El relieve de la zona consiste principalmente de lomeríos, que van de 30 a 300 msnm de altitud; las pendientes de las laderas son en su mayoría de 21° a 34°. El suelo es de tipo Feozem Haplíco, arenoso, con un pH cercano a 7 y con poca materia orgánica en los lomeríos (Bullock, 1986). El clima del área es del tipo AwO(x')i, éste se caracteriza por presentar una época de secas y una de lluvias bien diferenciadas. La temperatura promedio mensual es de 24.9°C y la precipitación promedio anual es de 748 mm (1977-1984). El 80% de la precipitación se registra de julio a noviembre y agosto es el mes más lluvioso (Bullock, 1988. García, 1973).

El tipo de vegetación que predomina es la Selva Baja Caducifolia (Miranda y Hernández-X. 1963). En esta selva el estrato arbóreo alcanza de 5 a 15 m de alto y en él se encuentra una alta densidad de epífitas. Durante el periodo de sequía, el 95% de las especies pierden las hojas. El estrato arbustivo y el herbáceo solo se desarrolla en la época de lluvias y tanto la floración como la foliación se concentran en los meses de junio y julio (Bullock y Solís-M. 1990, Ceballos y Miranda, 1986). Las especies más abundantes son *Croton pseudoniveus*, *Croton sp.*, *Lonchocarpus constrictus*, *L. lanceolatus*, *Trichilia trifolia*, *Cordia alliodora*, *C. elaeagnoides*, *Randia thurberi*, *Amphiterygium adstrigens*, *Jatropha chamelensis*, *Guapira sp.*, *Serjania brachycarpa*, *Caesalpinia eriostachis* y *Thouima parvidentata* (Lott, 1985; Lott *et al.*, 1987)



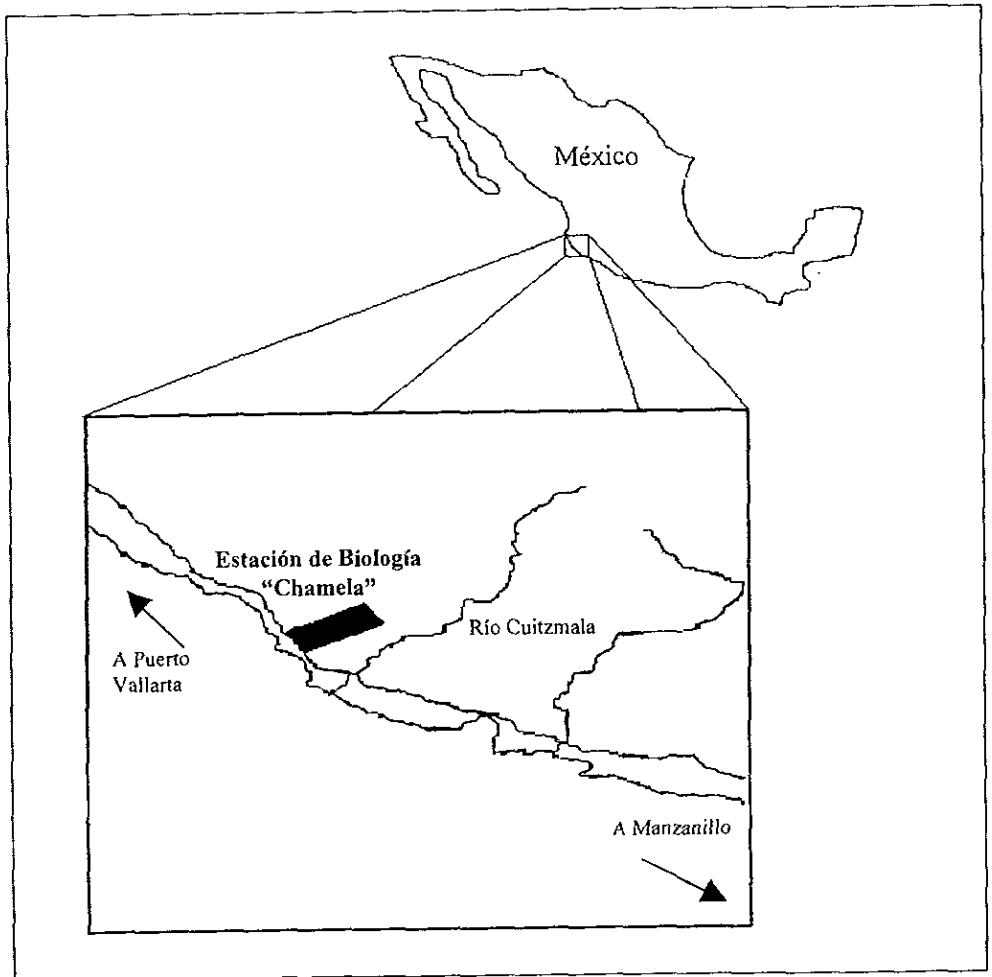


Fig. 1. Localización del área de estudio.

## MATERIAL Y MÉTODO

El trabajo de campo se realizó de Julio de 1997 a Junio de 1998 para abarcar el periodo de lluvias (Julio-Noviembre) y el de secas (Febrero-Junio). Se realizaron salidas bimensuales para localizar y excavar las madrigueras.

### Captura de organismos

Se utilizaron 2 cuadrantes de 4,100 m<sup>2</sup> de superficie ubicados en Selva Baja Caducifolia. Los individuos de *Liomys pictus* se capturaron con trampas Sherman para animales vivos; éstas se cebaron con una mezcla de avena, crema de cacahuete y vainilla. Las trampas se colocaron formando una cuadrícula de 8 X 8, con 8 m de separación entre filas e hileras, haciendo un total de 64 estaciones de captura en cada cuadrante.

Las capturas se realizaron durante tres noches consecutivas en la fase de luna nueva. Cada individuo se marcó por ectomización de falanges y se le determinó el sexo, edad y condición reproductiva. Se consideraron tres clases de edad, juveniles individuos (25 g o menos), subadultos (26 a 35 g) y adultos (más de 35 g; Ceballos 1989). Los machos se consideraron sexualmente activos si presentaban los testículos escrotados; las hembras sexualmente activas presentaron la vulva abierta, el tapón que se forma después de la cópula o las tetas tenían indicios de estar alimentando a crías (Ceballos, 1989; Mendoza, 1997).

### Localización de las madrigueras

Los ratones se liberaron y siguieron para ubicar el acceso de la madriguera. Se localizaron 12 madrigueras: 6 durante el periodo de lluvias y 6 durante el de secas. Las madrigueras se excavaron siguiendo la trayectoria de los túneles y las cámaras. Para cada madriguera se consideraron las siguientes dimensiones (Mankin y Getz, 1994):

- Número de accesos y el diámetro de cada uno.
- Diámetro promedio de los túneles: medido en 3 puntos diferentes para cada túnel (inicio, a la mitad y al final).
- Longitud de los túneles.
- Profundidad: se midió la distancia desde el nivel del piso de la selva hasta el piso de las cámaras y túneles.
- Volumen de los nidos y cámaras (cm<sup>3</sup>): se estimó con la fórmula de una elipsoide de tres semi-ejes:

$$V = \frac{4/3 \pi abc}{2}$$

Donde: a = largo, b = ancho, c = alto

- Volumen de los túneles (cm<sup>3</sup>): se calculó con la fórmula de un cilindro.

$$V = \pi r^2 h$$

Donde: h = longitud del túnel, r = radio del túnel.

- Volumen Total Estimado (cm<sup>3</sup>) de la madriguera: se obtuvo al sumar los volúmenes de cámaras, nidos y túneles.
- Pendiente del terreno: la inclinación del terreno donde se excavó la madriguera, se determinó con ayuda de una brújula con clinómetro.
- Índice de Linearidad (I L): se calculó con la siguiente fórmula (Cameron, 1988):

$$I L = L / LT$$

Donde: L = longitud de la línea que une a los dos puntos más distantes de la madriguera

LT = longitud total de la madriguera.

## **Tipos de madrigueras**

Para clasificar a las madrigueras se modificaron los criterios utilizados por Harper y Batzli (1996), tomando en cuenta el número de cámaras y el número de nidos por madriguera ya que se encontraron madrigueras sin nidos y con un número considerable de cámaras en donde se almacenan materiales. Se establecieron tres tipos de madrigueras:

- 1) De escape: sin cámaras, un número variable de accesos y túneles
- 2) Simples: con una o más cámaras y un nido como máximo
- 3) Múltiples: con un número variable de cámaras y dos o más nidos.

Por otro lado, se efectuó un análisis de agrupamiento (método jerárquico, Programa JMP SAS Inc., 1996) para clasificar a las madrigueras de acuerdo a las variables: longitud total, volumen total, número de cámaras, nidos, túneles y contenido total. Ésta clasificación se comparó posteriormente con la modificada de Harper y Batzli.

## **Contenido de las madrigueras**

Al excavar las madrigueras se extrajo el contenido de las cámaras y nidos y se transportó al laboratorio en bolsas de plástico rotuladas con fecha de colecta, número de madriguera y sitio de la madriguera. Las muestras se tamizaron y se separaron manualmente. Los materiales se pesaron (en una balanza analítica) y clasificaron en seis categorías: Semillas, Hojas, Troncos y Cortezas, Caracoles, Insectos y Restos Orgánicos (excretas, pelo, hueso, cascarones, etc.). A las semillas se les asignó un número consecutivo mientras se determinaban al nivel taxonómico posible por comparación con material de herbario, un catálogo de semillas y por consulta con especialistas.

## **Disponibilidad de semillas en el ambiente**

Para conocer la disponibilidad de semillas en el piso de la selva, se tomaron 10 muestras de suelo (30 X 30 y 5 cm de profundidad) alrededor de la madriguera dentro de un círculo con 10 m de radio cuyo centro fue la entrada de la madriguera (Mod. Reichman, 1975). Se

escogió ésta distancia porque es el desplazamiento promedio diario de *Liomys pictus* en Chamela (Ceballos, 1989, Mendoza, 1997). Las muestras se transportaron al laboratorio en bolsas de plástico rotuladas indicando fecha de colecta, número de muestra y ubicación de la madriguera. Las muestras de suelo se tamizaron y se separaron las semillas del resto de los materiales para comparar su disponibilidad con lo encontrado en las madrigueras. Se separaron solo las semillas porque son el principal componente de la dieta de los heterómidos (Janzen, 1971; Reichman y Price, 1993), además de ser el material más transportado en los abazones por *Liomys pictus* (Ceballos, 1989; Mendoza, 1997; Pérez, 1978) Las semillas de las muestras de suelo se procesaron de la misma forma que las de madrigueras.

### Análisis Estadísticos

Para todos los análisis estadísticos se tomó un nivel de significancia  $\alpha < 0.05$ . Para las diferentes variables de la estructura y el contenido de las madrigueras, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson (Programa SPSS, SPSS Inc., 1997) para determinar si había asociación lineal entre ellas.

Para comparar la longitud y volumen de cámaras, nidos y túneles entre tipos de madrigueras se utilizaron las pruebas no paramétricas correspondientes de acuerdo al número de muestras (Cámaras y nidos: Prueba de Mann-Whitney; túneles: Kruskal-Wallis).

Para determinar el contenido de madrigueras se calcularon los porcentajes que ocupó cada una de las categorías con respecto al total, y se realizó una comparación entre épocas (secas y lluvias). Se estimó la cantidad de semillas y el número de especies por unidad de volumen ( $\text{g}/\text{dm}^3$  y  $\text{spp}/\text{dm}^3$ ). En el caso de las madrigueras se dividió el peso total de semillas entre el volumen de la madriguera a la que correspondía y se multiplicó por 1000. En el caso de las muestras de suelo se siguió el mismo procedimiento tomando en cuenta el volumen de las muestras que se utilizaron. Para comparar las densidades ( $\text{g}/\text{dm}^3$  y  $\text{spp}/\text{dm}^3$ ) y la cantidad de semillas en las madrigueras y en el suelo, se utilizó la prueba de Mann-Whitney "U". En el caso del número de especies se usó la prueba de Kolmogorov-Smirnov "Z".

## RESULTADOS

En las 4 salidas al campo se localizaron y excavaron doce madrigueras: seis durante el período de lluvias y seis durante el de secas. De las doce madrigueras, 5 estaban habitadas por hembras y 7 por machos. Con respecto a la edad, 10 de los ratones fueron adultos y 1 subadulto. Sólo se consideraron 11 individuos porque dos de las madrigueras estuvieron habitadas por el mismo organismo (una hembra adulta). Siete de los doce individuos estaban activos sexualmente al momento de la captura (Cuadro 1).

### Estructura de madrigueras

Las madrigueras presentaron una variación muy amplia en los valores de las variables consideradas en su estructura, en especial longitud, volumen y número de cámaras. Los máximos de longitud y volumen fueron de 831.5 cm y 56,410.43 cm<sup>3</sup> (mad. 7) y los mínimos fueron de 50.5 cm y 1301.4 cm<sup>3</sup> (mad. 4). El número de accesos por madriguera varió de 1 ( $n = 5$ ) a 2 ( $n = 7$ ) y el de túneles de 2 a 22. El número de cámaras por madriguera varió de 0 a 23 y en 7 de las madrigueras se encontró al menos un nido, con un máximo de 3 nidos. La pendiente del terreno en donde estaban las madrigueras varió desde 1° hasta 22° de inclinación. La profundidad de las madrigueras fue entre 21 cm y 75 cm (Cuadro 2).

Se encontró una relación lineal significativa entre varias de las características estructurales de las madrigueras. Por ejemplo: entre los accesos y el número de nidos; el número de cámaras con el número de túneles y con el número de nidos; el número de túneles con el volumen y con la longitud total. El número de nidos guardó una relación con la longitud total y con el volumen total, y de forma similar la longitud total se relacionó con el volumen total de la madriguera (Cuadro 3).

Cuadro 1 Sexo, Edad y Condición reproductiva de los individuos de *Lionys pictus* que habitaban las madrigueras excavadas \* Las madrigueras 3 y 7 pertenecían al mismo individuo (M = macho, H = hembra).

<i>Madriguera</i>	<i>Sexo del ratón</i>	<i>Condición Reproductiva</i>	<i>Edad</i>
<b>Lluvias</b>			
1	M	Activo	Adulto
2	H	Activa	Adulto
*3	H	Inactiva	Adulto
4	M	Inactivo	Adulto
5	H	Inactiva	Adulto
6	M	Activo	Adulto
<b>Secas</b>			
*7	H	Activa	Adulto
8	H	Activa	Adulto
9	M	Activo	Adulto
10	M	Activo	Adulto
11	M	Inactivo	Adulto
12	M	Inactivo	Subadulto

Cuadro 2 Estructura de las madrigueras de *Liomys pictus* en Chamela Durante la época de lluvias se excavaron de la uno a la seis y en la época de secas de la siete a la doce. Tipos de madrigueras (Mod de Harper y Batzli, 1996) E = escape, S = simple y M = múltiple

Madriguera	Tipo Madriguera	Pendiente	Accesos	Túneles	Cámaras	Nidos	Longitud Total (cm)	Volumen Total (cm <sup>3</sup> )	Profundidad Máxima (cm)	Índice de Incurrididad
1	S	2°	2	7	2	1	322.5	21 314.35	27	0.4031
2	S	22°	1	9	1	0	367	6 343.97	50	0.6675
3	M	7°	2	13	12	3	797.5	55 731.2	75	0.3761
4	E	2°	1	2	0	0	50.5	1 301.4	30	0.6534
5	S	1°	2	4	1	0	113	2 797.98	21	0.3982
6	S	10°	1	5	2	1	218	4 401.92	42	0.5275
7	M	6°	2	22	23	2	831.5	56 410.43	58.5	0.4040
8	S	15°	1	6	2	0	157.5	3 640.87	50	0.4126
9	M	10°	2	12	15	2	543.2	22 887.37	37	0.2577
10	S	14°	2	11	6	1	473.3	19 571.17	38	0.4738
11	S	15°	1	4	4	0	175.5	5 890.87	32	0.5698
12	M	5°	2	9	5	2	266	13 377.18	40	0.6766



Cuadro 3. Índices de correlación de Pearson entre las diferentes variables de la estructura de las madrigueras de *Liomys pictus*. Los datos en negritas indican las relaciones significativas ( $\alpha > 0.05$ ). En todos los casos el número de datos fue 12

VARIABLE	Accesos	Cámaras	Tineles	Nidos	Longitud	Volumen	Índice Linealidad	Profundidad
Cámaras	0.5385 P = .071							
Tineles	0.5633 P = .057	0.9085 P = .000						
Nidos	0.6761 P = .016	0.7295 P = .007	0.7049 P = .010					
Longitud	0.5715 P = .052	0.8683 P = .000	0.9291 P = .000	0.8057 P = .002				
Volumen	0.5564 P = .060	0.8339 P = .001	0.8469 P = .001	0.7616 P = .004	0.943 P = .000			
Índice de Linealidad	-0.5351 P = .073	-0.5414 P = .069	-0.3939 P = .205	-0.3973 P = .201	-0.4773 P = .117	-0.5364 P = .072		
Profundidad	0.0538 P = .868	0.5250 P = .080	0.6370 P = .026	0.5986 P = .040	0.7326 P = .007	0.6940 P = .012	-0.1399 P = .665	
Pendiente	-0.5079 P = .092	-0.0868 P = .788	0.0449 P = .890	-0.2695 P = .397	0.0477 P = .883	-0.1653 P = .608	0.2092 P = .514	0.2992 P = .345

## Estructura por secciones

Se indican los valores promedio y la desviación estándar para cada parámetro. El diámetro de los túneles fue de 5.9 cm ( $\pm 2.5$ ) y la longitud de 25.1cm ( $\pm 17.4$ ). En las cámaras el alto fue de 9.15 cm ( $\pm 2.6$ ), el diámetro fue de 15.2 cm ( $\pm 6.2$ ) y la longitud fue de 18.8 cm ( $\pm 10.3$ ). Los nidos tuvieron una altura de 10.7 cm ( $\pm 3.1$ ), el diámetro fue de 13.4 cm ( $\pm 4.8$ ) y, por último, la longitud fue de 16.1 cm ( $\pm 5$ ; Cuadro 4). La profundidad de las cámaras fue de 31.7 cm ( $\pm 10.1$ ), la de los nidos fue 32.1 cm ( $\pm 6.9$ ) y la de los túneles fue 23.7 cm ( $\pm 10.3$ , Fig. 2). En el apéndice uno se presentan las dimensiones de cada sección por *madriguera* y en el apéndice dos se presentan los esquemas de cada *madriguera*.

### Tipos de *madrigueras*

De las doce *madrigueras*, una fue de escape, siete fueron *simples* y cuatro *múltiples* (Fig. 3). La *madriguera* de escape estaba formada por 2 túneles y un acceso, tenía un volumen de 1301.4 cm<sup>3</sup> y una longitud total de 50.5 cm. En las *madrigueras simples* había de 4 a 11 túneles por *madriguera*, de 1 a 6 cámaras y en tres de las *madrigueras* se encontró un nido (Cuadro 5). Las *madrigueras múltiples* presentaron de 9 a 22 túneles, de 5 a 23 cámaras y de 2 a 3 nidos (Cuadro 5).

Los tres tipos de *madrigueras* presentaron diferencias significativas en el número de secciones que las componen (túneles:  $X^2=7.31$ , g.l.=2,  $r=0.0258$ ; cámaras:  $X^2=7.78$ , g.l.=2,  $r=0.0204$ ; nidos  $X^2=8.40$ , g.l.=2,  $r=0.015$ ). Hubo diferencias significativas entre los tres tipos de *madrigueras* en cuanto a la longitud de los túneles ( $X^2=13.3$ , g.l.=2,  $r=0.013$ ). Para las *madrigueras simples* y *múltiples*, que fueron las que presentaron cámaras, hubo diferencias significativas tanto en el volumen ( $U=341.5$ ,  $n=18,55$ ,  $P=0.0492$ ) como en la longitud ( $U=318$ ,  $n=18,55$ ,  $P=0.023$ ; Cuadro 5).

En el análisis de agrupamiento (Fig. 4), se distinguieron 2 grupos principales:

- ◆ Grupo 1. Compuesto por las *madrigueras* con estructura más sencilla (mad. 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12). En el grupo uno se presentaron dos subgrupos:

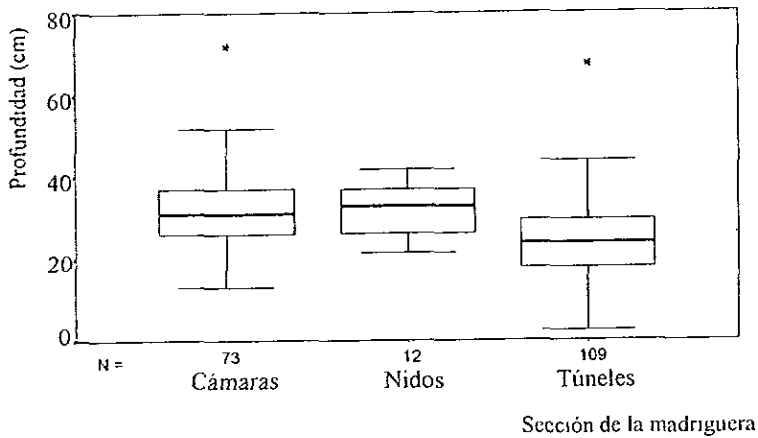


Figura 2. Profundidad por secciones de las madrigueras de *Liomys pictus*. Los nidos, en promedio fueron la sección más profunda. ♦ La línea dentro de la caja representa la mediana, los lados de la caja son los percentiles 25 y 75%, las líneas fuera de la caja son los percentiles 5 y 95% (\*) son datos extremos, que rebasan más de 3 veces las longitudes de la caja

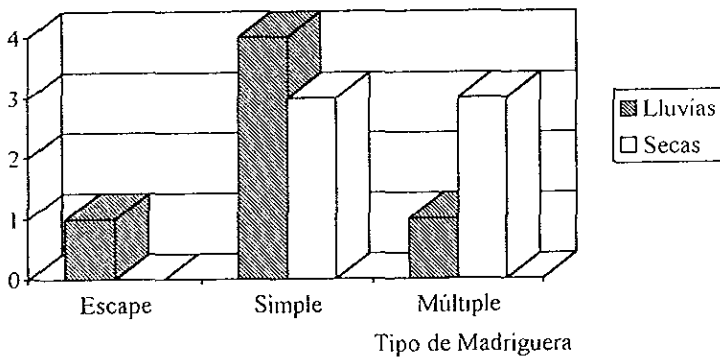


Figura 3. Tipos de madrigueras construidas por *Liomys pictus* en Chamela. Se muestran el número de madrigueras excavadas por tipo y época

Cuadro 4 Dimensiones (cm) para las diferentes secciones de las madrigueras de *Liomys pictus*, en Chamela (Desv Est.= Desviación Estándar)

Sección de la Madriguera	N	Promedio (Desv Est.)	Mediana	Mínimo	Máximo
<b>Túneles</b>					
Diámetro	109	5.9 (2.5)	5.5	1.5	20
Longitud	109	25.1 (17.4)	22	4.8	110
<b>Cámaras</b>					
Alto	73	9.1 (2.6)	9	3	12.5
Diámetro	73	15.2 (6.2)	13.5	6	34
Longitud	73	18.8 (10.3)	16	7	73
<b>Nidos</b>					
Alto	12	10.7 (3.1)	11	4.2	15
Diámetro	12	13.4 (4.8)	13.3	5	22
Longitud	12	16.1 (5)	14.5	9.5	25.7

Cuadro 5 Longitud (cm) y volumen (cm<sup>3</sup>) de las secciones por tipo de madriguera de *Liomys pictus* (Promedio =X Desviación estándar =DE)

Sección	TIPOS DE MADRIGUERAS					
	Escape		Simple		Múltiple	
	Longitud X (SD)	Volumen X (SD)	Longitud X (SD)	Volumen X (SD)	Longitud X (SD)	Volumen X (SD)
Túneles	25.2 <sup>a</sup> (3.8)	650.7 (20.5)	30.3 (17.4)	745.3 (675.7)	20.9 (16.7)	782 (848.5)
Cámaras	0	0	17.4 <sup>b</sup> (14.5)	1385.3 <sup>c</sup> (2423.9)	19.3 <sup>b</sup> (8.6)	1648.3 <sup>c</sup> (1318.2)
Nidos	0	0	19 (6)	1049.9 (694.4)	15.2 (4.7)	1289.5 (640.8)

<sup>a</sup> Diferencias significativas  $\chi^2=13.3$ , g.l=2  $r=0.013$

<sup>b</sup> Diferencias significativas  $U=318$ ,  $n=18,55$ ,  $P=0.023$

<sup>c</sup> Diferencias significativas  $U=341.5$ ,  $n=18,55$ ,  $P=0.0492$ .

- ◊ Subgrupo 1a. formado por las madrigueras que tienen menor longitud, volumen y contenido (<60 g), ausencia de nidos en la mayoría (n=5) y un número muy pequeño de cámaras (0-4; mad. 2, 4, 5, 6, 8, 11).
- ◊ Subgrupo 1b. Formado por las madrigueras con una estructura más elaborada: en todas ellas hay 2 accesos, el volumen total rebasó los 10,000 cm<sup>3</sup>, la longitud total está por arriba de los 250 cm y en todas hay 1 o 2 nidos (mad. 1, 9, 10, 12).
- ◆ El grupo 2 incluyó a las madrigueras más elaboradas y con una cantidad mayor de contenido (mad. 3 y 7). En ambas madrigueras hubo 2 accesos, el volumen total estuvo por arriba de los 50,000 cm<sup>3</sup>, y la longitud está por encima de los 750 cm. En una de ellas se encontró el máximo número de nidos (3), de cámaras (23) y de contenido (452 g).

### **Contenido de madrigueras**

En 11 de las doce madrigueras excavadas hubo materiales almacenados, éstos se encontraron principalmente en las cámaras. Una excepción fue la madriguera 10 en la que más del 60% del contenido total se acumuló en los túneles.

De las madrigueras excavadas durante la época de lluvias la cantidad máxima de materiales fue de 187.8 g (mad 3) y la mínima fue de 1.01 g (mad. 2); para las madrigueras excavadas en secas. la mayor cantidad de materiales fue de 452.8 g (mad. 7) y la de menor fue de 3.5 g (mad. 8, Cuadro 6). En el apéndice tres se presenta el contenido de cada madriguera por sección.

La proporción de materiales en cada categoría varió entre madrigueras. En todos los casos, los insectos se encontraron en cantidades muy pequeñas (< 2%). Los caracoles se presentan en diversas cantidades, pero en todos los casos reunieron <10% del contenido total de la madriguera. Los troncos y cortezas variaron en todas las madrigueras, el máximo encontrado fue de 44% (Fig. 5). La proporción de restos orgánicos por madriguera varió de < 1% a casi el 50% del peso total de los componentes. Las hojas contribuyeron

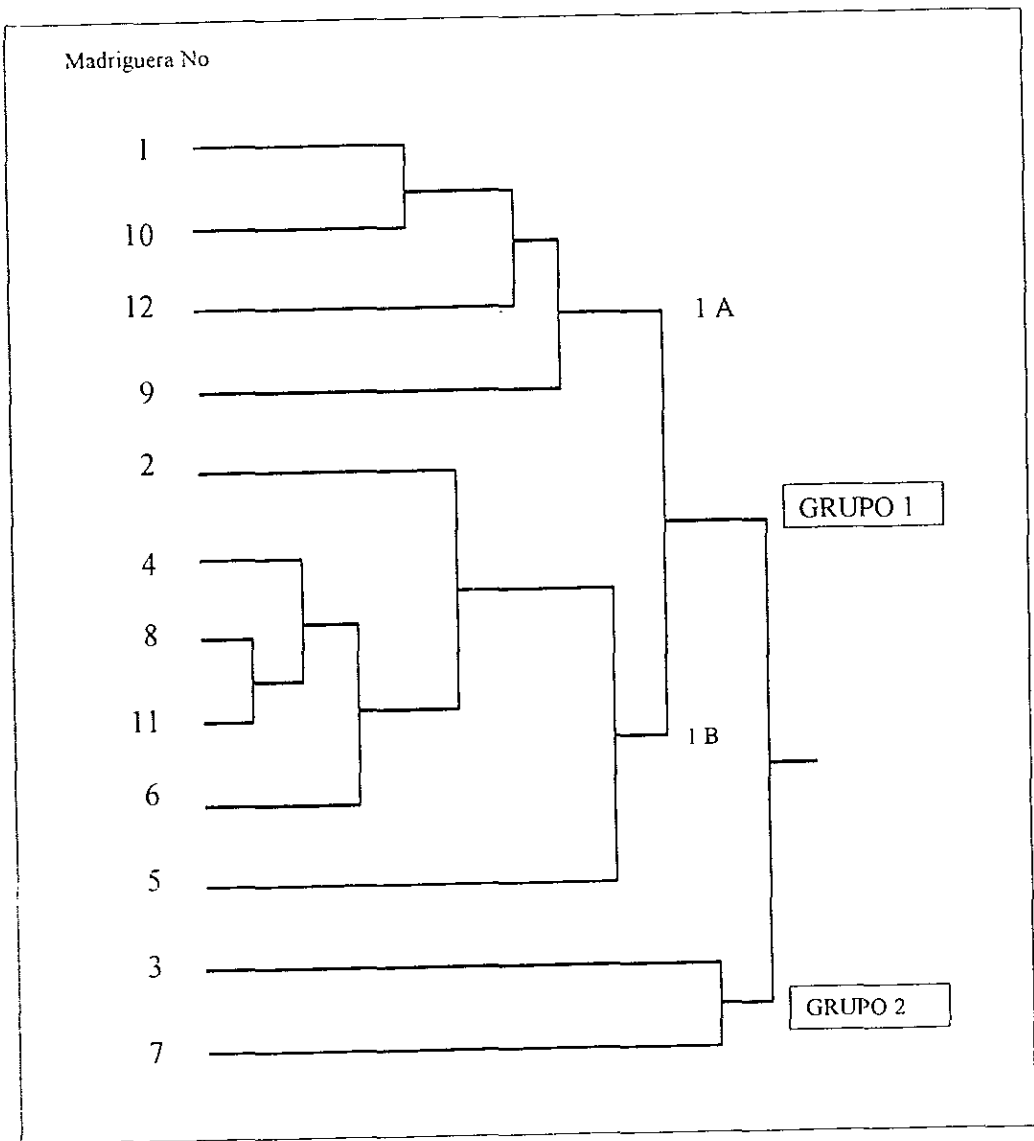


Figura 4 Dendrograma que agrupa a las madrigueras en dos grupos de acuerdo a sus características estructurales y contenido. El grupo 1, que incluye a las madrigueras más sencillas se divide, a su vez, en dos subgrupos: el 1A incluye las que tienen menor número de secciones, menor longitud y menor volumen, el subgrupo 1B conjunta a las madrigueras con estructura más elaborada, más de 2 accesos y de 1 a 2 nidos. El grupo 2 está compuesto por las 2 madrigueras de estructura más elaborada. Estas tienen el mayor número de cámaras (23) y de nidos (3), y el mayor contenido (452 g)

Cuadro 6. Peso (g) total y por categorías de los materiales encontrados en las 12 madrigueras. Los datos entre paréntesis representan los porcentajes. Las madrigueras 1 a 6 se excavaron en la época de lluvias y de la 7 a la 12 en secas.

Categoría	Hojas	Troncos y Cortezas	Insectos	Restos Orgánicos	Caracoles	Semillas	Total
<i>Madriguera</i>							
1	24.71 (30.09)	8.57 (10.44)	0.79 (0.96)	1.65 (2.01)	5.05 (6.15)	41.36 (50.35)	82.14
2	0.21 (20.84)	0.20 (20.05)	0.03 (2.86)	0.46 (45.52)	0.01 (1.38)	0.09 (9.35)	1.01
3	61.81 (32.91)	15.65 (8.33)	1.90 (1.01)	21.79 (11.60)	12.75 (6.79)	73.91 (39.35)	187.81
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0.06 (5.28)	0.67 (58.71)	0.03 (2.90)	0.12 (10.12)	0.07 (6.25)	0.19 (16.73)	1.14
6	9.08 (15.41)	16.23 (27.54)	0.46 (0.78)	0.55 (0.93)	0.31 (0.53)	32.30 (54.81)	58.92
7	89.94 (19.86)	44.43 (9.81)	0.44 (0.10)	14.28 (3.15)	18.99 (4.19)	284.75 (62.88)	452.82
8	0.84 (23.91)	1.54 (44.02)	0.02 (0.45)	0.99 (28.41)	0.05 (1.39)	0.06 (1.82)	3.5
9	33.73 (41.97)	18.46 (22.97)	0.98 (1.22)	14.73 (18.32)	1.03 (1.28)	11.44 (14.23)	80.37
10	6.15 (4.90)	13.83 (11.01)	0.62 (0.50)	62.12 (49.44)	1.60 (1.28)	41.31 (32.88)	125.64
11	2.41 (5.51)	13.14 (29.99)	0.20 (0.45)	0.97 (2.22)	0.06 (0.14)	27.02 (61.68)	43.81
12	19.74 (62.62)	3.74 (11.02)	0.19 (0.61)	0.09 (0.30)	1.15 (3.63)	6.88 (21.82)	31.53
<b>Total</b>	<b>248.69</b>	<b>136.19</b>	<b>5.65</b>	<b>117.74</b>	<b>41.07</b>	<b>519.3064</b>	<b>1068.67</b>

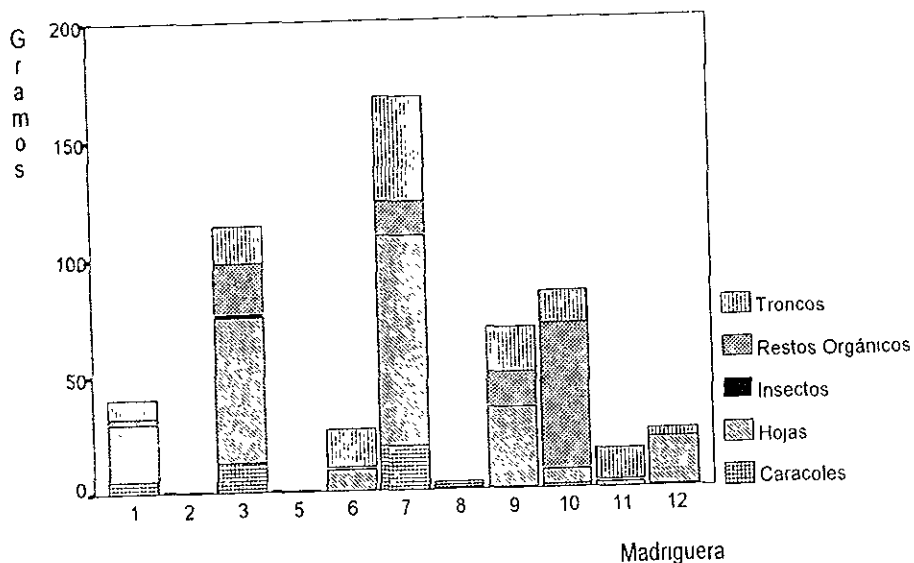


Figura 5 Contenido, por categorías, encontrado en las madrigueras de *Liomys pictus* en Chamela. Los datos no incluyen a las semillas. Los materiales variaron en cada una de las madrigueras. Las hojas fueron el material predominante mientras que los insectos fueron la categoría con menor peso.

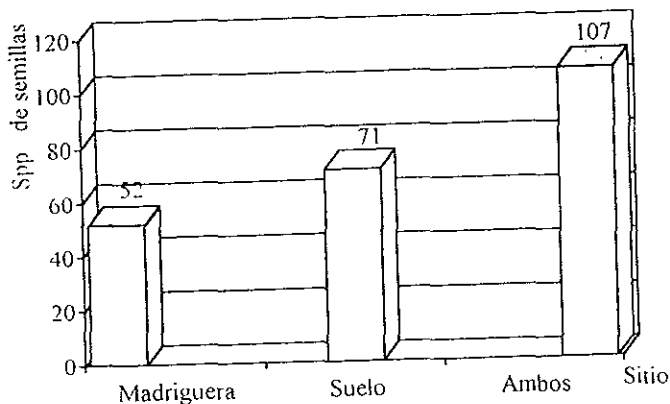


Figura 6 Número de especies de plantas encontradas en el interior de las madrigueras de *Liomys pictus*, en las muestras de suelo, la mayor parte fueron comunes para ambos sitios. En total se catalogaron 224 especies.



con porcentajes altos en las madrigueras que tenían nidos, hasta 62% (mad. 12) del contenido total.

No hubo diferencias significativas en la cantidad de materiales de las madrigueras entre la época de lluvias y de secas para ninguna de las categorías: insectos (U=13, n=5,6; P=0.715), caracoles (U=14, n=5,6; P=0.8581), troncos y cortezas (U=10, n=5,6; P=0.3613), restos orgánicos (U=11, n=5,6; P=0.4652) y las hojas (U=12, n=5,6; P=0.5839).

## Semillas

En total se catalogaron semillas de 230 especies de plantas. Se registraron 159 spp. en el interior de las madrigueras y 178 spp en las muestras de suelo. De las 230 especies, 107 se encontraron en ambos sitios (Fig. 6). Del total de semillas, 100 se determinaron hasta algún nivel taxonómico, éstas representan el 95% en peso del total de semillas. Las semillas determinadas pertenecieron a 29 familias. La familia que presentó el mayor número de especies fue Leguminosae (19 spp), le siguieron las familias Euphorbiaceae (12 spp) y la Convolvulaceae (12 spp), el resto de las familias estuvo representada por 1 y hasta 6 especies (Fig. 7). En el apéndice cuatro se presenta la lista taxonómica de las especies de plantas colectadas por *Liomys pictus*.

### Semillas en Madrigueras

En las madrigueras se encontraron 159 especies. Las especies que predominaron fueron *Spondias purpurea* (203.6 g), *Jatropha sp* (153.44 g), *Cordia sp* (49.77 g) y *Serjania brachycarpa* (23.96 g), que en conjunto acumularon el 83.15% en peso. Hubo gran variación en el número de especies por madriguera (de 5 a 77, Cuadro 9) y en el peso de las semillas por madriguera, (de 0.063 g a 284.7 g, Cuadro 10).

Las madrigueras múltiples presentaron un número de especies de semillas significativamente mayor que las simples (U=2, n=7,4; P= 0.0233; Fig. 8). En lo que respecta a la cantidad de semillas, no se encontraron diferencias significativas (U=8, n=7,4;

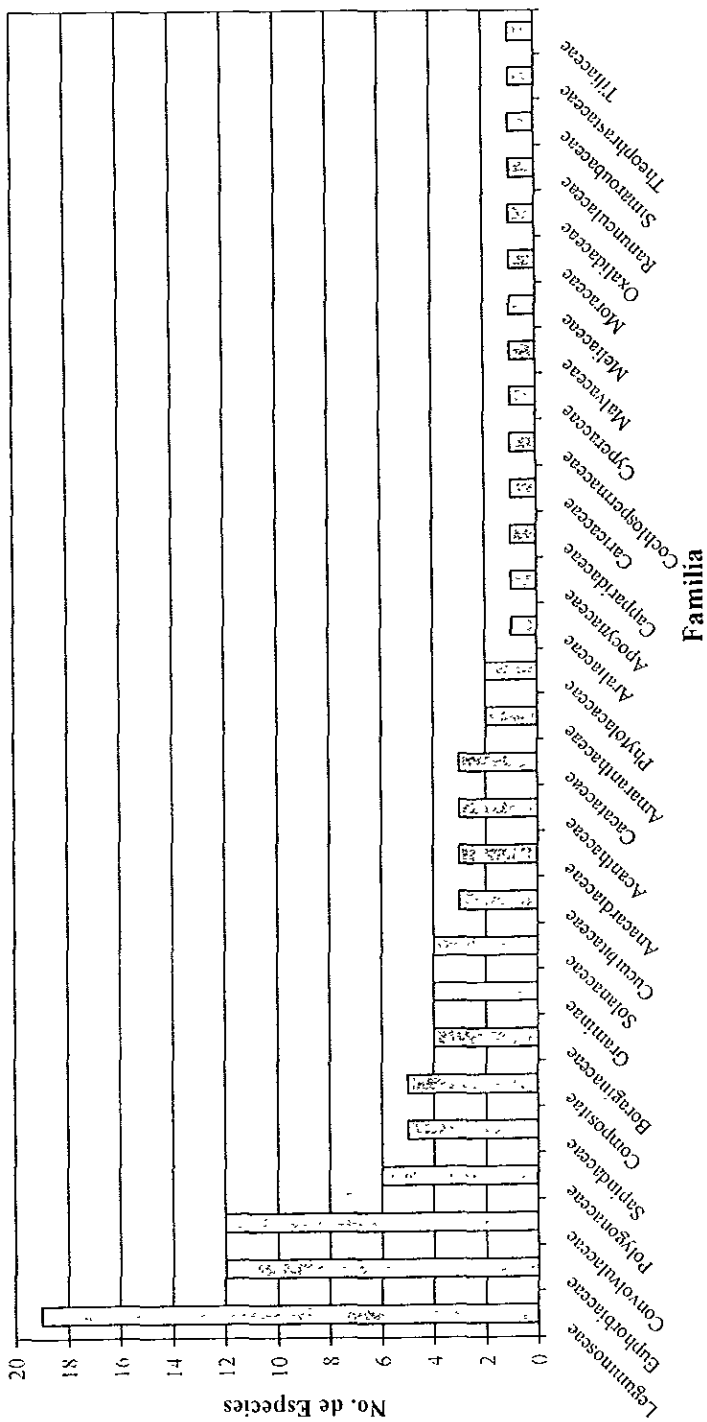


Figura 7 Número de especies por familia encontradas en las madrigueras de *Lromys pictus* en Chamela De las 230 especies catalogadas 101 se determinaron hasta algún nivel taxonómico y se agruparon en 29 familias

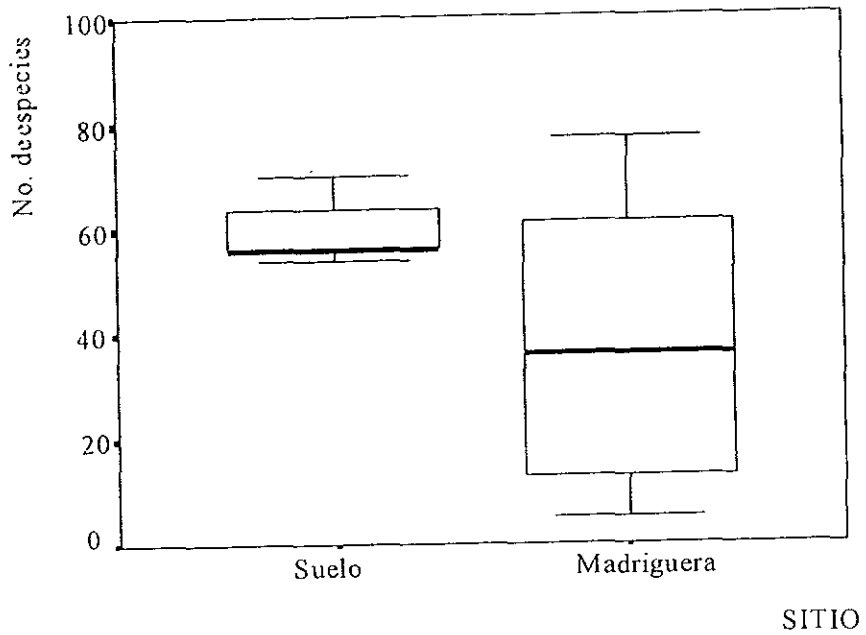


Figura 8. Número de especies en suelo y en las madrigueras de *Liomys pictus* en Chamela. Las muestras de suelo presentaron un número de especies *significativamente* mayor que las madrigueras ( $Z=1.492$ ,  $n=11,11$ ,  $P=0.023$ ) Ver ♦ explicación Fig 1

Cuadro 8 Promedios de la cantidad (g) y número de especies de semillas y las densidades correspondientes por época y por tipo de madriguera (Desv Est.= Desviación estándar)

	<i>Gramos</i>	<i>Densidad g/dm<sup>3</sup></i>	<i>Especies</i>	<i>Densidad spp/dm<sup>3</sup></i>
	Promedio (Desv Est )	Promedio (Desv Est )	Promedio (Desv. Est.)	Promedio (Desv Est )
<i>Época</i>				
<i>Lluvias</i>	24.6 (30.2)	2.1 (3)	21.3 (24.8)	1.8 (0.91)
<i>Secas</i>	61.9 (110.1)	2.1 (2.2)	49 (23.2)	3.3 (1.5)
<i>Tipo madriguera</i>				
<i>Simple</i>	20.3 (19.5)	2.2 (2.7)	24.5 (20.9)	2.9 (1.6)
<i>Múltiples</i>	94.2 (130.6)	1.8 (2.1)	62.5 (12.1)	2.1 (1.1)

Cuadro 9 Gramos y especies de semillas de las muestras de suelo, se incluyen las densidades (g/dm<sup>3</sup> y spp/dm<sup>3</sup>). (Desv Est = Desviación estándar)

	<i>Gramos</i>	<i>Gramos/dm<sup>3</sup></i>	<i>Especies</i>	<i>Especies/dm<sup>3</sup></i>
	Promedio (Desv Est )	Promedio (Desv Est )	Promedio (Desv Est.)	Promedio (Desv Est )
<i>Época</i>				
<i>Lluvias</i>	10.4 (4.7)	23.1 (10.4)	61.2 (5.8)	136 (12.9)
<i>Secas</i>	12.6 (8)	28 (17.8)	58.3 (4.8)	129.6 (10.7)

$P=0.2568$ ) aunque el promedio fue mayor en las madrigueras múltiples (Cuadro 7).

Por épocas, no se encontraron diferencias significativas en la cantidad ( $U=16$ ,  $n=6,6$ ;  $P=0.7488$ ) ni en el número de especies ( $U=7$ ,  $n=6,6$ ;  $P=0.0782$ ), aunque la época de secas presentó los promedios mayores en ambos casos. Tampoco se encontraron diferencias significativas en las densidades de semillas entre lluvias y secas  $g/dm^3$  ( $U=11$ ,  $n=5, 6$ ;  $P=0.4652$ ), ni en las  $sp/dm^3$  ( $U=5$ ,  $n=5, 6$ ;  $P=0.0679$ ).

### **Semillas en suelo**

Se catalogaron 178 especies de las muestras de suelo. Las especies predominantes fueron *Croton sp. 1* (21.5 g), *Serjania brachicarpa* (13.2 g), *Coccoloba sp.* (12.9 g), *Spondia purpurea* (9.21 g), *Croton sp. 2* (8.7 g) y *Heliocarpus pallidus* (4.2 g), que sumaron el 60.5% del peso total. El número de especies en las muestras de suelo varió de 54 a 70 especies (Cuadro 9) y el peso de semillas varió de 3.56 g (mad. 5) a 24.8 g (mad. 7; Cuadro 10).

Entre épocas, no se encontraron diferencias significativas en la cantidad ( $U=13.5$ ,  $n=6, 6$ ;  $P=0.4704$ ), en el número de especies ( $U=16$ ,  $n=6, 6$ ;  $P=0.7444$ ), en los gramos/ $dm^3$  ( $U=12$ ,  $n=5, 6$ ;  $P=0.5839$ ) ni en las especies/ $dm^3$  ( $U=10$ ,  $n=5, 6$ ;  $P=0.3501$ ; Cuadro 8).

### **Variación espacial: madrigueras y suelo**

Las muestras de suelo presentaron densidades de semillas significativamente mayores que las de madrigueras: En los gramos/ $dm^3$  ( $U=0.0$ ,  $n=11,11$ ;  $P=0.0001$ ; Fig. 9) y en las especies/ $dm^3$  ( $U=0.0$ ,  $n=11,11$ ;  $P=0.0001$ ; Fig. 8), al igual que en el número de especies ( $Z=1.492$ ,  $n=11,11$ ;  $P=0.023$ ; Fig. 10). No se encontraron diferencias significativas en la cantidad (g) de semillas ( $U=58.5$ ,  $n=12,12$ ;  $P=0.4356$ ).

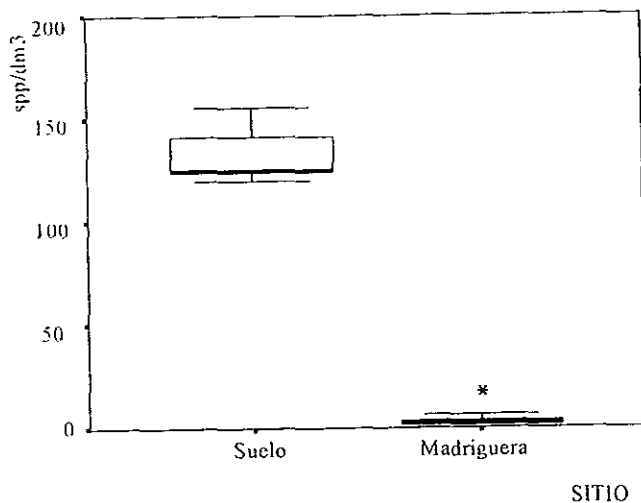


Figura 9 Densidades de especies de semillas por decímetro cúbico (spp/ dm<sup>3</sup>) en suelo y las madrigueras de *Liomys pictus* en Chamela. Se encontraron diferencias significativas, en el suelo se presentaron los valores más altos (U=0.0, n=11,11, P=0.0001). Ver ♦ explicación Fig 1

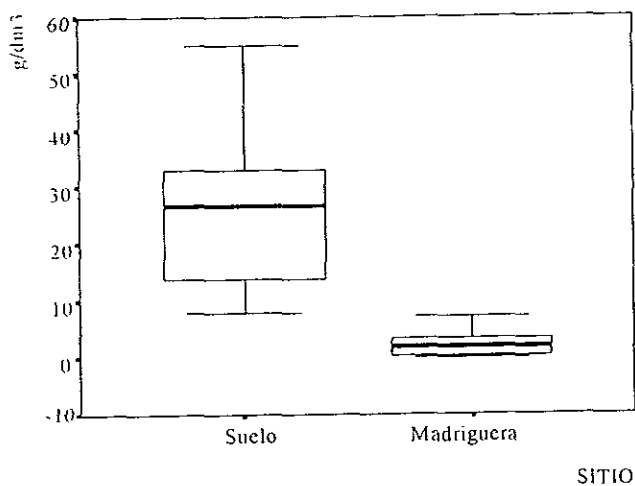


Figura 10 Cantidad de semillas por decímetro cúbico (g/ dm<sup>3</sup>) en suelo y madrigueras de *Liomys pictus* en Chamela. En las muestras de suelo se encontraron densidades significativamente mayores (U=0.0, n=11,11, P=0.0001). Ver ♦ explicación Fig 1

Cuadro 10 Número de especies de plantas y densidad de especies (spp/dm<sup>3</sup>) en suelo y madrigueras de *Liomys pictus* en Chamela. En la madriguera 4 no se encontró ningún material almacenado.

Madriguera	Madriguera		Suelo	
	Especies	spp/dm <sup>3</sup>	Especies	spp/dm <sup>3</sup>
1	34	1.6	56	124.4
2	8	1.2	70	155.5
3	66	1.1	63	140
5	5	1.7	61	135.5
6	15	3.4	56	124.4
7	77	1.3	65	144.4
8	11	3.3	56	124.4
9	59	2.5	54	120
10	63	3.4	64	142.2
11	36	6.1	56	124.4
12	48	17.6	55	122.2

Cuadro 11 Cantidad de semillas y densidad (g/dm<sup>3</sup>) encontradas en el interior de las madrigueras de *Liomys pictus* y en las muestras de suelo. En la madriguera 4 no se encontró ningún material almacenado.

Madriguera	Madriguera		Suelo	
	Gramos	g/dm <sup>3</sup>	Gramos	g/dm <sup>3</sup>
1	41.36	1.94	15.41	34.24
2	0.09	0.01	11.96	26.58
3	73.91	1.33	13.26	29.47
5	0.19	0.07	3.56	7.91
6	32.3	7.34	7.97	17.71
7	284.75	5.05	24.8	55.11
8	0.06	0.02	4.52	10.04
9	11.44	0.50	17.52	38.93
10	41.31	2.28	14.35	31.89
11	27.02	4.59	10.62	23.60
12	6.88	2.52	3.86	8.58

## DISCUSIÓN

### Estructura

La estructura de las madrigueras de *L. pictus* presentó amplias variaciones, lo que dificulta generalizar sobre una estructura modelo, como en el caso de algunos heterómidos en los que las madrigueras presentan una estructura característica para una especie. Un ejemplo son las madrigueras de *Dipodomys venustus* que consisten de un túnel principal y pocas cámaras (Hawbecker, 1940). Por el contrario, las madrigueras de *L. pictus* pueden ser más parecidas a las de *D. spectabilis*, que son complicadas galerías intercomunicadas cuyo diámetro abarca de 1 a 1.5 m de diámetro y que no siguen un patrón establecido (Vander Wall, 1990).

El volumen total promedio de las madrigueras de *L. pictus* en selva baja es 3 veces mayor que lo reportado para selva mediana (Domínguez, 2000). Este dato supera lo reportado para las madrigueras de otros heterómidos de zona áridas como *Dipodomys spectabilis* (Moroka et al., 1982) y *Chaetodipus baileyi* (Vázquez, 1999). En el caso de otras especies hay poco o casi nada reportado al respecto. El volumen total de las madrigueras es el espacio potencial para ser ocupado como almacén, lo que confiere ventajas a los individuos que habitan sitios en donde los recursos son escasos durante algunos periodos críticos del año (Huntly y Reichman, 1994; Reichman et al., 1982). Estimar el volumen de la madriguera permite conocer los requerimientos de almacenaje de una especie.

La longitud total promedio de las madrigueras de *L. pictus* en selva baja es ligeramente mayor que lo reportado para la misma especie en selva mediana subperennifolia (Domínguez, 2000). E incluso supero lo reportado para otras especies de roedores. Supera lo reportado para otras especies de roedores como *Thomomys botae* (Reichman et al., 1982), *Bandicota bengalensis* (Poché et al., 1982) y *Cynomys ludovicianus* (Sheets, et al., 1971). Sin embargo, en la longitud de la madriguera está influenciada por varios factores como es el tamaño corporal de los individuos, la organización social e incluso factores del medio ambiente como el tipo de suelo.



En lo que respecta al índice de linearidad, se observa cierta tendencia en las madrigueras a ser poco lineales y, por consecuencia, complejas y ramificadas; caso contrario a lo reportado para selva mediana en donde las madrigueras son más lineales (Dominguez, 2000). Las madrigueras de *Chaetodipus baileyi* (Vázquez, 1999) son en promedio, ligeramente más lineales que las de *Liomys pictus* en selva baja, lo que se explica al considerar que *C. baileyi* habita en una zona donde el suelo es poco firme e inestable y por lo tanto no permite la construcción de sistemas más elaborados. A la linearidad se le ha relacionado con varios factores: la longitud total de la madriguera, la productividad primaria del área de estudio (Cameron, et al. 1988) y la densidad poblacional de la especie de que se trate (Airoidi, 1976; cit. en Reichman y Smith, 1990). Reichman et al. (1982), reporta que en sitios con una productividad primaria baja se presentan madrigueras más ramificadas y menos lineales que las de sitios con una productividad mayor. Se ha estimado que la selva baja en Chamela presenta una productividad primaria neta (PPN) de 714 g/m<sup>2</sup>/año, mientras que la selva mediana presenta una PPN de 1,074 g/m<sup>2</sup>/año (Vizcaíno, 1983). Si se consideran los datos reportados para las madrigueras de *L. pictus* en selva mediana (Dominguez, 2000), se observa que, en efecto, *L. pictus* construye madrigueras menos lineales en un ambiente con menor productividad primaria.

En un trabajo con *Arvicola terrestris* (Airoidi, 1976; cit. en Reichman y Smith, 1990), se encontró que la linearidad presenta una relación inversa con la densidad poblacional. así en sitios con una densidad baja se encuentran madrigueras más lineales y cuando la densidad es alta, las madrigueras son menos lineales y se convierten en laberintos intrincados. Los resultados son consistentes con lo anterior pues en selva baja se ha reportado una densidad poblacional promedio de 31.8 ind/ha (promedio de los datos de Ceballos, 1989 y Mendoza, 1997) mientras que en selva mediana la densidad promedio es de 25 ind/ha (Ceballos, 1989) y las madrigueras son más lineales (Dominguez, 2000).

En lo que se refiere a la profundidad promedio de las madrigueras en selva baja, ésta es mayor que lo obtenido en selva mediana (Dominguez, 2000).

El tipo de suelo es un factor que se debería considerar en futuros estudios sobre la estructura de las madrigueras, pues, de acuerdo a sus características particulares (textura,

estructura, grado de compactación, nivel de la tabla de agua), puede influir en la construcción de las madrigueras (Laundré y Reynolds, 1993, Vleck, 1981).

### Secciones de las madrigueras

Las madrigueras de *L. pictus* están compuestas por las secciones características de una madriguera: accesos, túneles, cámaras y nidos (Meadows, 1991; Huntly y Reichman, 1994), aunque la distribución y número de cada una varía de acuerdo a la madriguera.

En selva baja, las madrigueras tienen de uno a dos accesos, lo que es similar a lo reportado para las madrigueras de *Dipodomys venustus* al sur de California (Hawbecker, 1940), sin embargo, en selva mediana *L. pictus* construye madrigueras con hasta 5 accesos (Dominguez, 2000). Al respecto, el número de accesos puede ser muy variable para una misma especie, en las madrigueras de *Chaetodipus baileyi* se encontraron de dos a nueve (Vázquez, 1999).

Aunque en un estudio con dos especies de *Microtus* se reporta que hay una relación inversa entre el número de nidos y el de accesos, y que las madrigueras expuestas a depredadores tienen en promedio un menor número de accesos que las que no lo están (Harper y Batzli, 1996), los resultados con *L. pictus* indican que hay una relación lineal entre el número de accesos y el de nidos. Esto se podría explicar si consideramos lo reportado por Wagner (1963), que durante la época no reproductiva una misma madriguera de *Liomys pictus* puede ser utilizada por varios organismos, por lo que el tener un número mayor de accesos facilitaría la entrada a la madriguera y a los nidos si es que éstos son utilizados simultáneamente, además de ser útiles en el caso de que hubiera algún depredador cerca. Al respecto, se observó que durante la excavación de las madrigueras los ratones, al sentirse acorralados, pueden clausurar rápidamente el túnel (Obs. Pers.), por lo que disponer de otras salidas les aseguraría poder escapar de un depredador que se introduzca a la madriguera o tener otra salida en caso de que una parte de ésta sea destruida (Mankin y Getz, 1994)

Los túneles son el principal elemento estructural de las madrigueras, la más sencilla (mad 4) estaba formada únicamente por túneles y en las otras los túneles ocupan entre el 40

y el 90% del volumen total. El predominio de los túneles como componente estructural en las madrigueras de *Liomys* coincide con lo encontrado para madrigueras de *Chaetodipus baileyi* (Vázquez, 1999), de topos y tuzas, donde los túneles llegan a abarcar del 85 al 95% del sistema (Huntly y Reichman, 1994). No hay mucha información sobre el volumen que representan los túneles como componente estructural en las madrigueras de otras especies, los estudios, en general, sólo reportan un túnel principal y el número de ramificaciones que se presentan (Harper y Batzli, 1996; Poché et al., 1982; Reichman et al., 1982).

Con respecto al diámetro de los túneles, éste se mantuvo constante para todas las madrigueras y sólo en ocasiones se presentaban ensanchamientos al acercarse a las cámaras, o estrechamientos cuando se encontraban con algún obstáculo grande (raíces o piedras; Obs. pers.). En una revisión sobre madrigueras, se menciona que el diámetro de los túneles se ve influenciado principalmente por el tamaño corporal del individuo que habite la madriguera (Huntly y Reichman, 1994), pero también pueden influir otros factores como la "edad" (antigüedad) de la madriguera y la frecuencia con que se usa; éstos pueden reflejarse en un desgaste de las paredes y, por consiguiente en un incremento en el diámetro (Kenagy, 1973). En las madrigueras de *Liomys pictus* se observó que en algunos casos, cuando los túneles se ensanchan, pueden ser usados como almacén provisional, aún cuando no tengan la forma de cámaras bien definidas (e. g: túneles 3, 5 y 12 mad. 7). Se ha encontrado, además, que algunos heterómidos y otros organismos fosoriales utilizan los túneles como sitios de descanso (Elliott, 1978; Kenagy, 1973; Meadows, 1991).

Las cámaras se encontraron en número variable, el máximo fue de 23 (mad. 7). En heterómidos no hay reportes de un número semejante de cámaras, sin embargo, en otros grupos de roedores se han encontrado hasta 20 cámaras por madrigueras (*Ochotona pallasi*; Okunev y Zonob, 1980; cit en Vander Wall, 1990). En general, el número de cámaras por madriguera es pequeño. En *Dipodomys venustus* se reportan de 2 a 5 cámaras por madriguera (Hawbecker, 1940), para *Bandicota bengalensis* se reporta un promedio de 2.5 cámaras (Poché et al., 1982).

Las dimensiones de las cámaras fueron muy variables, pero están dentro del intervalo de lo reportado para otros heterómidos (Vander Wall, 1990; Vázquez, 1999), sin embargo, hubo algunas que estuvieron muy por encima. El volumen promedio de las

cámaras en selva baja fue de 1,583.4 cm<sup>3</sup>. lo que es mayor a lo que se ha reportado para cricétidos como *Microtus ochrogaster* (1.310 cm<sup>3</sup>, Davis and Kalisz, 1992) para otros grupos no se reporta el volumen de las cámaras.

Con base en el contenido se puede sugerir que las cámaras tienen diferentes funciones dentro de la madrigueras. tales como almacenamiento, descanso o como letrinas, lo que también se ha encontrado en otras especies. (Elliott, 1978; Davis y Kalisz, 1992; Hawbecker, 1940. Eisenberg, 1963, Poché et al., 1982). Las cámaras que se consideran de descanso tenían un recubrimiento de hojas en el piso a manera de cama; algunas de ellas se ubicaban antes de los nidos como si fueran una antesala (i.e. cámaras 1 y 4 de las madrigueras 1 y 7, respectivamente). Ya que los ratones pasan una gran parte del tiempo dentro de la madriguera tal vez tengan cámaras destinadas especialmente para el descanso y no usen para este fin a los túneles, como en el caso de otros heterómidos (Reichman y Smith, 1990). Las letrinas se presentaron principalmente en las madrigueras más complejas y sólo en una de las simples, algunas de las letrinas se ubican cerca de los nidos.

En la mayoría de los casos las cámaras se ubican al final de un túnel y tienen una sola entrada; sin embargo, hubo algunas que se consideran como sitios de paso pues estaban en la intersección de varios túneles y llegaban a tener 4 entradas (cam 4, mad 3). Éstas cámaras tenían forma semiesférica, lo que facilitó diferenciarlas de un túnel ensanchado.

Los nidos se presentaron en más del 50% de las madrigueras excavadas. El número de nidos en las madrigueras de *Liomys pictus* no difiere de lo encontrado en otras especies de roedores para los que hay entre 1 y 4 nidos por madriguera (*Bandicota bengalensis*: Poché et al. 1982; *Microtus ochrogaster*: Mankin y Getz, 1994; *Dipodomys venustus*: Hawbecker, 1940; *Perognathus longimembris*: Kenagy, 1973; *Cynomys ludovicianus*: Sheets et al., 1971).

El volumen de los nidos de *Liomys pictus* en selva baja fue menor a lo encontrado en los nidos de *Microtus ochrogaster* en un sitio con vegetación primaria de alfalfa (Mankin y Getz 1994). En ese caso consideraron tanto madrigueras comunales (con más de una pareja de individuos) como madrigueras habitadas por sólo una pareja de individuos. No se reporta el volumen de los nidos para otras especies.

Los nidos estaban cubiertos casi en su totalidad por hojas y dejaban libre un espacio pequeño entre el techo y el piso de hojas. La mayoría de las veces los nidos tenían sólo una entrada, se localizaban al final de un túnel y fueron en promedio, la sección más profunda. Davis y Kalizs (1992), mencionan que el estado del material y del suelo de los nidos puede indicar si éste estaba o no activo en el momento de la excavación. De acuerdo a esto, todos los nidos localizados se encontraban activos ya que las hojas estaban frescas y no estaban colapsados, es decir con las paredes dañadas o con el material cubierto de tierra suelta.

Los nidos son el sitio más importante dentro de la madriguera (Hansell, 1993), es ahí en donde los organismos mantienen a sus crías durante algún tiempo antes del destete. En ellos se mantienen las condiciones adecuadas principalmente en sitios con climas extremos. En estos sitios las fluctuaciones en temperatura son menores a 30 cm de profundidad (Reichman y Smith, 1990). Además, los nidos también son utilizados para descansar y dormir (Hoogland, 1995).

### **Tipos de madrigueras**

*Liomys pictus* construye 3 tipos de madrigueras; la única madriguera de escape excavada fue muy sencilla, estaba formada solo por túneles y carecía de contenido. Este tipo de madrigueras también se conoce para otras especies de roedores. *Dipodomys venustus* construye madrigueras con pocos túneles y con accesos descubiertos (Hawbecker, 1940); las de *Microtus ochrogaster* constan de pocos túneles e incluso una cámara (Harper y Batzli, 1996); y las de *Meles meles* son sencillas y se usan por cortos periodos de tiempo (Thornton, 1988). Se ha sugerido que la función principal de las madrigueras de escape es el evitar depredadores; sin embargo, en un estudio con *Microtus pennsylvanicus* y *M. ochrogaster* se encontró que aún en sitios con ausencia de depredadores se construyen orificios y madrigueras de escape, por lo que se ha sugerido que éstos sean madrigueras en proceso de construcción (Harper y Batzli, 1996).

Las madrigueras simples predominaron en selva baja. Estas madrigueras fueron muy diferentes, entre sí tanto en forma como en estructura. De acuerdo con lo reportado en la

literatura, estas madrigueras son usadas como almacenes de materiales o como sitios de paso (Harper y Batzli, 1996; Kruuk's, 1978). Siguiendo con la idea de Harper y Batzli, (1996), se podría considerar que este tipo de madriguera es una transición entre las madrigueras de escape y las complejas, por lo tanto serían de mediana edad.

Las madrigueras del tipo múltiple fueron las más grandes y complejas. La presencia de más de un nido en estas madrigueras nos puede sugerir que son usados por varios individuos (Obs. pers.). A pesar de que se desconoce como se llegan a formar este tipo de madrigueras para *Liomys pictus*, para otras especies se ha visto que puede formarse de varias formas. Por una parte están las madrigueras que se heredan y, por consecuencia, son varias generaciones las que construyen el sistema. Otra posibilidad es que las madrigueras sean de uso comunitario (Hansell, 1993; Harper y Batzli, 1996; King, 1978; Reichman y Smith, 1990); en este caso la construcción se lleva a cabo por varios individuos al mismo tiempo. Finalmente, en *Spalax ehrenbergi* se ha observado que las crías empiezan a construir su propia madriguera como una ramificación de la de su madre y posteriormente clausuran la comunicación entre ambas (Rado et al., 1992).

El análisis de agrupamiento separa a las madrigueras en dos grupos: las sencillas y las complejas. Este tipo de análisis nos ayudo a separar de forma más objetiva a las madrigueras por tipos, ya que hay algunos casos el tomar en cuenta sólo una característica nos puede llevar a una conclusión equivocada. Por ejemplo: la madriguera 9 se ubicó entre las madrigueras complejas al usar los criterios modificados de Harper y Batzli; (número de cámaras y nidos) en contraste, con el análisis de conglomerados se ubico entre las madrigueras sencillas, esto lo atribuimos principalmente a que era muy pobre en cuanto a contenido. Lo anterior nos lleva a sugerir que para clasificar a las madrigueras se necesitan considerarlas como un sistema integral, es decir estructura, contenido y si es posible el tiempo de uso por parte de sus habitantes (crianza y frecuencia de uso; Likchachev, 1956). Neal y Roper (1991) mencionan que es poco objetivo clasificar a las madrigueras sin conocer alguno de estos puntos, sin embargo, también reconocen lo complicado que resulta conocer estos aspectos en estudios de campo.

## Contenido de madrigueras

Las madrigueras de *Liomys pictus* son utilizadas almacenar materiales aunque la cantidad es variable. Esto se ha reportado también en otras especies de heterómidos: *Chaetodipus baileyi* almacena cantidades pequeñas de alimento (máximo de 96 g, Vázquez, 1999); *Dipodomys heermanni* (157 g, Vander Wall, 1990) y *D. microps* (150 g, Vander Wall, 1990). En contraste, *D. spectabilis* almacena hasta 5.8 kg (Vander Wall, 1990). En otras familias el almacenamiento de materiales también es variable, como ejemplos tenemos el caso del sciurido *Tamias striatus* que almacena más de 1 kg en una madriguera; el cricétido *Peromyscus maniculatus* acumula entre 500 y 800 g; y el geómido *Thomomys talpoides* hasta 2.9 kg (Vander Wall, 1990). La falta de uniformidad en unidades de medida dificulta comparar las cantidades de alimento almacenadas por diversas especies y familias de roedores (e.g Vander Wall, 1990).

## Contenido por categorías

Los troncos y cortezas se encontraron en casi todas las madrigueras, sin embargo, no se sabe como o para que los utiliza *L. Pictus* aunque otras especies los utilizan como parte de la estructura de la madriguera. *Neotoma mexicana* utiliza troncos de diámetros pequeños en la construcción de sus nidos (Álvarez et al , 1988) y *Heterocephalus glaber* usa pequeños troncos a manera de herramientas para excavar sus madrigueras (Shuster y Sherman, 1998).

Los restos orgánicos fueron en su mayoría excretas, restos de semillas y en menor proporción cascarones de huevo y fragmentos de piel de serpiente o huesos. La mayor parte de los restos se encontraron en túneles y cámaras que creemos eran destinados únicamente para depositar este tipo de materiales y así mantenerlos aislados del resto de la madriguera; en los nidos su presencia era casi nula lo que nos sugiere un comportamiento de limpieza por parte del ratón. Esto se ha observado para *Dipodomys microps* y *D. merriami*, en cuyos nidos era mínima o nula la cantidad de excretas y de orina (Kenagy,

1973). Lo anterior se relaciona, posiblemente, con el hecho de que en los nidos se mantienen a las crías durante un periodo de tiempo crítico para su sobrevivencia y el tener este tipo de desechos en contacto con ellas podría aumentar los riesgos de enfermedades. Todas las madrigueras tenían una gran cantidad de excretas en los alrededores de los accesos (Obs. pers.).

Los caracoles encontrados en las madrigueras mostraban indicios de haber sido consumidos parcialmente y en algunos casos sólo se encontraron secciones muy pequeñas de ellos. El pequeño porcentaje en que se encontraron sugiere que no son una material que *L. pictus* almacene con frecuencia en selva baja. Además, en otro estudio con la misma especie en selva mediana se reporta que los caracoles representan solo el 10% del contenido total de las madrigueras (Domínguez, 2000). En un estudio sobre el contenido de los abazones se observó que los moluscos ocupan un muy pequeño porcentaje en lo transportado por *Liomys pictus* en relación con las semillas (Mendoza, 1997).

Las hojas se encontraban, en su mayoría, íntegras por lo que no podemos sugerir que sean consumidas dentro de la madriguera (Obs. pers.) Algunos autores sugieren que los materiales almacenados en los nidos sirven para disminuir las variaciones de temperatura y humedad, principalmente en zonas en donde las condiciones climáticas son muy extremas (Hansell, 1993; Hickman: 1983; Kinlaw, 1998; Reichman y Smith, 1990). Además, ahí se mantiene a las crías durante el periodo previo al destete, edad en que tienen limitada capacidad de termorregulación (Reichman y Smith, 1990).

Los insectos fueron el material menos representado en el contenido de las madrigueras. En otros estudios sobre alimentación de *Liomys pictus* se reportan cantidades muy pequeñas de insectos tanto en abazones (Mendoza, 1997) como en madrigueras de selva mediana (Domínguez, 2000); por lo anterior, se puede pensar que los insectos son poco almacenados por el ratón en la región. Mendoza (1997), menciona que tanto la vegetación fresca como los insectos pueden ser consumidos en el exterior, por esto, su consumo no se ve reflejado ni en lo transportado en los abazones ni en las madrigueras. Algunos insectos también podrían entrar a la madriguera accidentalmente y ser atacados por los ratones; por otro lado, algunos autores mencionan que varios taxa pueden usar una



madriguera al mismo tiempo y establecer algún tipo de relación entre sus habitantes (Meadows, 1991; Shetts, et al., 1971; Vázquez, 1999).

## Semillas

Las semillas fueron el material predominante en el contenido de madrigueras de *L. pictus*, lo que era de esperarse pues su alimentación se basa en semillas (Reichman y Price, 1993). y son el material más transportado en los abazones (Pérez, 1978; Ceballos, 1989; Mendoza, 1997).

### Semillas en madrigueras

Las 152 especies de semillas almacenadas en las madrigueras de *Liomys pictus* representan el 20% de las reportadas para el área de estudio (758 especies, Lott, 1985), este dato supera lo reportado para las madrigueras de la misma especie en selva mediana (140 especies) y el número máximo de especies transportadas en las abazones en los dos tipos de vegetación predominantes en Chamela (144 especies, Mendoza, 1997). Lo que amplía el número de especies que se sabe consumen los ratones.

El predominio de la familia Leguminosae, en las especies almacenadas, puede tener varias razones: las leguminosas de las familias más abundantes en Chamela (Lott, et al., 1987). son un importante almacén de nitrógeno por lo que tienen un alto valor energético y en general se hace referencia a que son de los alimentos preferidos por los organismos fosoriales (Huntly y Reichman, 1994).

Al igual que en las madrigueras de selva baja, las leguminosas también predominan en lo que *Liomys pictus* transporta en los abazones (Mendoza, 1997) y en el contenido de las madrigueras en selva mediana (Domínguez, 2000). También se coincide en señalar que las familias Convolvulaceae y Euphorbiaceae, como de las más almacenadas.

Las especies que contribuyeron con una mayor cantidad (g) de semillas almacenadas en este estudio (*Spondia purpurea*, *Jatropha sp.*, *Cordia sp.* y *Serjania brachicarpa*) son

diferentes de las encontradas en mayor número en los de abazones de *L. pictus* (Ceballos, 1989, Mendoza, 1997, Pérez, 1978) Es importante señalar que en estos trabajos se refieren al número de semillas y no al peso de ellas. En cada estudio se mencionan especies diferentes, tanto en lo transportado en abazones, como en lo almacenado en madrigueras lo que posiblemente se relaciona con la variación en la producción de semillas en la selva (Bullock y Solis-M., 1990), o a las diferencias en la composición florística de los sitios de estudio. Es importante resaltar que además de la disponibilidad, el tamaño, la latencia, el olor, la palatabilidad, el valor nutricional, la presencia de compuestos tóxicos y la competencia con otros granívoros (Briones, 1996; Reichman y Price, 1993; Vander Wall, 1990) pueden influir en la selección de las semillas. En algunas especies de tuzas se ha sugerido que consumen primero los alimentos con un alto valor nutricional y almacena los que tiene bajo valor nutricional (Huntly y Reichman, 1994).

Semillas por tipos de madrigueras - Las diferencias en la cantidad como en el número de especies de semillas almacenadas, en los dos tipos de madrigueras se pueden explicar por las diferencias en el volumen, es decir, las madrigueras simples tienen un menor volumen disponible para almacenar semillas que las múltiples. Otro factor a considerar es que las madrigueras múltiples pueden considerarse viejas, lo que implica que más de un individuo pudo almacenar semillas en ellas a lo largo del tiempo.

Variación estacional - En algunas especies de heterómidos de zonas áridas se han reportado diferencias estacionales en el contenido de las madrigueras (Monson, 1943, Monson y Kessler, 1940, Shaw, 1934, Vorhies y Taylor, 1922), esto no se observó en el caso de *L. pictus*. Lo que podría atribuirse a diferencias en la producción de semillas entre los sitios. Es decir, en zonas áridas los patrones de fructificación se concentran en un periodo muy restringido del año, los ratones almacenan alimento en grandes cantidades para consumirlo durante el periodo en que no hay producción. En contraste en Chamela la fructificación tiene un patrón disperso a lo largo del año, aunque hay dos notables concentraciones en febrero-marzo y julio-agosto (Bullock y Solis-Magallanes, 1990).

## **Semillas en suelo**

Las 177 especies de semillas encontradas en las muestras de suelo representan el 23.3% de lo reportado para el área de la Estación de biología (758 especies, Lott, 1985). Estas especies se presentan en diferentes cantidades en cada uno de los sitios de estudio, esto podría depender de la composición florística o de la productividad en cada sitio, factor que no se analizó en este estudio.

En algunos estudios (Price y Reichman, 1987; Reichman, 1979) se tomó en cuenta el microambiente en donde se adquirieron las muestras de suelo para cuantificar las semillas, es decir, si la muestra se tomó en sitios abiertos, con pendiente, debajo de piedras o de un árbol; en este trabajo esta variable no se consideró pero podría indicarnos si hay o no preferencia de los ratones por coleccionar semillas en algún sitio específico.

Variación estacional.- Aunque se esperaba encontrar diferencias estacionales en la cantidad o densidad de semillas en el suelo, esto no se observó. Esto podría deberse a que la fructificación en Chamela tiene un patrón disperso a lo largo del año, aunado a esto se presentan variaciones entre especies y entre individuos en la cantidad de frutos que producen y por lo tanto en la cantidad de semillas disponibles (Janzen, 1978). El uso de trampas de semillas para estimar la disponibilidad podría aportar información más detallada en este aspecto. Otro factor importante a considerar sería el efecto que pudieran tener otros granívoros (insectos, aves) en la dinámica del banco de semillas en el suelo.

### **Variación espacial: Suelo y Madriguera**

Las madrigueras contienen en promedio más semillas que las muestras de suelo, lo que indica que las madrigueras funcionan como un almacén donde se concentran recursos. En cuanto a las especies de semillas, el que haya un número significativamente mayor en el suelo que en las madrigueras sugiere que el ratón sólo utiliza una fracción de las especies disponibles en el ambiente.

Al comparar las semillas obtenidas del suelo con las de las madrigueras, además, si consideramos lo obtenido en estudios con semillas transportadas en abazones por *Liomys pictus*, se observó que diferentes especies predominan en cada caso. En suelo fue *Croton* sp 1, en las madrigueras fue *Spondias purpurea*, mientras que en abazones se menciona a *Nisolia fruticosa* (Pérez, 1978); *Ipomoea* sp (Ceballos, 1989); *Panicum* sp (Mendoza, 1997)

En estudios con heterómidos de zonas áridas, se ha observado que los ratones pueden coleccionar en los abazones una amplia variedad de semillas que se encuentran a su paso, transportarlas a la madriguera y ahí dentro hacen una selección de lo que comen y lo que almacenan, por lo que la colecta y la alimentación con semillas son dos cosas diferentes (Reichman, 1975).

El que las semillas por unidad de volumen fuera significativamente mayor en el suelo que en madrigueras apoya la idea de que en las madrigueras sólo hay una fracción de lo que se encuentra en el ambiente.

### **Influencia de *Liomys pictus* en la vegetación**

*Liomys pictus* almacenó principalmente semillas en las madrigueras de selva baja, lo que coincide con lo reportado para otros heterómidos (Hawbecker, 1940; Vázquez, 1999). El papel que ejercen los heterómidos en la estructura de la vegetación, por la depredación y dispersión de semillas se conoce principalmente para las especies de zonas áridas (). Para especies tropicales los principales estudios se han realizado en Costa Rica con *Liomys salvini*, en ellos se ha visto que pueden llegar a remover del 90 al 100% de las semillas disponibles de algunas especies (Janzen, 1982a; Janzen, 1982b). Sin embargo, para *Liomys pictus* y en particular en Chamela, no se conoce directamente el impacto que puede causar en la distribución de las poblaciones de plantas. Se han realizado algunos experimentos con *Liomys pictus* que indican de forma indirecta el impacto de esta especie en la estructura de la vegetación debido a la cantidad de semillas que remueve (Sánchez, 1993; Mendoza, 1997)

La colecta de ciertas especies de plantas puede, a largo plazo, favorecer o disminuir la sobrevivencia de una especie en el área de estudio. Por ejemplo, se reporta que en Chamela, el 80% de la mortalidad de las semillas de *Cordia eleagnoides*, se atribuye principalmente a la depredación por roedores (Guevara, 1977) y en otro estudio se reporta que durante 10 años no ha habido reclutamiento para esta especie a pesar de que sus flores son polinizadas y las semillas son dispersadas por el viento (Groenendael et al., 1996).

Por otra parte, se ha observado que en sitios en donde las madrigueras son abundantes se puede beneficiar la proliferación de ciertas especies, principalmente de algunas herbáceas. Se ha sugerido que, en selva baja, *Liomys pictus* puede llegar a utilizar caches externos (pequeños depósitos en la superficie; Mendoza, 1997) y sería probable que las semillas germinaran en estos sitios favoreciendo el reclutamiento de las especies, lo que sería difícil si las semillas son transportadas directamente a la madriguera pues algunas llegan a alcanzar hasta 70 cm de profundidad. Además, la construcción y uso de las madrigueras contribuye al enriquecimiento del suelo ya que los roedores depositan grandes cantidades de materia orgánica en forma de heces fecales, orina y material vegetal (Huntly y Reichman, 1994). En una madriguera se observaron restos de un esqueleto de ratón, lo que puede sugerir que algunos ratones pueden morir dentro de la madriguera y esto también contribuye al enriquecimiento del suelo.

## CONCLUSIONES

El presente trabajo aporta nueva información para el conocimiento de las madrigueras del género *Liomys*, el cual ha sido poco estudiado a pesar de su amplia distribución en ambientes neotropicales.

Las madrigueras de *Liomys pictus* en selva baja son variables en su estructura pero presentan las secciones características identificadas para madrigueras de otros roedores. Los túneles, cámaras y nidos se presentan en número y proporción diferente en cada tipo de madriguera.

Las clasificaciones utilizadas para separar a las madrigueras dan resultados diferentes. Por un lado, con la clasificación modificada, se diferenciaron tres grupos de acuerdo al número de cámaras y nidos. Predominaron las madrigueras simples, seguidas de las múltiples y por último las de escape; se observaron grandes diferencias en el número de secciones, en el volumen y en la longitud total. Por otro, con el análisis de agrupamiento se toman en cuenta todas las características estructurales y el contenido de las madrigueras, se obtuvieron dos grupos, en el primero se agrupan las más sencillas y con poco contenido y en el segundo las más grandes y con una mayor cantidad de materiales almacenados. Se considera que la clasificación más objetiva se obtuvo con el análisis de agrupamiento pues permite obtener una clasificación más precisa.

Estacionalmente, las madrigueras no presentaron diferencias en el contenido. Las categorías con mayor proporción fueron las hojas y las semillas; los insectos son los materiales almacenados en menor proporción. Los materiales almacenados se encontraron principalmente en las cámaras, y en menor proporción en los nidos y, por último, en los túneles.

*Liomys pictus* almacenó 155 especies de semillas en madrigueras, aunque 4 de ellas acumularon más del 80% del peso total. Las semillas predominantes fueron *Spondias purpurea*, *Jatropha* sp, *Cordia* sp. y *Serjania brachicarpa*. El presente estudio amplía en 12 especies el número de plantas colectadas por *L. pictus* en Chamela.

De las 177 especies encontradas en las muestras de suelo, predominaron 6: *Croton* sp 1, *Serjania brachicarpa*, *Coccoloba* sp, *Spondias purpurea*, *Croton* sp 2, y *Heliocarpus*

*pallidus*. Los resultados no sugieren una clara diferencia en la disponibilidad del recurso semillas entre estaciones (secas y lluvias).

Las diferencias entre el contenido de semillas en las madrigueras y en las muestras de suelo pueden indicar que *L. pictus* es selectivo al almacenar algunas especies de semillas, independientemente de la cantidad en que se encuentren disponibles.

El que *L. pictus* colecte ciertas especies de plantas puede tener un impacto importante en la dinámica poblacional y estructura de la vegetación en el área de estudio, por lo que sería conveniente realizar estudios para conocer el grado de impacto de *Liomys pictus* en la vegetación y en la dinámica del banco de semillas.

## LITERATURA CITADA

Alvarez, T., J. C. López-Vidal y O. J. Polaco. 1988. Estudio de las madrigueras de la rata magueyera. *Neotoma mexicana* (Rodentia), en la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, 32:131-154.

Andersen, D. C. 1987. *Geomys bursarius* burrowing patterns: influence of the season and food path structure. *Ecology*, 65(5):1306-1318.

Bandoli, J. H. 1981. Factors influencing seasonal burrowing activity in the pocket gopher *Thomomys bottae*. *Journal of Mammalogy*, 62(2): 293-303.

Briones, M. A. 1996. Estudio sobre la remoción postdispersión de frutos y semillas por mamíferos en un bosque tropical caducifolio. Tesis de Doctorado (Biología). Facultad de Ciencias. UNAM. México. 146 pp.

Brown, J. H., J. J. Grover, D. W. Davidson y G. A. Lieberman. 1975. A preliminary study of seed predation in desert and montane habitats. *Ecology*, 56:987-992.

Brown, J. H. y B. A. Harney. 1993. Population and community ecology of heteromyid rodents in temperate habitats. Pp:618-651. En: *Biology of Heteromyidae*. (Genoways H. H. y J. H. Brown; Eds.). Spec. Pub. (10) The American Society of Mammalogists. E. U. A. 719 pp.

Bullock, S. H. 1986. Climate of Chamela, Jalisco and trends in the South Coastal region of Mexico. *Archives for Meteorology, Geophysics, and Bioclimatology*, Ser. B. 36:297-316.

Bullock, S. H. 1988. Rasgos del Ambiente físico y biológico de Chamela. *Folia Entomológica Mexicana*. 77: 6-17.

Bullock, S. H. y J. A. Solís-Magallanes. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica*, 22(1):22-35.

Cameron, N. G., R. E. Spencer, B. D. Eshelman, L. R. Williams y M. J. Gregory. 1988. Activity and burrow structure of Attawater's pocket gopher (*Geomys attwateri*). *Journal of Mammalogy*, 69(4):667-677.

Ceballos, G. 1989. Population and community ecology of small mammal from tropical deciduous forest in western Mexico. Unpublished Ph. D. Thesis. Univ. of Arizona, Tucson 158 pp.



Ceballos, G. 1990. Comparative natural history of small mammals from the tropical forest in western Mexico. *Journal of Mammalogy*, 71(2):263-266.

Ceballos, G. y A. Miranda. 1986. Los mamíferos de Chamela, Jalisco. Manual de Campo. Instituto de Biología, UNAM, México. 463 pp.

Coates-Estrada, R, y A. Estrada. 1986. Manual de identificación de Campo de los mamíferos de la Estación de Biología "Los Tuxtlas". Instituto de Biología, UNAM. 151 pp.

Davis, W. H. y P. Kalisz. 1992. Burrows systems of the prairie vole *Microtus ochrogaster*, in Central Kentucky. *Journal of Mammalogy*, 73(3):582-585.

Domínguez, C. Y. 2000. Estructura y contenido de las madrigueras de *Liomys pictus* en la selva mediana subperennifolia de la Estación de Biología Chamela, Jalisco. Tesis Licenciatura, ENEP Iztacala. UNAM.

Eisenberg, J. F. 1963. The behavior of heteromyid rodents. University of California, Publications, Zoology, 69:1-100.

Elliott, L. 1978. Social behavior and foraging ecology of the eastern chipmunk (*Tamias striatus*) in the Adirondack Mountains. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 265:107 pp.

Fleming, H. T. 1983. *Liomys salvini* (ratón semiespinoso, guardafiestas, spiny pocket mouse). En: Costa Rican Natural History. (D.H. Janzen Ed.) Chicago University. 473-477.

Fleming, H. T. y G. J. Brown. 1975. An experimental analysis of seed hoarding and burrowing behavior in two species of costa rican heteromyid rodents. *Journal of Mammalogy*, 56(2):301-315.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM.

Groenendael, J. M. V., S. H. Bullock y L. A. Pérez-Jiménez. 1996 Aspects of the population biology of the gregarious tree *Cordia eleagnoides* in Mexican tropical deciduos forest. *Journal of Tropical Ecology*. 12:11-24.

Guevara, F. F. 1977. Dinámica de las poblaciones de semillas de *Cordia eleagnoides* (DC). en una selva baja caducifolia. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 99 pp

Gutiérrez, J. R., P. L. Meserve, S. Herrera, L. C. Contreras y F. M. Jaksic. 1997. Effects of small mammals and vertebrate predators on vegetation in the Chilean semiarid zone. *Oecologia*, 109:398-406.

Hall, E. R. 1981. The mammals of North American. Vols. I y II. 2a. John Wiley. New York. 600 + 90, 1181+ 90 pp.

Hammond, S. D., V. K. Brown y R. Zagt. 1999. Spatial and temporal patterns of seed attack and germination in a large neotropical tree species. *Oecologia*, 119:208-218.

Hansell, M. H. 1993. The ecological impact of animal nests and burrows. *Functional Ecology*, 7:5-12.

Harper, S. J. y G. O. Batzli. 1996. Effects of predators on structure of the burrows of voles. *Journal of Mammalogy*, 77(4):1114-1121.

Hawbecker, C. A. 1940. The burrowing and feeding habits of *Dipodomys venustus*. *Journal of Mammalogy*, 21: 389-396.

Hickman, G. C. 1983. Influence of the semi-aquatic habit in determining burrow structure of the star-nosed mole (*Condylura cristata*). *Canadian Journal of Zoology*, 61.1688-1692.

Hoogland, J. L. 1995. The black-tailed prairie dog, social life of a burrowing mammal. University of Chicago Press. 557 pp.

Hulme, E. H. 1997. Post dispersal seed predation and the establishment of vertebrate dispersed plants in Mediterranean scrublands. *Oecologia*, 111:91-98.

Huntly, N. y O. J.Reichman. 1994. Effects of subterranean mammalian herbivores on vegetation. *Journal of Mammalogy*, 75(4): 852-859.

Janzen, D. H. 1971 Seed predation by mammals. *Annual Review of Ecology and Systematics*,465-483.

Janzen, D. H. 1982a Seed removal from fallen guanacaste fruits (*Enterolobium cyclocarpum*) by spiny pocket mice (*Liomys salvini*). *Brenesia*, 19(20):425-429.

Janzen, D. H. 1982b. Removal of seed from horse dung by tropical rodents: influence of habitat and amount of dung. *Ecology*, 76(3):892-898.

Jones, W. T. 1993. The social systems of heteromyid rodents. Pp:575-595. En: *Biology of Heteromyidae*. (Genoways H. H. y J. H. Brown; Eds.). Spec. Pub. (10) The American Society of Mammalogists. E. U. A. 719 pp.

Kenagy, G. J. 1973. Daily and seasonal patterns of activity and energetics in a heteromyid rodent community. *Ecology*, 54(6):1201-1219.

Kinlaw, A. 1999. A review of burrowing by semi-fossorial vertebrates in arid environments. *Journal of Arid Environments*, 41:127-145.

Kruuk, H. 1978. Spatial organization and territorial behaviour of the European badger *Meles meles*. *Journal of Zoology*, London, 184:1-19.

Laundré, W. J. y T., D. Reynolds. 1993. Effects of soil structure on burrow characteristics of five small mammal species. *Great Basin Naturalist*, 53(4):358-366.

Lindsdale, J. M. 1946. The California ground squirrel. Berkeley: University of California Press. 247 pp.

Lott, E. 1985. Listados florísticos de México III. La Estación de Biología Chamela. *Instituto de Biología*, UNAM. 47 pp.

Lott, E., S. H. Bullock y J. A. Solis-Magallanes. 1987. Floristic diversity and structure of upland and arroyo forest of Coastal, Jalisco. *Biotropica*, 19(3): 228-235.

M'Closkey, R. T. 1980. Spatial patterns in sizes of seeds collected by four species of heteromyid rodents. *Ecology*, 61(3):486-489.

Mankin, P. C. y L. Getz. 1994. Burrow morphology as related to social organization of *Microtus ochrogaster*. *Journal of Mammalogy*, 75(2):492-499.

McGhee, M. E. y H. H. Genoways. 1978. *Liomys pictus*. *Mammalian Species*, 83:1-5.

Meadows, A. 1991. Burrows and burrowing animals: an overview. Pp: 1-13. En: The environmental impact of burrowing animal and animal burrows. *Proceedings of a Symposium Zoology of Society of London*, (63):319 pp.

Mendoza D., M. A. 1997. Efecto de la adición de alimento en la dinámica poblacional y estructura de comunidades de pequeños mamíferos en un bosque tropical caducifolio. Tesis Maestría (Ecología y Ciencias Ambientales). Facultad de Ciencias, UNAM, México. 100 pp.

Miranda, F. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28:29-179.

Monson. G. 1943. Food habits of bannertailed kangaroo rats in Arizona. *Journal of Wildlife Management*, 7: 98-102

Monson. G. y W. Kessler. 1940. Life history notes on the banner-tailed kangaroo rat, Merriam's kangaroo rat, and the white-throated wood rat in Arizona and New Mexico. *Journal of Wildlife Management*, 4:37-43.

Moroka, N., R. Beck y R. Pieper. 1982. Impact of burrowing activity of the banner-tail kangaroo rat on southern New Mexico desert rangelands. *Journal of Range Management*, 35:707-710.

Neal, E. G. y T. J. Roper. 1991. The environmental impact of badgers (*Meles meles*) and their setts. *Symposium Zoology of Society of London*, (63):89-106.

Pérez, S. G. 1978. Observaciones sobre la morfología, alimentación y reproducción de *Liomys pictus*. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 61 pp.

Poché, M. R., Y. Mian, E. Haque y P. Sultana. 1982. Rodent damage and burrowing characteristics in Bangladesh wheat fields. *Journal of Wildlife Management*, 46(1):139-147.

Price, M. V. y O. J. Reichman. 1987. Distributions of seeds in Sonoran Desert soils: implications for heteromyid rodent foraging. *Ecology*, 68:1797-1811.

Rado, R., Z. Wollberg y J. Terkel. 1992. Dispersal of young mole rats (*Spalax ehrenbergi*) from the natal burrow. *Journal of Mammalogy*, 73(4):885-890.

Reichman, O. J. 1975. Relation of desert rodent diets to available resource. *Journal of Mammalogy*, 56(4) 731-750.

Reichman, O. J. y M. V. Price. 1993. Ecological aspects of heteromyid foraging, Pp: 539-573. En: *Biology of Heteromyidae*. (Genoways H. H. y J. H. Brown; Eds.). Spec. Pub. 10. The American Society of Mammalogists. E. U. A. 719 pp.

Reichman, O. J. y S. C. Smith. 1990. Burrows and burrowing behavior by mammals. *Current Mammalogy*, 2:197-244.

Reichman, O. J., T. G. Whitham y G. A. Rufener. 1982. Adaptive geometry of burrow spacing in two pocket gopher populations. *Ecology*, 63(3):687-695.

Romero M., L. A. 1993. Biología de *Liomys pictus*. Tesis Doctorado. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 108 pp.

Sánchez-Cordero, V. y T.H. Fleming. 1993. Ecology of tropical Heteromyids, Pp:596-617. En: *Biology of Heteromyidae*. (Genoways H. H. y J. H. Brown; Eds.). Spec. Pub. (10) The American Society of Mammalogists. E. U. A. 719 pp.

Sánchez, R. G. 1993. Remoción post-dispersión de semillas por roedores en la Estación de Biología "Chamela", Edo. De Jalisco, México. Tesis Licenciatura. ENEP Iztacala. UNAM. 39 pp

Schmidly, D. J., K. T. Wilkins y J. N. Deer. 1993. Biogeography. En: Biology of Heteromyidae. (Genoways H. H. y J. H. Brown; Eds.). Spec. Pub. (10) The American Society of Mammalogists. E. U. A. 719 pp.

Shaw, W. T. 1934. The ability of the giant kangaroo rat as a harvester and storer of seed. *Journal of Mammalogy*, 15:275-286.

Sheets, R. G. R. L. Linder y R. D. Dahlgren. 1971. Burrows systems of prairie dogs in South Dakota. *Journal of Mammalogy*, 52(2):451-453.

Shuster, P. G. y W. Sherman. 1998. Tool use by naked mole-rats. *Animal Cognition*, 1(1):71-74.

Tappe, D. T. 1941. Natural history of the Tulare kangaroo rat. *Journal of Mammalogy*, 22:117-148.

Vander Wall, S. B. 1990. Food hoarding in animals. University of Chicago. E. U. A. 443 pp

Vázquez, M. M. R. 1999. Estudio sobre la arquitectura de las madrigueras de *Chaetodipus baileyi* (Rodentia:Heteromyidae) en la zona norte de la Paz, Baja California Sur, México. Tesis Licenciatura. UNAM, Campus Iztacala. 70 pp.

Vizcaino, C. M. R. 1983. Patrones espaciales y temporales de producción de hojarasca en una selva baja caducifolia, en la costa de Jalisco, México. Tesis Maestría. Facultad Ciencias. UNAM. 137 pp.

Vleck, D. 1981. Burrow structure and foraging costs in the fossorial rodent, *Thomomys bottae*. *Oecologia*, 49:391-396.

Vorhies, C. T. y W. P. Taylor. 1922. Life history of the kangaroo rat, *Dipodomys spectabilis spectabilis* Merriam. USDA Bulletin, 1091:1-40.

Williams, L. R. y G. N. Cameron. 1990. Dynamics of burrows of Attwater's pocket gopher (*Geomys attwateri*). *Journal of Mammalogy*, 71(3):433-438

**Apéndice 1. Dimensiones (cm) y volumen (cm<sup>3</sup>) de  
madrigueras.**

## MADRIGUERA 1

<i>Sección</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Longitud</i>	<i>Profundidad</i>	<i>Volumen</i>	<i>Alto</i>
Accesos					
1	5				
2	2.8				
Túnel					
1	5	18	18	353.42	
1'	5	6	18	117.8	
2	4.75	30	18-25	531.61	
3	6.25	66	22-23	2024.85	
4	14	24	22	3694.51	
5	4	13	22	163.36	
6	5	69	21-0	1354.81	
Cámaras					
1	11	10.5	23	665.23	11
2	20.33	73	24-27	10931.69	12
Nido	15.5	13	23	1477.07	14

## MADRIGUERA No. 2

<i>Sección</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Longitud</i>	<i>Profundidad</i>	<i>Volumen</i>	<i>Alto</i>
Accesos					
1	5.35				
Túnel					
1	5.35	26	0-18	584.48	
2	4	14	18	175.92	
3	4	34	23.5	489.16	
4	3.75	38	26	546.71	
5	5	54	24-26	776.91	
6	5.5	45	24-38	647.42	
7	3	27	19-23	388.45	
8	4	34	20	489.16	
9	3.5	75	27-50	721.58	
Cámara					
1	17	20	23	1424.18	8

MADRIGUERA No. 3

<i>Sección</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Longitud</i>	<i>Profundidad</i>	<i>Volumen</i>	<i>Alto</i>
<i>Accesos</i>					
1	4				
2	4.3				
<i>Túnel</i>					
1	4	21	0-17	263.89	
2	4.3	18.5	0-26	268.65	
3	6	20	20-34	565.48	
4	9.8	19		1433.16	
5		23	29	890.2	
6	6	22	29	622.03	
7	5	8	28	157.07	
8	7	9	27-30	346.36	
9	4	9	20	113.09	
10	10	13	30-32	1021.01	
11	10	12	30-40	942.47	
12	9	51	34	1441.99	
13	7.25	16	30	660.51	
14	11 25	50	35.5	4970.09	
15	7	62	39-60	2386.03	
16	6	110	60-75	3110.17	
<i>Cámaras</i>					
1	16	29	18	2429.49	10
2	27	27	39	2862.77	7.5
3	20	32	29	3015.92	9
4	17	15	27	2002.76	15
5	27	12	30	2290.22	13.5
6	30	45	32	7068.58	10
7	22	20	30.5	2534.21	11
8	10	22	38	886.97	7
9	18	27	40	2799.15	11
10	21	23	33	3793.47	15
11	13	22	52	2246.23	15
12	14.5	15	72	911.06	8
<i>Nidos</i>					
1	11	14	35	967.61	12
2	13	16	37	1089.08	10
3	19	15	37	1641.48	11



**MADRIGUERA No. 4**

<i>Sección</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Longitud</i>	<i>Profundidad</i>	<i>Volumen</i>
Accesos				
1	6			
Túnel				
1	6	22.5	0-16	636.17
2	5.5	28	16-30	665.23

**MADRIGUERA No. 5**

<i>Sección</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Longitud</i>	<i>Profundidad</i>	<i>Volumen</i>	<i>Alto</i>
Accesos					
1	5.2				
2	4.25				
Túnel					
1	4.75	24	0-13	358.14	
2	4.25	22	0-13.5	1248.39	
3	4.5	26.5	12	463.68	
4	4.2	26.5	11.5	463.68	
Cámara	9	14	21	263.894	6

**MADRIGUERA No. 6**

<i>Sección</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Longitud</i>	<i>Profundidad</i>	<i>Volumen</i>	<i>Alto</i>
Accesos					
1	4.5				
Túnel					
1	4.5	18	0-18	286.27	
2	3.12	71	16-23.5	2178.25	
3	3.5	25	18	240.52	
4	5.5	16	31	380.13	
5	2.71	50	30-42	288.93	
Cámaras					
1	20	12	23	691.15	5.5
2	8	7	20	87.96	3
Nido	5	19	21.5	248.709	4.25

MADRIGUERA No. 7

<i>Sección</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Longitud</i>	<i>Profundidad</i>	<i>Volumen</i>	<i>Alto</i>
Accesos					
1	5.5				
2	4.5				
Túnel					
a	5.5	10	0-10	237.58	
b	3	14	10-20	98.96	
c	6	10	20-30	282.74	
1	3	9	30	63.61	
2	4.3	5.5	27-38	79.87	
3	4.75	14.5	14	256.94	
4	6	10	25.5	282.74	
5	3.5	4.8	0-26	461.81	
6	5.8	10	22	264.2	
6'	4	11.5	22	144.51	
7	12.5	22	24	2699.8	
8	5	18	29.5	353.42	
10	6.25	26	26-30	797.67	
11	6.5	19	30	630.47	
12	9.5	25	33.5-36	1772.05	
13	4.5	31	17	493.03	
14	4.5	9.5	28	151.09	
17	6.5	10	34-44	1128.22	
18	6	21	39.5-47	593.76	
19	5.3	40	34	882.47	
20	7	12	37	461.81	
21	7	20	32	769.69	
Cámaras					
1	9.7	15	38	457.1	6
2	17.5	12	27	1319.46	12
3	19	50	23-31	3730.64	7.5
4	16	18	29	2035.75	13.5
5	8	9	22	263.89	4.5
6	21	15	25	1154.53	7
7	12	31	35.5	1363.45	7
8	22.5	13	37	1531.52	10
9	26	30	34	3675.66	9
10	10	9	43	301.59	8
11	12	14	33	1055.57	12

12	7	8	45	234.57	8
13	22	29	41	3674.61	11
14	29	28	35	3401.29	8
15	34	15	47	1735.72	6.5
16	13	24	58.5	1225.22	7.5
17	17	14	43	1121.54	9
18	18	18	36	1526.81	9
19	13	19	35	1034.63	8
20	10	19.5	39	1225.22	12
21	7.5	16	40	797.96	12.7
22	20	13	40	1361.35	10
23	30	20.5	37	4991.2	15.5
Nidos					
1	14	25.7	29	2637.47	14
2	22	13	42	1647.24	11

### MADRIGUERA No. 8

<i>Sección</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Longitud</i>	<i>Profundidad</i>	<i>Volumen</i>	<i>Alto</i>
Accesos					
1	6.5				
Túnel					
1	6.5	5	0-5	165.91	
1'	6.5	15	5-17.5	497.74	
2	7	21	18	808.17	
3	5	25.5	18-40	500.69	
4	4.5	25	44	397.6	
5	4	48	35-42	603.18	
Cámaras					
1	9.5	10	50	248.705	5
2	12.5	8	44	418.875	8

## MADRIGUERA No. 9

<i>Sección</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Longitud</i>	<i>Profundidad</i>	<i>Volumen</i>	<i>Alto</i>
<i>Accesos</i>					
1	6.5				
2	4.5				
<i>Túnel</i>					
1	6.5	24.2	0-25	803.03	
2	5	28	27-31	549.77	
3	6.5	15	28-31	497.74	
4	9	24	14-26	1526.81	
5	6.5	21	26-32	696.84	
6	6.5	10	27-30	331.81	
7	4.5	9	27	143.13	
8	3	14	25.5-27	98.96	
9	4	22	20-25.5	276.46	
10	4.5	41	0-13	652.07	
11	6.5	9	14-16	298.64	
12	3.5	40	14-26	384.84	
<i>Cámaras</i>					
1	17	18.5	27	1646.71	10
2	11.5	31.5	28	1422.55	7.5
3	16	12	33	904.77	9
4	7.5	15	32	530.14	9
5	11.5	22	26	1324.7	10
6	11	9.5	27	328.29	12
7	17	15	26	1335.17	10
8	11	14	30	685.39	85
9	13	16	27	1197.99	11
10	19	16	31	1432.56	9
11	17	22	25.5	1566.6	8
12	9	21	16	841.16	8.5
13	12	11	14	311.01	4.5
14	8	11	20	414.6	9
15	16	23	18	1541.47	8
<i>Nidos</i>					
1	11	9.5	37	656.59	12
2	7	19	29	487.47	7

MADRIGUERA No. 10

<i>Sección</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Longitud</i>	<i>Profundidad</i>	<i>Volumen</i>	<i>Alto</i>
<i>Accesos</i>					
1	6.5				
2	5				
<i>Túnel</i>					
1	6.5	18	0-20	597.295	
2	5	14	0-20	222.660	
3	6	50	17	1413.717	
4	6.25	46	29	1411.262	
5	7	55	24	2116.648	
6	6	22	17-22	622.035	
7	7	32	13-17	1231.504	
8	7	29	37	1116.051	
9	8	13	33	653.451	
10	5.5	31	25	736.507	
11	6.5	25	20	829.577	
12	2.5	7.3	23.5	35.834	
13	1.5	6.5	23.5	11.486	
<i>Cámaras</i>					
1	19	15.5	25	1233.599	8
2	10	22.5	17	942.478	8
3	15	13	13	1021.018	10
4	10	20	16	837.758	8
5	13	14	38	1238.835	13
6	19	14.5	32	1875.269	13
Nido	13.6	25	23.5	1424.189	8

### MADRIGUERA No. 11

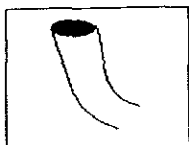
<i>Sección</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Longitud</i>	<i>Profundidad</i>	<i>Volumen</i>	<i>Alto</i>
Accesos					
1	2.5				
Túnel					
1	2.5	19	0-20	93.266	
2	6	41	32	1159.248	
4	6	24	22-32	678.584	
5	6	32	22	904.779	
Cámaras					
1	10	14	28	549.779	7.5
2	17	10	32	934.624	10.5
3	11.5	16.5	28	943.852	9.5
4	9	19	32	626.748	7

### MADRIGUERA No. 12

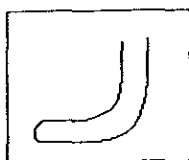
<i>Sección</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Longitud</i>	<i>Profundidad</i>	<i>Volumen</i>	<i>Alto</i>
Accesos					
1	6				
2	6				
Túnel					
1	6	25	0-19	706.858	
2	14	5	19-20	769.690	
3	20	5	20-28	1570.796	
4	5	15	23-30	294.524	
5	5	22	23-25	431.969	
6	6.5	30	23	995.492	
7	6	19	0-19	537.212	
8	8	12.5	37	628.319	
9	9	29	27-28	1844.900	
Cámaras					
1	13.5	23	32	1138.042	7
2	7	15	34.5	390.343	7.1
3	6	8	33	138.230	5.5
4	11	7.5	27	367.174	8.5
5	11	25	28	1079.922	7.5
Nidos					
1	18	13	31	1347.743	11
2	12	12	40	1130.973	15

**Apéndice 2. Esquemas de las madrigueras de *Liomys pictus* en la región de Chamela. Se excavaron 12 madrigueras.**

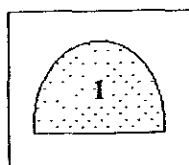
**SIMBOLOS**



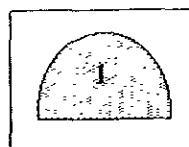
Acceso e inicio de túnel.



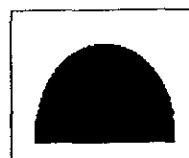
Final del túnel.



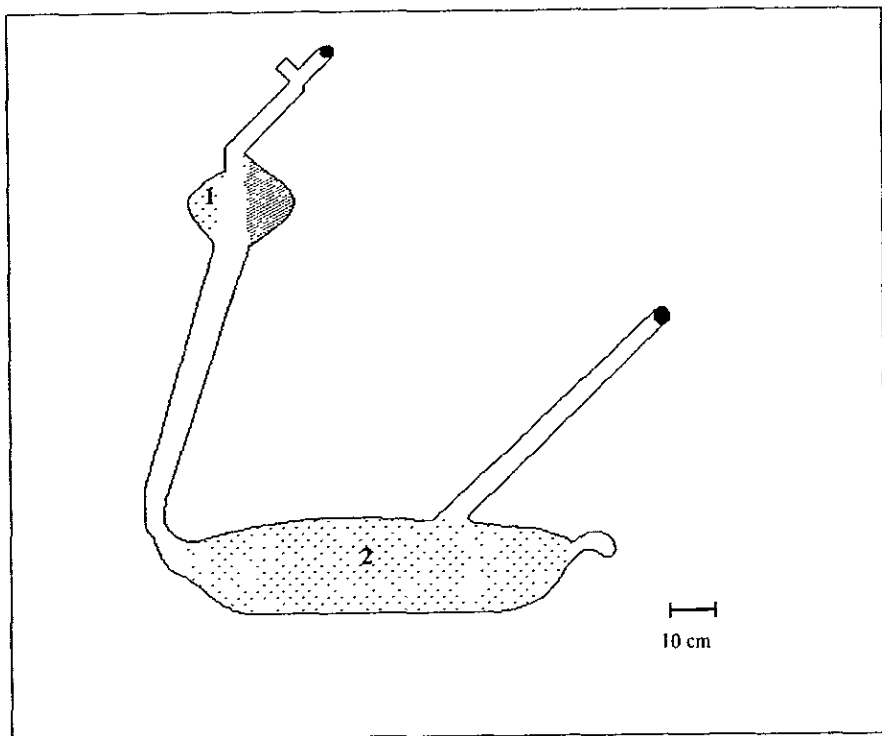
Nido



Cámara

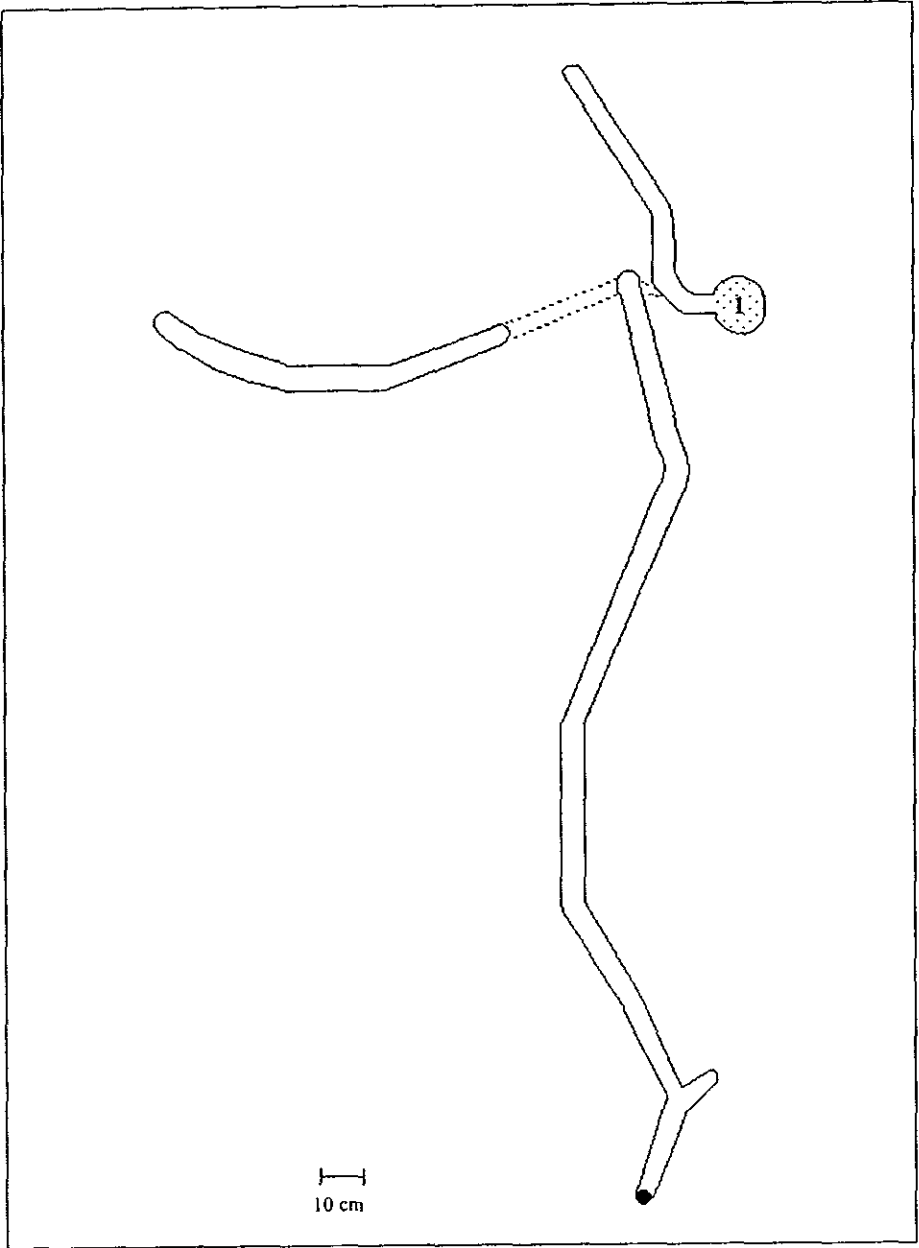


Porción de tierra o rocas

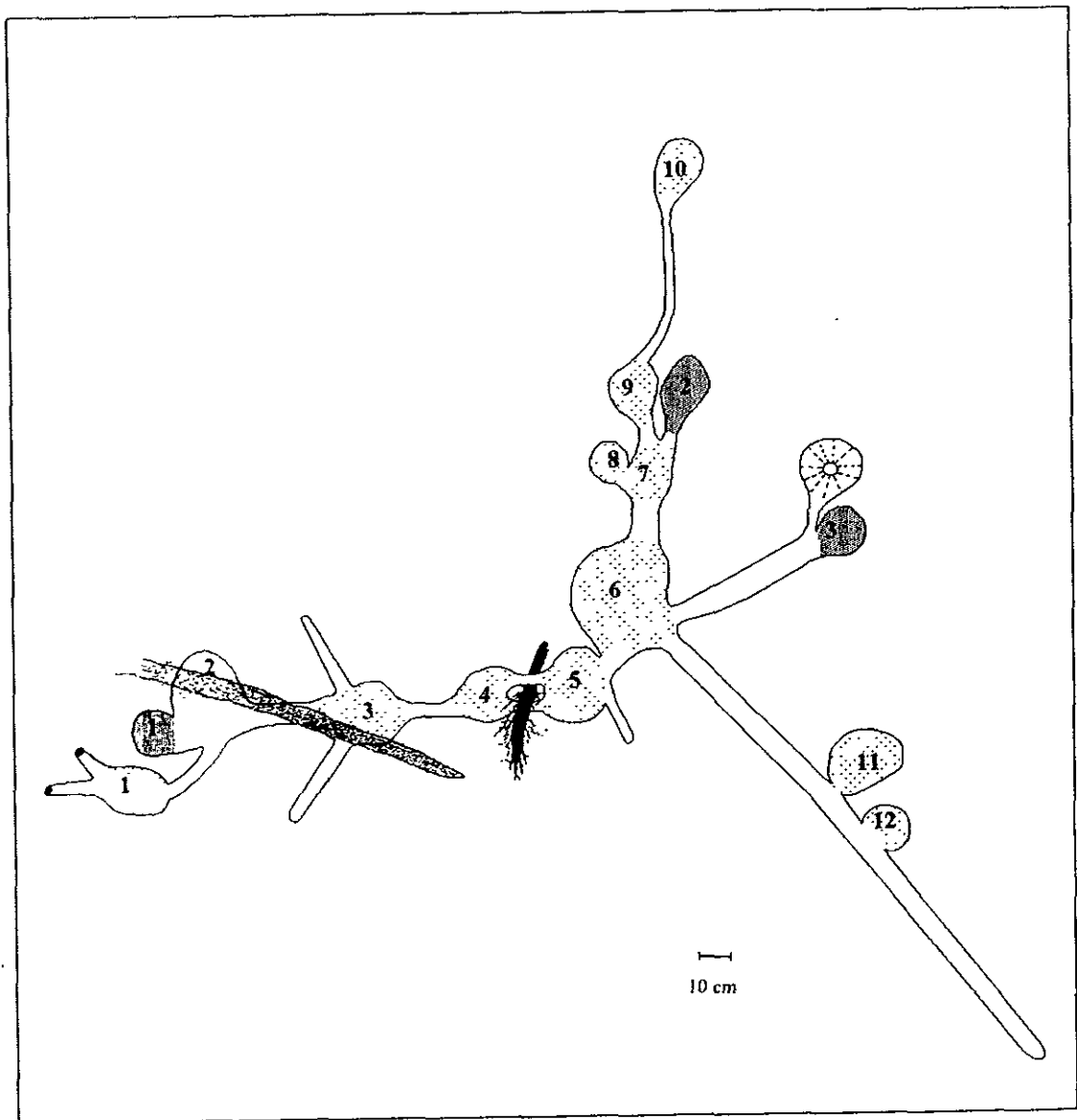


Madriguera 1

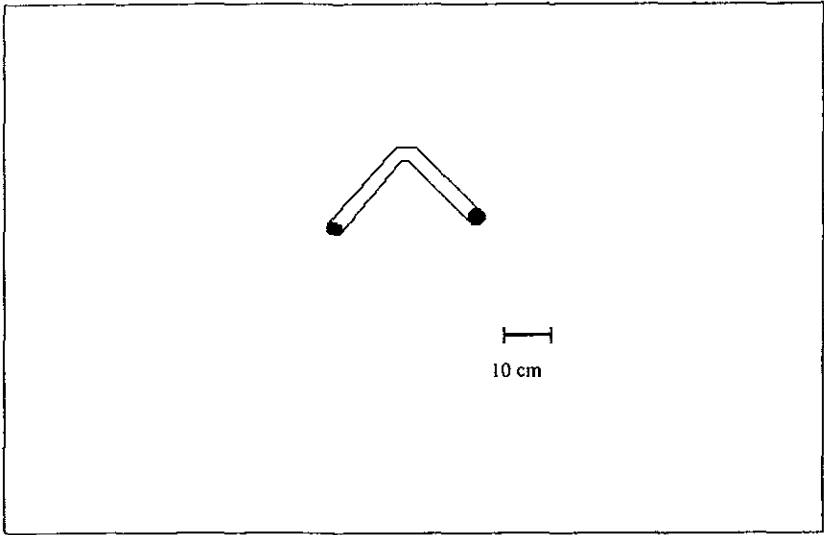




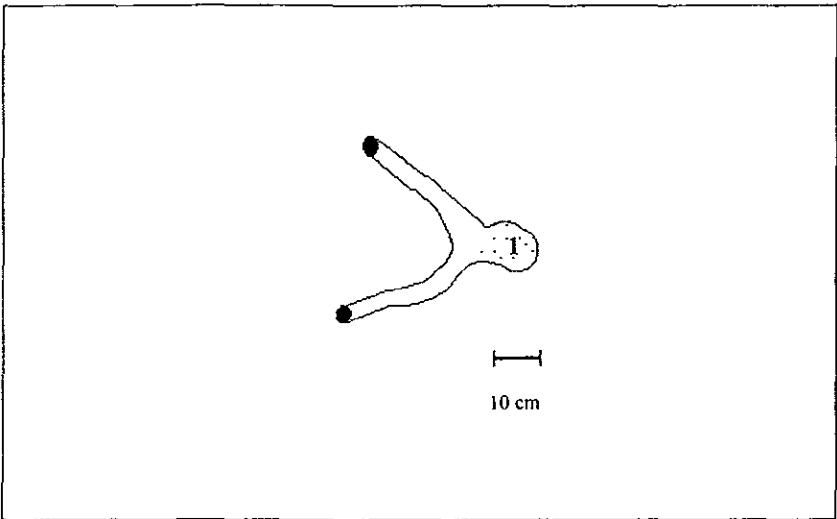
Madriguera 2



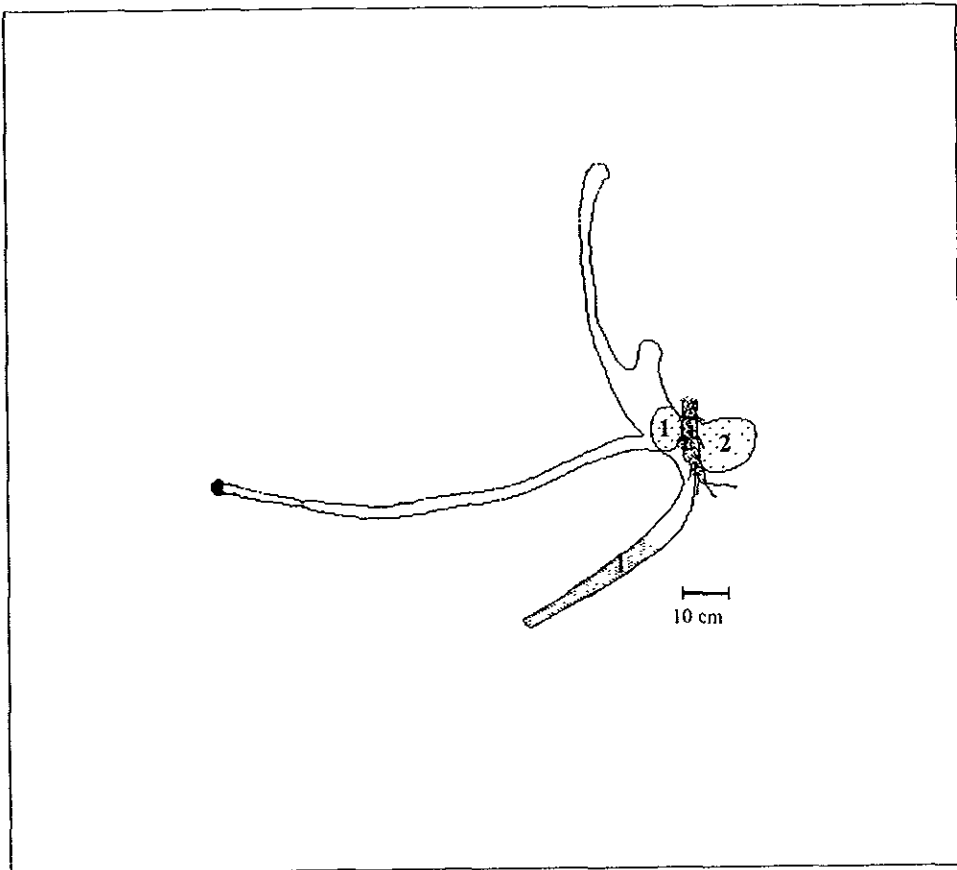
Madriguera 3



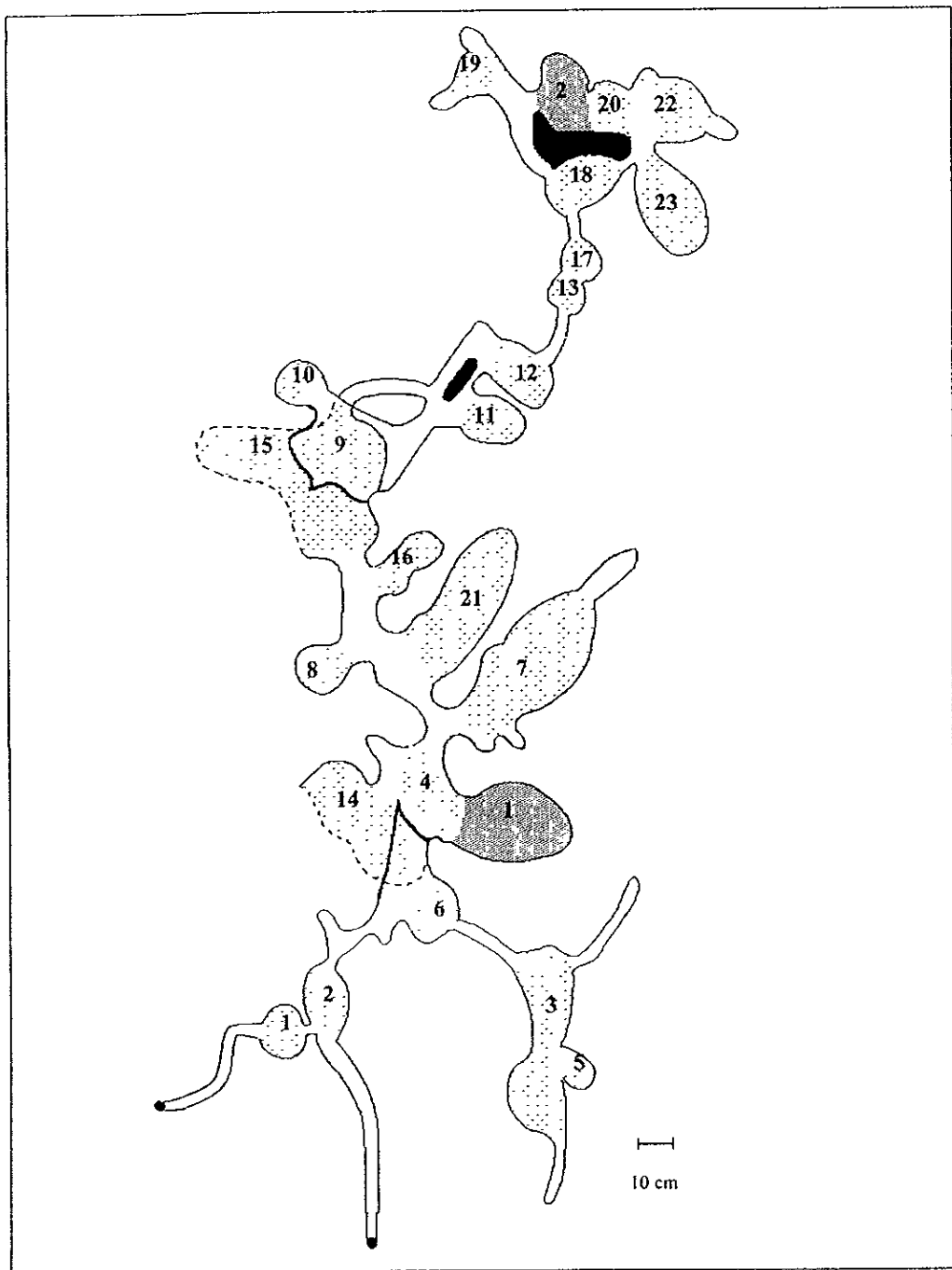
Madriguera 4



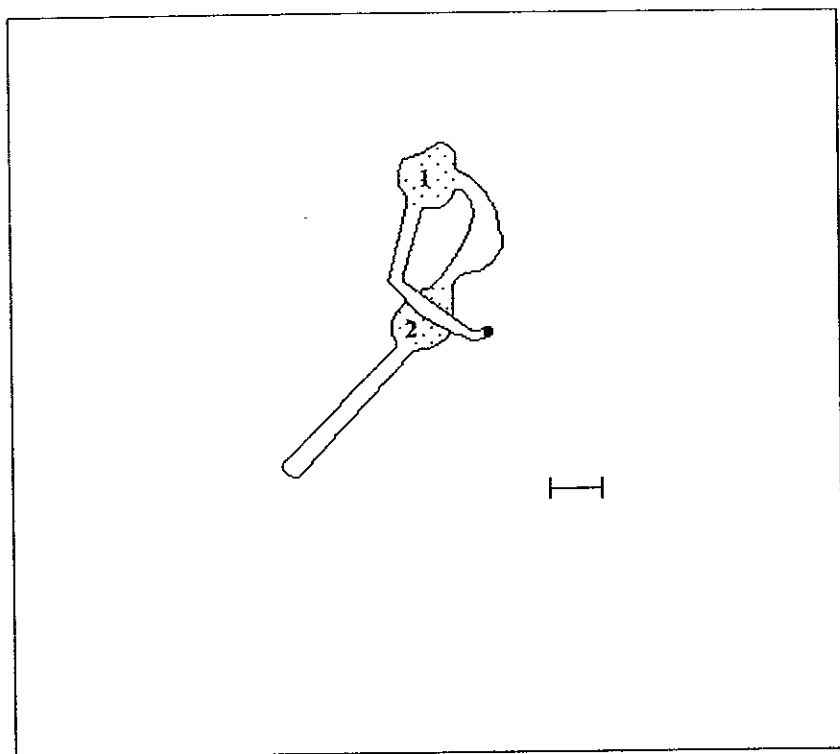
Madriguera 5



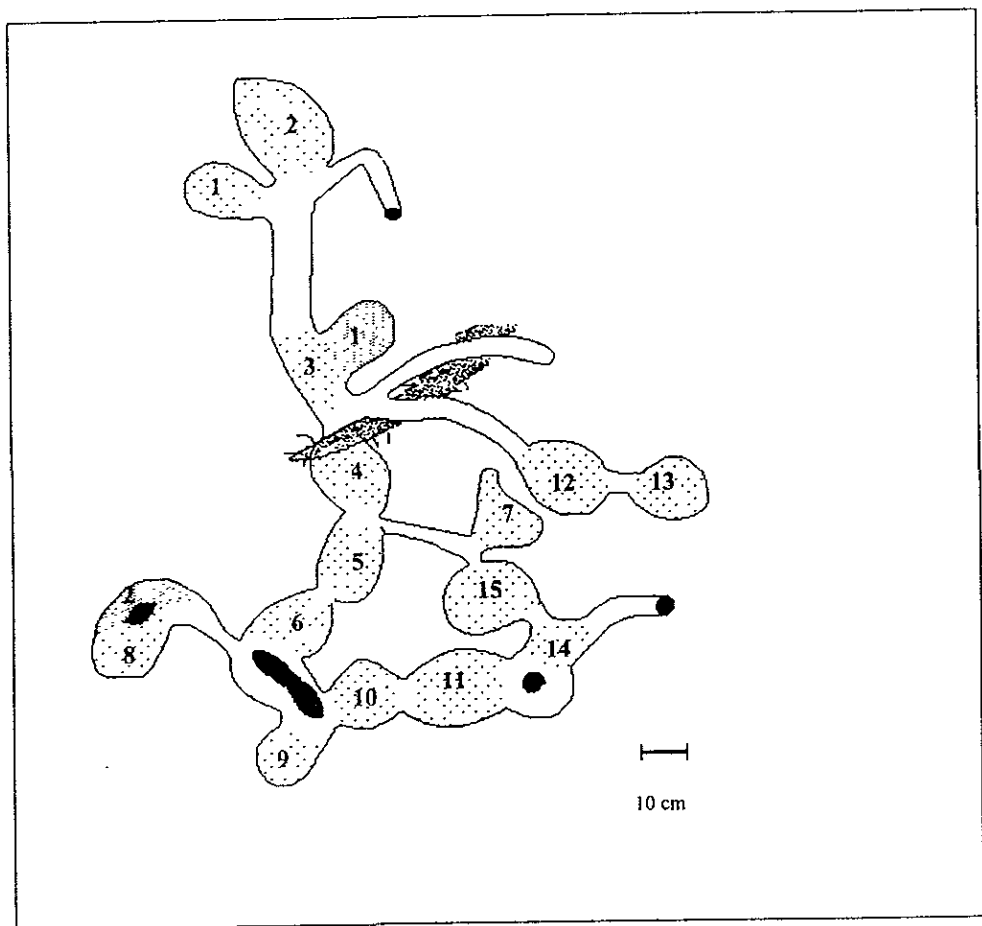
Madriguera 6



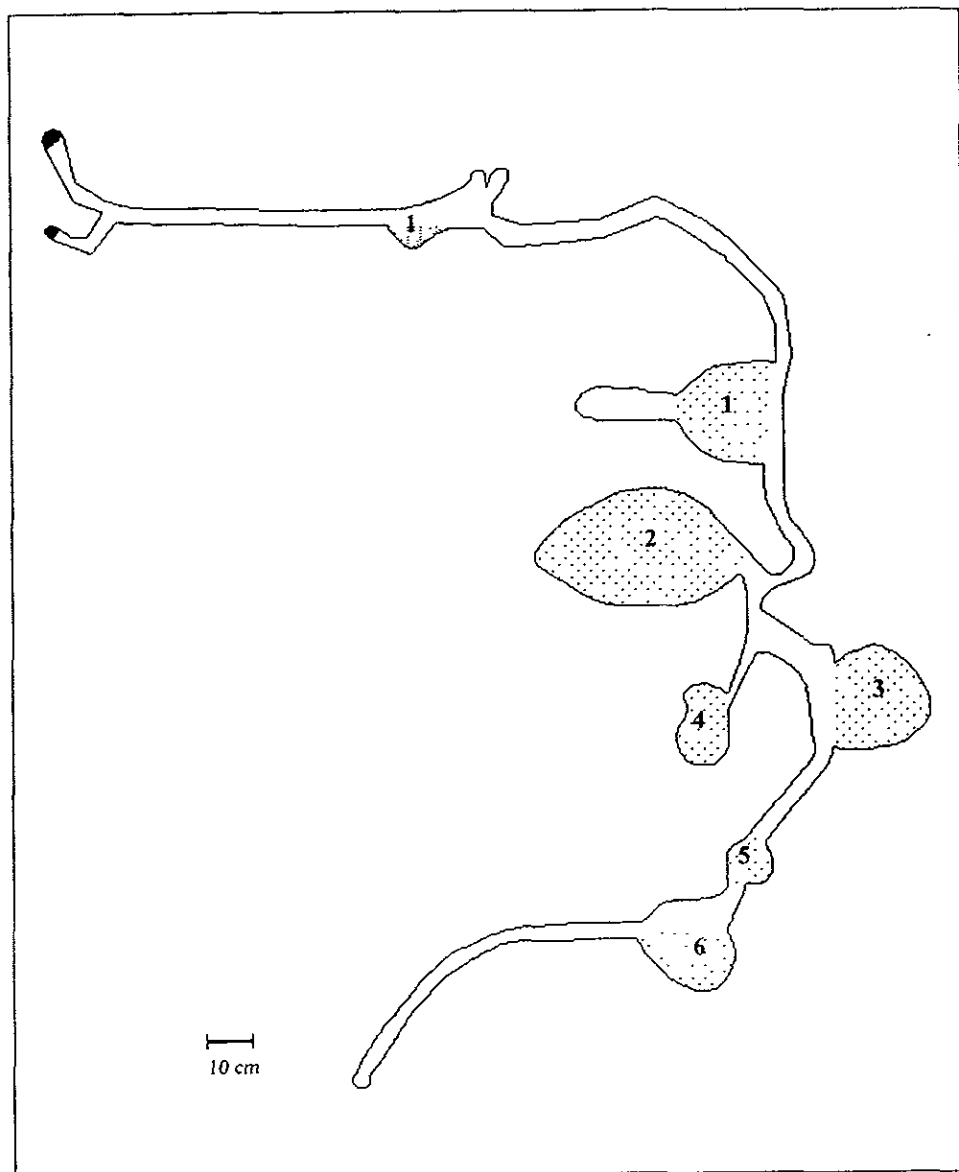
Madriguera 7



Madriguera 8

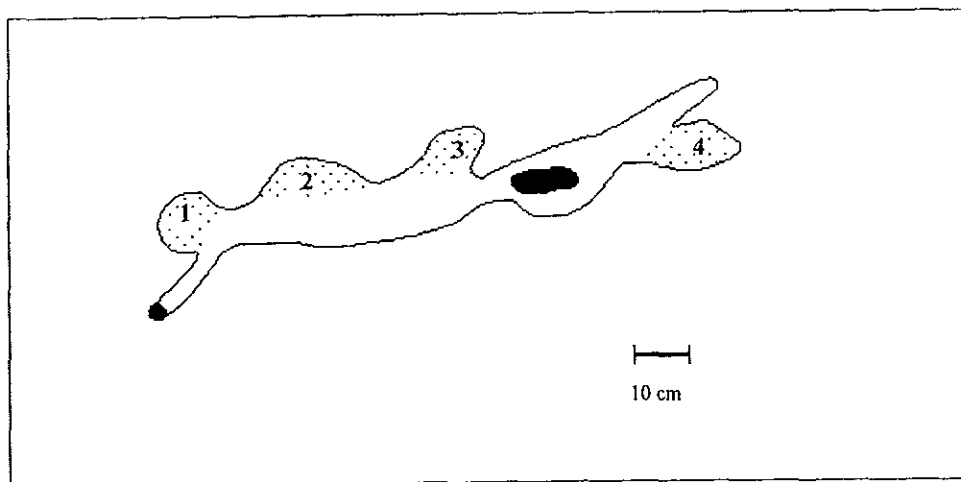


Madriguera 9

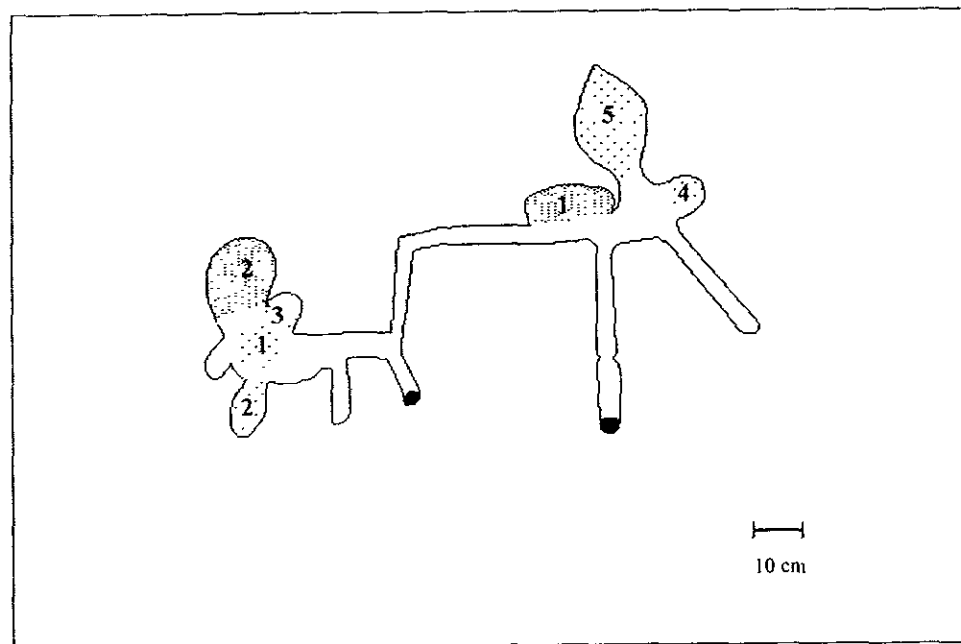


Madriguera 10





Madriguera 11



Madriguera 12

**Apéndice 3. Contenido (g) de madrigueras por sección.**

## ÉPOCA DE LLUVIAS

### Madriguera 1

	Hojas	Troncos	Insectos	Restos orgánicos	Caracoles	Semillas	Total
Cam. 1	0.3150	0.2580	0.0750	0	0.5160	0.9710	2.1350
Cam. 2	2.4653	7.1653	0.6586	1.4104	2.7095	34.6937	49.1028
Túnel	0.1170	0.0770	0.0050	0.0540	0.3400	2.7430	3.3360
Túnel 6	0.1485	0.6624	0.0066	0.6781	0.1480	1.2334	2.8770
Nido	21.669	0.4110	0.0430	0.0900	1.3350	1.5020	25.0500
<b>Total</b>	<b>24.7148</b>	<b>8.5737</b>	<b>0.7882</b>	<b>2.2325</b>	<b>5.0485</b>	<b>41.1431</b>	<b>81.9199</b>

### Madriguera 2

	Hojas	Troncos	Insectos	Restos orgánicos	Caracoles	Semillas	Total
<b>Total</b>	<b>0.2110</b>	<b>0.2030</b>	<b>0.0290</b>	<b>0.4610</b>	<b>0.0140</b>	<b>0.0947</b>	<b>1.0127</b>

### Madriguera 3

	Hojas	Troncos	Insectos	Restos orgánicos	Caracoles	Semillas	Total
Cam 1	0.7010	1.0320	0.0150	2.1080	0.1490	0.41490	4.4199
Cam. 2	0.2190	0.6270	0.0120	0.5490	0.0660	2.44920	3.9222
Cam. 3	0.5556	2.7311	0.0506	4.9474	0.7776	4.16850	13.2308
Cam. 4	0.1470	1.0590	0.1170	1.8060	2.2970	5.45400	10.8800
Cam. 5	0.2410	0.6800	0.0240	0.6670	0.1090	1.26750	2.9885
Cam. 7	0.4770	1.4060	1.1710	1.5380	1.1970	6.94730	12.7363
Cam. 8	0.4480	0.6510	0.0070	0.4090	0.8870	4.74960	7.1516
Cam. 9	0.3119	0.7792	0.0210	1.4758	0.1190	1 21300	3.9199
Cam. 10	0.0761	0.3409	0.0087	1.2807	0.0550	0.03450	1.7959
Cam. 11	0.1522	0.5266	0.0434	0.5922	0.7950	3.83930	5.9487
Cam. 12	0.1522	1.8210	0.2260	1.1460	3.7560	25.28500	32.3862
Nido 1	22.1780	0.7270	0.0120	0.2680	1.1569	3.46150	27.8034
Nido 2	10.7700	0.0450	0.0970	0.4190	0.0330	0.85900	12.2230
Nido 3	24.3330	0.3010	0	0.0190	0.3570	3.56730	28.5773
Túnel 2	0.1420	0.6440	0.0060	0.4440	0.0050	1.63130	2.8723
Túnel 3	0.5150	0.6830	0.0320	0.2180	0.1540	1.98300	3.5850
Túnel	0.3900	1.5970	0.0540	3.9380	0.8390	2.93640	9.7544
Desechos							
<b>Total</b>	<b>61.8090</b>	<b>15.6508</b>	<b>1.8967</b>	<b>21.8251</b>	<b>12.7525</b>	<b>70.2613</b>	<b>184.1954</b>

#### Madriguera 4

No se encontró ningún material

#### Madriguera 5

	<i>Hojas</i>	<i>Troncos</i>	<i>Insectos</i>	<i>Restos orgánicos</i>	<i>Caracoles</i>	<i>Semillas</i>	<i>Total</i>
Cam. 1	0.060	0.189	0.018	0.067	0	0.126	<b>0.460</b>
Túnel 1	0	0.478	0.015	0.048	0.071	0.069	<b>0.681</b>
<b>Total</b>	<b>0.060</b>	<b>0.667</b>	<b>0.033</b>	<b>0.115</b>	<b>0.071</b>	<b>0.195</b>	<b>1.141</b>

#### Madriguera 6

	<i>Hojas</i>	<i>Troncos</i>	<i>Insectos</i>	<i>Restos orgánicos</i>	<i>Caracoles</i>	<i>Semillas</i>	<i>Total</i>
Cam. 1	2.4480	1.7750	0.0040	0.3310	0.0490	18.0947	<b>22.7017</b>
Cam. 2	2.0990	6.5224	0.0310	0.1753	0.0264	1.0989	<b>9.9530</b>
Nido	3.5335	7.1246	0.0298	0.0414	0.0772	0.1203	<b>10.9268</b>
Túnel 1	0.4040	0.3530	0	0.0633	0	0	<b>0.8203</b>
Túnel 2	0.0310	0.0420	0.3900	0	0	0	<b>0.4630</b>
Túnel Final	0.5660	0.4110	0.0020	0	0.1570	2.3728	<b>3.5088</b>
<b>Total</b>	<b>9.0815</b>	<b>16.2280</b>	<b>0.4568</b>	<b>0.6110</b>	<b>0.3096</b>	<b>21.6867</b>	<b>48.3736</b>

### Madriguera 8

	Hojas	Troncos	Insectos	Restos orgánicos	Caracoles	Semillas	Total
Cam. 1	0.3809	0.2342	0.0027	0.1300	0	0.0121	0.7599
Túnel 1	0.3949	0.9937	0	0.8040	0.0136	0.0098	2.2160
Túnel 40	0.0612	0.3132	0.0132	0.0605	0.0352	0.0418	0.5251
<b>Total</b>	<b>0.83700</b>	<b>1.5411</b>	<b>0.01590</b>	<b>0.9945</b>	<b>0.0488</b>	<b>0.0637</b>	<b>3.5010</b>

### Madriguera 9

	Hojas	Troncos	Insectos	Restos orgánicos	Caracoles	Semillas	Total
Cam. 1	0.0794	0.2918	0.0303	0.1413	0.0299	0.2265	0.7992
Cam. 2	0.0384	0.1640	0.0025	0.0217	0.0113	0.0670	0.3049
Cam. 3	0.4404	0.4009	0.0377	0.1800	0.0595	0.1082	1.2267
Cam. 4	1.0744	0.7831	0.0633	0.8648	0.0537	1.2556	4.0949
Cam. 5	0.2716	1.3146	0.0284	0.3443	0.0185	0.3362	2.3136
Cam. 6	0.0805	0.8646	0.0140	0.2131	0.0014	0.8876	2.0612
Cam. 7	0.1695	0.9503	0.0053	0.4765	0.0406	0.1123	1.7545
Cam. 8	0.1644	0.0290	0.0037	0.1208	0.0049	0.0550	0.3778
Cam. 9	0.1334	1.0116	0.0757	0.5216	0.0346	0.3972	2.1741
Cam. 10	0.5401	0.8960	0.0813	1.5519	0.0619	0	3.1312
Cam. 11	0.2062	1.4997	0.1709	1.9741	0.0622	0.5328	4.4459
Cam. 12	0.2835	0.4994	0.0198	0.6532	0.0900	0.1621	1.7080
Cam. 13	4.0085	1.6608	0.0120	2.4618	0.1295	0.7319	9.0045
Cam. 14	0.1769	0.6405	0.0253	0.5502	0.0533	0.1841	1.6303
Cam. 15	0.0679	0.3833	0.0729	0.1621	0.0027	0.1500	0.8389
Nido 1	19.4000	0.1334	0.0005	0.4787	0.0064	0.4322	20.4512
Nido 2	3.8999	1.0941	0.1966	0.0191	0.1841	0.2452	5.6390
Túnel 1	1.0639	1.9985	0	0.1843	0.0230	0.0275	3.2972
Túnel 2	0.0773	0.1525	0	0.1114	0.0039	0.0978	0.4429
Túnel 3	0.2053	0.1320	0.0016	0.2994	0.0249	0.2009	0.8641
Túnel 6	0.2731	0.4146	0.0250	0.2001	0.0272	0.2022	1.1422
Túnel 9	0.9328	2.5555	0.0983	2.5156	0.0811	0.5937	6.7770
Túnel 10	0.1209	0.3366	0.0031	0.3844	0.0151	0.0160	0.8761
Túnel 11	0.0262	0.2507	0.0137	0.2962	0.0085	0.0716	0.6669
<b>Total</b>	<b>33.7345</b>	<b>18.4575</b>	<b>0.9819</b>	<b>14.7266</b>	<b>1.0282</b>	<b>7.0936</b>	<b>76.0224</b>

Madriguera 10

	Hojas	Troncos	Insectos	Restos orgánicos	Caracoles	Semillas	Total
Cam. 1	0.6041	1.4872	0.0102	10.4532	0.0246	4.0054	16.5847
Cam. 2	0.2171	0.1691	0.0145	1.3259	0.1088	4.4974	6.3328
Cam. 3	0.4118	1.8797	0.1576	16.3021	0.4641	5.2461	24.4614
Cam. 4	0.0353	0.9015	0.0338	1.1303	0	0.7705	2.8714
Cam. 5	0.1179	0.1177	0.0622	6.8779	0.0292	1.1733	8.3782
Cam. 6	0.3609	0.3396	0.0737	0.8988	0.0050	0.7067	2.3847
Túnel 1	1.7618	1.8285	0.0129	0.4464	0.0243	1.3803	5.4542
Túnel 2	0.6289	1.3577	0.0119	0.0501	0.0150	0.3141	2.3777
Túnel 3	0.4304	1.3668	0.0096	0.3616	0.0024	0.2442	2.4150
Túnel 4	1.0157	1.3844	0.0434	8.1733	0.2658	11.9101	22.7927
Túnel 5	0.3064	1.7598	0.0051	2.4992	0.5942	0.3380	5.5027
Túnel 7	0.0287	0.0994	0.0078	0.7188	0.0080	0.0817	0.9444
Túnel 8	0.1830	0.9847	0.1737	12.3608	0.0117	5.3197	19.0336
Túnel 9	0.0526	0.1547	0.0066	0.5218	0.0514	0.0951	0.8822
Nido	12.3586	2.2494	0.0069	1.0611	0.0082	5.0330	20.7172
<b>Total</b>	<b>6.1546</b>	<b>13.8308</b>	<b>0.6230</b>	<b>62.1202</b>	<b>1.6045</b>	<b>36.0826</b>	<b>120.41571</b>

Madriguera 11

	Hojas	Troncos	Insectos	Restos orgánicos	Caracoles	Semillas	Total
Cam. 1	0.3942	1.8434	0.0043	0.0428	0.0076	0.6065	2.8988
Cam. 2	1.3724	0.0211	0.0740	0	0	1.7270	3.1945
Cam. 3	0.0881	4.4908	0.0749	0.1433	0	22.0295	26.8266
Cam. 4	0.0345	1.9160	0.0022	0.3650	0.0384	0.4904	2.8465
Túnel 3	0.1137	0.9226	0.0002	0.0975	0	1.5453	2.6793
Túnel 4	0.0115	1.5211	0.0059	0.1850	0.0015	0.2560	1.9810
Túnel 5	0.3990	2.4249	0.0375	0.1386	0.0141	0.5633	3.5774
<b>Total</b>	<b>2.4134</b>	<b>13.1399</b>	<b>0.1990</b>	<b>0.9722</b>	<b>0.0616</b>	<b>27.2180</b>	<b>44.0041</b>

ESTA TESIS NO DEBE  
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

Madriguera 12

	<i>Hojas</i>	<i>Troncos</i>	<i>Insectos</i>	<i>Restos orgánicos</i>	<i>Caracoles</i>	<i>Semillas</i>	<i>Total</i>
Cam. 1	0.2994	1.5023	0.0087	0	0.8307	1.1971	<b>3.8382</b>
Cam. 2	0.6569	0.5060	0.0210	0.0070	0.0294	2.8684	<b>4.0887</b>
Cam. 3	0.0869	0.1112	0.0077	0.0076	0.2534	1.5393	<b>2.0061</b>
Cam. 4	0.2541	0.1083	0.0375	0.0057	0	0.2036	<b>0.6092</b>
Túnel 3	0.0188	0.0485	0.0040	0.0157	0	0.1540	<b>0.2410</b>
Túnel 4	0.5500	0.4019	0.0042	0	0.0074	0.1827	<b>1.1462</b>
Túnel 8	0.2115	0.0853	0.0018	0.0005	0	0.4340	<b>0.7331</b>
Nido 1	14.3105	0.6427	0.1077	0.0657	0.0248	0.0329	<b>15.1843</b>
Nido 2	3.3531	0.0673	0	0	0	0	<b>3.4204</b>
<b>Total</b>	<b>19.7412</b>	<b>3.4735</b>	<b>0.1926</b>	<b>0.1022</b>	<b>1.1457</b>	<b>6.6120</b>	<b>31.2672</b>

Apéndice 4. Lista taxonómica de las semillas encontradas en las madrigueras de *Liomys pictus* y en el suelo alrededor de ellas.

Especie	Familia	Madriguera	Suelo
<i>Cordia dentata</i>	Boraginaceae	**	**
sp 2		**	**
<i>Jacaratta mexicana</i>	Caricaceae	**	**
<i>Croton</i> sp 2	Euphorbiaceae	**	**
<i>Croton</i> sp 3	Euphorbiaceae	**	**
<i>Sciadondrendon excelsum</i>	Araliaceae	**	**
sp 7		**	
sp 8		**	
sp 9		**	
<i>Ipomoea</i> sp 1	Convolvulaceae	**	**
<i>Panicum</i> sp	Graminae	**	**
sp 12		**	**
sp 13		**	**
<i>Serjania brachicarpa</i>	Sapindaceae	**	**
<i>Croton</i> sp 4	Euphorbiaceae	**	**
sp 16		**	**
<i>Paullima</i> sp	Sapindaceae	**	**
<i>Cyclantera multifoliata</i>	Cucurbitaceae	**	**
<i>Momordica charantia</i>	Cucurbitaceae	**	**
<i>Jatropha standleyi</i>	Euphorbiaceae	**	**
sp 21		**	**
sp 22		**	**
sp 24		**	**
<i>Oxalis</i> sp	Oxalidaceae	**	**
<i>Croton</i> sp 1	Euphorbiaceae	**	**
sp 27		**	**
sp 28		**	**
sp 29		**	**
sp 31		**	**
<i>Lonchocarpus</i> sp 1	Leguminoseae	**	**
sp 33		**	**
<i>Nissolia fruticosa</i>	Leguminoseae	**	**
sp 35		**	**
<i>Recchia mexicana</i>	Simaroubaceae	**	**
sp 37		**	**
sp 38		**	**
sp 39		**	**
sp 40		**	**
sp 41	Cactaceae	**	**



Especie	Familia	Madriguera	Suelo
sp 42		**	**
sp 43		**	**
sp 44		**	**
sp 45	Cyperaceae	**	**
<i>Coccoloba</i> sp 1	Polygonaceae	**	**
<i>Spondia purpurea</i>	Anacardiaceae	**	**
<i>Leucanea lanceolata</i>	Leguminoseae	**	**
sp 49		**	**
<i>Croton</i> sp 6	Euphorbiaceae	**	**
sp 51		**	
sp 52		**	**
sp 53		**	
<i>Forstemia spicata</i>	Apocynaceae	**	**
<i>Coccoloba hebmani</i>	Polygonaceae	**	**
sp 56		**	**
sp 57		**	**
<i>Ficus</i> sp	Moraceae	**	**
<i>Acacia farnesiana</i>	Leguminoseae	**	**
sp 60		**	**
<i>Croton pseudomveus</i>	Euphorbiaceae	**	**
<i>Croton</i> sp 7	Euphorbiaceae	**	**
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Leguminoseae	**	**
sp 64		**	**
sp 65		**	**
sp 66		**	**
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	Convolvulaceae	**	**
sp 68		**	
sp 69		**	
sp 70		**	
sp 71		**	
sp 72		**	
sp 73		**	
sp 74		**	
sp 75		**	
<i>Ipomoea</i> sp 3	Convolvulaceae	**	**
sp 77		**	**
<i>Phaseolus microcarpus</i>	Leguminoseae	**	**
<i>Ipomoea</i> sp 2	Convolvulaceae	**	**
<i>Rivina humilis</i>	Phytolacaceae	**	**

Especie	Familia	Madriguera	Suelo
<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	**	**
sp 82		**	
<i>Cardospermum halicarbium</i>	Sapindaceae	**	**
sp 84		**	**
sp 85		**	**
sp 86		**	**
sp 87		**	**
<i>Comocladia engleriana</i>	Anacardiaceae	**	**
sp 89		**	**
<i>Ruprechtia fusca</i>	Polygonaceae	**	**
sp 91		**	**
sp 92	Ranunculaceae	**	**
sp 93		**	**
<i>Ruellia</i> sp 1	Acanthaceae	**	**
sp 95	Polygonaceae	**	**
sp 96		**	**
sp 97	Leguminosae	**	**
<i>Phaseolus lunatus</i>	Leguminosae	**	**
<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	Leguminosae	**	**
sp 100		**	**
sp 101		**	**
<i>Manihot</i> sp	Euphorbiaceae	**	**
sp 103		**	**
sp 104		**	**
sp 105		**	**
sp 106		**	**
sp 107		**	**
sp 108		**	**
sp 109		**	**
sp 110	Leguminosae	**	**
<i>Acantocereus occidentalis</i>	Cactaceae	**	**
sp 112		**	**
<i>Heliocarpus pallidus</i>	Tiliaceae	**	**
<i>Evolvulus</i> sp	Convolvulaceae	**	**
sp 115	Compositae	**	**
sp 116		**	**
sp 117		**	**
sp 118	Euphorbiaceae	**	**
<i>Croton</i> sp 5	Euphorbiaceae	**	**

Espece	Familia	Madriguera	Suelo
sp 120	Leguminoseae	**	
sp 121		**	**
sp 122		**	
sp 123		**	
<i>Coccoloba</i> sp 2	Polygonaceae	**	**
sp 125		**	**
sp 126		**	**
<i>Ipomoea nil</i>	Convolvulaceae	**	
sp 128		**	
<i>Crotalaria</i> sp	Leguminoseae	**	
sp 131		**	
sp 132		**	**
<i>Trichilia trifolia</i>	Meliaceae	**	**
sp 134		**	**
<i>Cleome</i> sp	Capparidaceae	**	**
sp 136	Sapindaceae	**	**
sp 137	Amaranthaceae	**	**
<i>Capsicum</i> sp	Solanaceae	**	**
sp 139	Graminae	**	**
sp 140	Amaranthaceae	**	**
<i>Opuntia</i> sp	Cactaceae	**	**
sp 142	Compositae	**	
sp 143		**	
sp 144		**	**
sp 145		**	**
sp 146		**	**
sp 147	Malvaceae	**	**
sp 148		**	**
<i>Chloroleucon mangense</i>	Leguminoseae	**	**
<i>Dicliptera</i> sp	Acanthaceae	**	**
<i>Merremia aegyptice</i>	Convolvulaceae	**	**
sp 152		**	
sp 153		**	
<i>Piptadenia constricta</i>	Leguminoseae	**	
<i>Chloclopermum vitifolium</i>	Chloclopermaceae	**	
sp 156		**	**
sp 157	Boraginaceae	**	**
<i>Chloroleucon</i> sp	Leguminoseae	**	
sp 159		**	

Especie	Familia	Madriguera	Suelo
<i>Ipomoea</i> sp 4	Convolvulaceae	**	**
<i>Setaria</i> sp	Graminae	**	**
sp 162		**	**
<i>Stegnosperma cubense</i>	Phytolaccaceae		**
sp 165			**
sp 166			**
sp 167			**
sp 168			**
<i>Ipomoea</i> sp 5	Convolvulaceae		**
sp 170			**
sp 171	Solanaceae		**
sp 172			**
<i>Jaquinia pungens</i>	Theophrastaceae		**
sp 174			**
sp 175			**
sp 176	Compositae		**
sp 177			**
sp 178			**
sp 179			**
sp 180			**
sp 181			**
sp 183	Convolvulaceae		**
sp 185			**
sp 189			**
sp 190			**
sp 191			**
sp 192			**
sp 193	Cucurbitaceae		**
sp 194			**
<i>Thoumndium decandrum</i>	Sapindaceae		**
sp 196			**
sp 197	Compositae		**
sp 198			**
sp 199	Euphorbiaceae		**
sp 200			**
sp 201			**
sp 202			**
sp 203			**
sp 204			**

Espece	Familia	Madriguera	Suelo
sp 205	Polygonaceae		**
sp 206			**
Cordia sp	Boraginaceae		**
sp 208			**
sp 209			**
<i>Physalis</i> sp	Solanaceae		**
sp 211			**
sp 213			**
sp 214	Leguminoseae		**
sp 215			**
<i>Schrankia diffusa</i>	Leguminoseae		**
<i>Ruellia</i> sp 2	Acanthaceae		**
Flores <i>Spondias purpurea</i>	Anacardiaceae		**
<i>Ipomoea</i> sp 6	Convolvulaceae		**
sp 220			**
sp 221			**
<i>Physalis maxima</i>	Solanaceae		**
<i>Lisyloma microphyla</i>	Leguminoseae		**
Fruto de <i>Ipomoea</i> sp	Convolvulaceae		**
sp 225			**
sp 226			**
sp 227			**
<i>Lonchocarpus</i> sp 2	Leguminoseae		**
sp 229			**
sp 230			**
sp 231			**
sp 232			**
sp 233	Compositae		**
sp 234	Graminae		**
sp 235			**
sp 236			**
sp 237			**
sp 238			**
sp 239			**
sp 240			**