

103
2ej:



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y ECOLOGICA DE UNA
TUZA (*Geomys Tropicalis*) ENDEMICA DE MEXICO "

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

ROBERTO MARQUEZ HUITZIL



MEXICO, D. F.

MARZO DE 1994

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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 está 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.

Con todo mi cariño a la
memoria de mi padre.

A mi madre por su amor y
abnegación

Con todo mi Amor para Gude,
que forma la parte más
importante de mi vida, por todo
su amor, y todos los cambios
positivos e importantes
que ha traído a mi vida.

A Jaime por todo su apoyo
y cariño que ha sido como un
segundo padre para mí.

A Emilio por traer una
esperanza para Ofelia.

A la naturaleza entera por la grandiosidad de su existencia, y con infinito pesar por el daño que le causamos día a día, pero con la esperanza que da la vida.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento:

Al Dr. Gerardo Ceballos por su asesoría y dirección de esta tesis y por todas las mejoras al mismo, con admiración y respeto por el trabajo que realiza.

Al M. en C. Jorge Llorente, al Biólogo Eduardo Morales, al Dr. Manuel Maass y al Dr. Héctor Arita por la revisión del presente trabajo, por sus valiosas opiniones y sugerencias, y por el apoyo que me brindaron para la corrección del mismo.

A Gude porque sin ella no hubiera podido mejorar el presente trabajo y mejorar en mi carrera. Sobretudo por todo su amor y cariño que siempre me da y que son el principal aliciente en mi vida. Con todo mi Amor y mi cariño.

A Cuauhtémoc Chávez Tovar que lo considero como uno de los autores de esta tesis, ya que sin él no se hubiera podido realizar este trabajo. Por su amistad y ayuda incondicional que siempre nos brinda a la gente del laboratorio.

A Enrique Solís Villalpando por todo su apoyo en la parte edafológica de este trabajo así como por la amistad que me ha mostrado.

A la Biol. Blanca Mejía Recamier por su gran ayuda en la identificación de los parásitos y a Isabel por su ayuda en el trabajo de campo y en la colecta de parásitos.

A todo el Laboratorio de Ecología: a su responsable Dr. Jorge Meave por permitirme trabajar en su laboratorio dejándome sentir como parte del mismo. Al Dr. Javier Alvarez por su apoyo y amistad, a Irene Sánchez, Ricardo, Lupita, Claudia, Octavio, Gaby, Paty, Marisa y todos los que conforman ese maravilloso equipo. A Rodolfo Noriega por su gran ayuda en la identificación de las plantas colectadas, así como a Francisco (Piolín) por su gran ayuda también en la identificación del Material.

Al Dr. Ticol Alvarez por su ayuda desinteresada en este trabajo.

Al Dr. Vinicio Sosa por su valiosa ayuda y el regalo de su valioso trabajo de tesis.

A los de los miembros del Laboratorio de Ecología de Mamíferos a David Vázquez por su valiosa ayuda en el trabajo de campo, por su apoyo y amistad, a Cuau, a Gissell, a Chuchito, a Jorge, a Bryan, a Lupita.

A mis amigos y maestros, Adrián Velazquez y Roberto Martínez por los valiosos tesoros que me han dado.

A mis grandes amigos Roberto Madrid, Humberto Molina, Miguel Angel, Manuel, Rebeca y Aarón, Adrián, Poncho, por su gran amistad que es un gran apoyo para mí.

A mis amigos Irma, Alma, Juan y Olivia por su gran amistad.
A todos mis amigos que en este momento omití por las prisas, pero que siempre tendrán un lugar en mi corazón.

A mi madre, mi abuelita, mis hermanos y mi sobrino que los quiero tanto.

INTRODUCCION

El conocimiento de los factores determinantes de la distribución y abundancia de los organismos es el fin principal que persigue la ecología (Krebs, 1978). La distribución y abundancia están estrechamente vinculadas y son el resultado de interacciones con el medio físico y biológico, y factores históricos y geológicos (Brown y Gibson, 1983; Cox y Moore, 1985; Ceballos, 1989).

Entre los principales factores físicos que afectan la distribución de los organismos terrestres se encuentran la temperatura, la luz, la humedad y el suelo. De entre todos los factores bióticos, los principales son la competencia, la depredación y el parasitismo (Krebs, 1978; Begon et al., 1986).

El suelo es un ambiente en el que existe una gran diversidad de especies animales y vegetales, cuya distribución y abundancia se encuentran influenciados, dependiendo de su grado de especialización respecto de este ambiente, por las características físicas del mismo, como la textura, profundidad, compactación y drenaje. Muchas de las propiedades químicas y biológicas en el suelo dependen de las proporciones de arena, arcilla y limo presentes, que determinan su textura (Paul y Clark, 1989).

Para las especies de vertebrados estrictamente fosoriales, la textura del suelo puede ser el factor determinante de su distribución (Stuart, 1932; Dale, 1939; Moss, 1940; Hardy, 1945; Sheldon, 1950; Borchelt y Overmann, 1974; Lynch, 1978; Feldhamer, 1979). Otras características físicas como los fragmentos de roca

pueden reducir considerablemente el espacio disponible para sus actividades o bien, la consistencia del suelo puede afectar la disponibilidad de hábitat para los animales cavadores. Los efectos del tipo y características del suelo y su relación con la distribución y abundancia de vertebrados terrestres ha sido ampliamente estudiada (McColley y Hodgkinson, 1970; Bienek y Grundmann, 1971; Krebs et al., 1971; Proctor y Whitten, 1971; Sheets et al., 1971; Daubenmire, 1972; Hodgson, 1972; O'Farrell, 1972; Turner, 1972; Best, 1973; Lunt et al., 1973; Mushinsky y Brodie, Jr. 1975; Weaver, 1977; Feldhamer, 1979; Maser et al., 1979; Short, 1979; Passey et al., 1982).

Los mamíferos cuya distribución es estrechamente dependiente del tipo y características del suelo, en Norteamérica son las tuzas (Familia Geomyidae) y los topos (Familia Talpidae), mientras que al sur del continente se encuentran los tuco-tucos (Familia Ctenomyidae). Existen otros mamíferos como el topo dorado (Familia Chrysochloridae) que se distribuye en la parte sur de Africa; la rata topo desnuda (Familia Bathyergidae), que se distribuye en el oriente de Africa; algunos miembros de la Familia Muridae, Spalax (Subfamilia Spalacinae) que viven en la región Oriental del Mediterraneo y el sureste de Europa, y la rata de las raíces africana (Subfamilia Tachyoryctes) que habita tanto en densos bosques de bambú en Asia como en pendientes subalpinas del Monte Kenya en Africa Oriental (McNab, 1966; Hall, 1981; Vaughan, 1988).

Las tuzas son consideradas los mamíferos más fosoriales de Norteamérica (Vaughan, 1988) y, ya que el suelo es un factor

crítico que limita su distribución (Miller, 1964; Hansen y Morris, 1968; Chase et al., 1982). En general, las tuzas presentan abundancias mayores en suelos de textura arenosa, muy porosos y bien drenados (Chase, et al., 1982) y están ausentes en suelos continuamente húmedos, arcillosos y con pobre difusión de gases (Davis et al., 1938; Davis, 1940; Kennerly, 1964; McNab, 1966). Se ha encontrado, por ejemplo, que los individuos de la especie (Thomomys monticola), en las pequeñas praderas de las Sierra Nevada cerca de Huntington Lake, California (EUA), realizar desplazamientos estacionales hacia zonas más elevadas, para evitar las áreas inundadas por el derretimiento de la nieve acumulada durante el invierno (Ingles, 1952).

Asimismo, la profundidad del suelo puede afectar la distribución local de las tuzas, ya que en suelos de poca profundidad no pueden cavar túneles hondos, necesarios para mantener su temperatura (Kennerly, 1964; McNab, 1966; Turner et al., 1973; Chase et al., 1982). En Colorado, Geomys bursarius es específica de suelos profundos y de textura arenosa. Cratogeomys castanops tiene preferencias similares, pero tolera suelos más compactos y más secos; Thomomys bottae tiene una tolerancia mayor a diferentes tipos de suelo, pero no se encuentra en suelos duros arcillosos y extremadamente pedregosos. Finalmente, Thomomys talpoides ocupa, en Colorado, el área más amplia de distribución, debido a que tolera un intervalo de humedad amplio y condiciones topográficas que no son toleradas por las tres especies anteriores (Miller, 1964).

No se ha encontrado que las propiedades químicas del suelo tengan influencia directa en el desarrollo de las tuzas (Davis et al., 1938; Kennerly, 1964), aunque podría tener una influencia indirecta, ya que determina la composición y tipo de vegetación que influyen directamente en la alimentación de estos organismos (Hardy, 1945; Chase et al., 1982; Stone, 1986).

En este trabajo se analiza la distribución geográfica y ecológica de una tuza, Geomys tropicalis, endémica de México. Básicamente se abordan los siguientes tópicos: 1) la distribución geográfica, histórica y actual, y su relación con procesos geológicos y biogeográficos, 2) el efecto de factores físicos, especialmente el suelo, en la determinación de la distribución a escalas locales y regionales, y 3) el estado de conservación de la especie. Esto último es debido a que su ambiente natural está siendo seriamente modificado por la construcción del Puerto Industrial de Altamira, y el crecimiento de las ciudades de Altamira y Tampico (Ceballos y Navarro, 1991).

OBJETIVOS GENERALES

Los objetivos principales de este estudio son los siguientes:

- 1) Conocer la distribución geográfica, distribución actual y geografía histórica actual, de la tuza Geomys tropicalis.
- 2) Analizar la relación entre la distribución y los tipos de suelos.
- 3) Determinar el estado de conservación de la tuza.

ANTECEDENTES

AREA DE ESTUDIO

Localización: El área de estudio se encuentra en el sureste del estado de Tamaulipas, México, y la mayoría de las observaciones se realizaron en los municipios de Altamira, Tampico y Cd. Madero. La zona se sitúa entre las coordenadas 22°12'00"-22° 32'00" N, y los 98°00'00"-97°50'00" O, y se ubica dentro de la provincia fisiográfica de la Llanura Costera del Golfo Norte (INEGI, 1974) (Fig. 1).

Topografía: La zona está conformada por lomeríos bajos. Sobre los lomeríos se observan proyecciones ocasionales que generan pequeñas depresiones, donde se forman cuerpos de agua estacional. El lomerío más alto corresponde a una zona aledaña al Puerto Industrial Altamira, a un costado del camino estatal pavimentado que lo comunica con la autopista #180.

Clima: El clima de la región es resultado de la influencia de la latitud, la altitud y su cercanía al Golfo de México. El trópico de Cáncer divide al estado de Tamaulipas, ocasionando que en la zona sur predominen los climas cálidos y relativamente húmedos. En la zona de estudio predominan climas de tipo cálido-subhúmedos con lluvias en el verano, correspondientes al clima Aw. La influencia

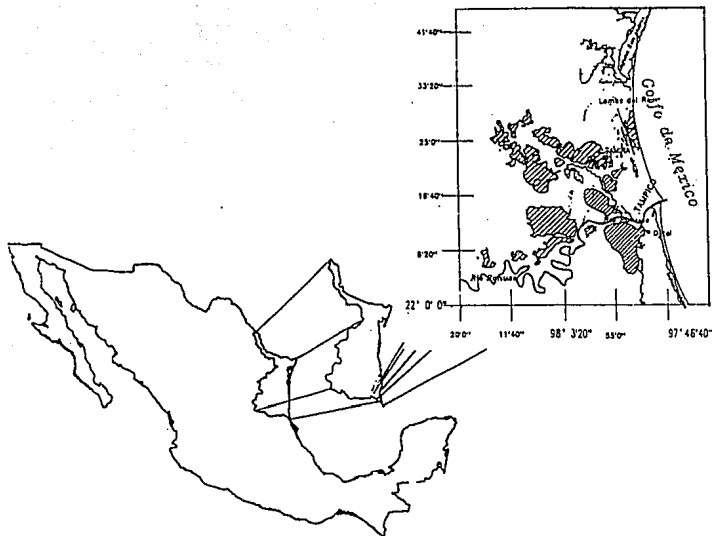


Fig. 1. Localización del área de estudio, nótese que se limita a una pequeña porción en el extremo sureste del estado, ya que todos los registros sobre esta tuza pertenecen únicamente a esta zona.

marítima se deja sentir a lo largo del año, y en la época de verano llegan a presentarse fuertes huracanes y vientos húmedos que penetran en el continente y producen buena parte de la precipitación anual. En los meses invernales las masas de aire polar o "nortes", son las que provocan precipitación y condiciones de alta humedad atmosférica (García, 1973).

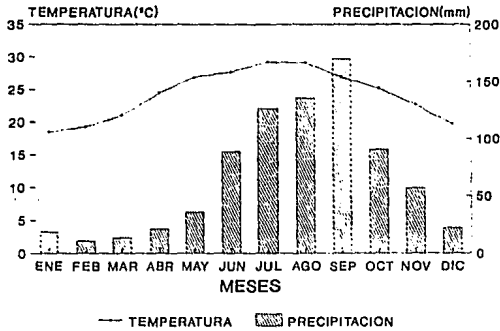
La temperatura media anual fluctúa entre los 24.6 y 26.5°C, con temperaturas extremas de 29.4°C en junio y agosto y de 19.4°C en enero.

La precipitación anual oscila entre 1068 mm y 1578 mm. Dentro de la zona, la mayor humedad se presenta en los alrededores de Tampico y Ciudad Madero, con sequía durante el verano (Fig. 2).

Suelos: La carta edafológica F14-3-6 elaborada por la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional (DGGTN) de la Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP) es la representación geográfica de los suelos del país ordenados de acuerdo con el sistema de clasificación FAO/UNESCO (1970), y modificado por la DGGTN (SPP, 1983). De acuerdo con esta carta, los suelos predominantes en gran parte de la zona, principalmente en la zona central son regosoles, cambisoles y vertisoles. En las zonas aledañas a la costa se encuentran suelos de tipo Solcnchak y Solonetz.

Geología: La mayor parte de la zona está constituida por rocas sedimentarias que datan del Cuaternario. Son de origen

CD.MADERO, TAMPS.



TAMPICO, TAMPS.

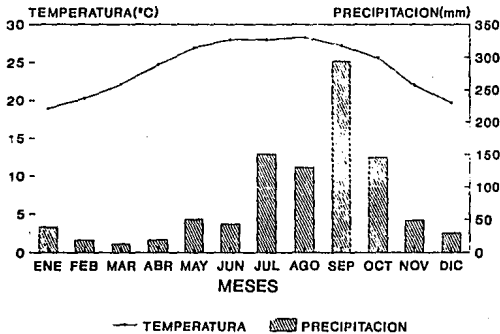


Fig. 2 Datos de temperatura y precipitación promedio para los observatorios de Cd. Madero, Tamps. (11 años) y Tampico, Tamps. (40 años).

predominantemente marino. También se encuentran en menor proporción rocas ígneas cenozoicas, rocas metamórficas, precámbricas y paleozoicas, así como depósitos no consolidados del Cuaternario. Los suelos son relleno de valles, siendo notorios los gruesos espesores que alcanzan en esta porción. Estos suelos se han formado a partir de lutitas y areniscas (INEGI, 1974). El aspecto económico más importante de la zona es la explotación de los hidrocarburos, con una refinería en Cd. Madero y una gran cantidad de baterías y bombas de PEMEX distribuidas por toda el área, lo que ha traído el establecimiento de múltiples industrias por toda la zona.

Vegetación: Goldman (1915) describió la vegetación de la zona cercana a Altamira como una cubierta baja, delgada y creciente de tipo chaparral perteneciente a un clima seco que se interrumpía por franjas de varios kilómetros de ancho, por densos bosques formados principalmente de encinos (Quercus sp.) altos y ojites (Brosimum alicastrum).

Actualmente, la vegetación natural ha sido profundamente alterada y está formada por pastizales planos, naturales e inducidos, con chaparrales esparcidos, encinos, ojites, guayabas y cactus. Existen algunos manchones de bosque espinoso y de selva baja caducifolia. En las zonas cercanas lagunas existen popales, tulares, manglares, y en la costa del Golfo la vegetación es halófila (Baker y Williams, 1974; Rzendowsky 1978; SPP, 1983)

Urbanización: Existen tres ciudades dentro de la zona de estudio, Tampico, Cd.Madero y Altamira, cada una en un municipio que lleva su nombre, que han tenido un desarrollado notable en los últimos años.

En el Municipio de Tampico y Ciudad Madero, la mayor parte es ocupada por las ciudades que prácticamente han llegado a formar una sola zona urbana. En el municipio de Altamira existen gran cantidad de pueblos, ranchos y rancherías. La ciudad de Altamira ha crecido de un modo sorprendente, y en los últimos 10 años ha alcanzado un crecimiento del 200% (INEGI, 1990).

DESCRIPCION DE LA ESPECIE

Geomys tropicalis (Alvarez, 1963) es una tuza de talla mediana (en machos, longitud total (LT): 260-265 mm, longitud de la cola (LC): 87-93 mm, longitud de la pata trasera izquierda (LP): 33-35 mm; en hembras, LT: 235-250 mm, LC: 78-85 mm, LP: 31-33 mm) con el cuerpo robusto, ojos pequeños, orejas reducidas y largas garras en las patas delanteras. Presenta abazones que se abren al exterior. La coloración dorsal varía entre canela y ante, desvaneciéndose lateralmente hacia el vientre. La parte superior de la cabeza y el dorso están cubiertas por un pelo de color muy claro. La cola es color café claro, casi rosa (Goldman 1915). Las características craneales son las siguientes (Alvarez, 1963): arcos cigomáticos posteriormente estrechos; cresta sagital pequeña; una protuberancia escamosa; un triángulo interparietal; una fosa mesopterigoidea en forma de V y un borde subcuadrado de la premaxila al foramen incisivo (Fig. 3). Su fórmula dental es $i\ 1/1, c\ 0/0, p\ 1/1, m\ 3/3$, sumando en total 20. Todos los dientes son de crecimiento continuo y presentan esmalte en la superficie anterior de los incisivos, los cuales se encuentran bisurcados; el esmalte en los dientes de mejilla se encuentra muy reducido (Baker y Williams, 1974; Hall, 1981).

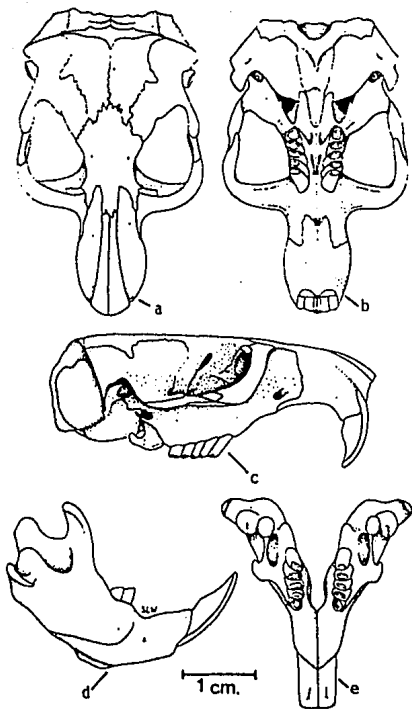


Fig.3 . Vistas de un cráneo de *Geomys tropicalis*: a) Vista dorsal; b) Ventral; c) Lateral. Vistas de la mandíbula inferior: d) Lateral; e) Superior. (Tomado de un ejemplar hembra de la Texas Tech University con N.ºm. 8142, de 2.5 mi al SE de Altamira, Tamaulipas, México) (Baker & Williams, 1974).

Relaciones Filogenéticas

Penney y Zimmerman (1976) estudiaron la similitud genética de la especie de tuzas del género Geomys. Los valores más altos en el coeficiente de similitud genética son los obtenidos con combinaciones pares de G. bursarius y G. personatus y G. tropicalis, con un 77% de alelos predominantes compartidos por G. bursarius y G. personatus, y 86 % de alelos predominantes compartidos por G. bursarius y G. tropicalis. Las poblaciones de G. tropicalis y G. personatus tienen el más alto promedio de similitud interespecífica genética (S) hacia G. bursarius. Por lo anterior, estos autores sugieren que G. tropicalis, G. arenarius y G. personatus divergieron de modo independiente a partir de G. bursarius. Los números cromosómicos de G. tropicalis son: un número diploide de 38 y un número fundamental de 72 brazos, mientras que para G. personatus el número diploide se encuentra en un rango de 68-72 y el número fundamental en un rango de 70 a 72; para G. arenarius tiene un número diploide de 70 y un número fundamental de 102 (Davis et al, 1971).

Lo anterior modifica lo propuesto por Baker y Williams (1974) que mencionan que G. tropicalis divergió a partir de G. arenarius, en los últimos 60,000 años durante el período Wisconsiano. Las diferencias de G. tropicalis con G. personatus y G. arenarius no son sólo en caracteres craneales, sino también en la estructura genética de estas 3 especies.

MÉTODOS

TRABAJO DE CAMPO

Distribución

El presente estudio se realizó de diciembre de 1990 a marzo de 1992.

La **distribución actual** de *G. tropicalis* se determinó verificando la presencia o ausencia de la especie en localidades donde había sido registrada en la literatura, adicionando los nuevos registros generados en el trabajo de campo. Para ubicar las áreas nuevas de distribución, se realizaron recorridos en localidades vecinas donde la especie no había sido reportada. Los recorridos se efectuaron por carreteras, caminos y brechas, dentro y fuera del área de distribución citada en la literatura por medio de vehículo. Se hicieron prospecciones cada 2 Km, para observar presencia de montículos y/o coleccionar individuos. Se realizaron 5 transectos perpendiculares al camino, el mayor de 4 km de longitud.

Los recorridos llegaron hasta Tres Marías, Corpus Christi, Estación Manuel y Aldama; de Aldama hasta Morón, y también hasta un poco antes de Barra El Tordo (Fig. 4); se realizaron prospecciones de áreas al sur de Tamaulipas, en la cercanías de la ciudad de Villa Cuauhtémoc a lo largo de la nueva carretera 180 y hasta Tampico Alto, y por la vieja carretera 180, hasta Garrapatas y de regreso hasta Ojital, en el estado de Veracruz.

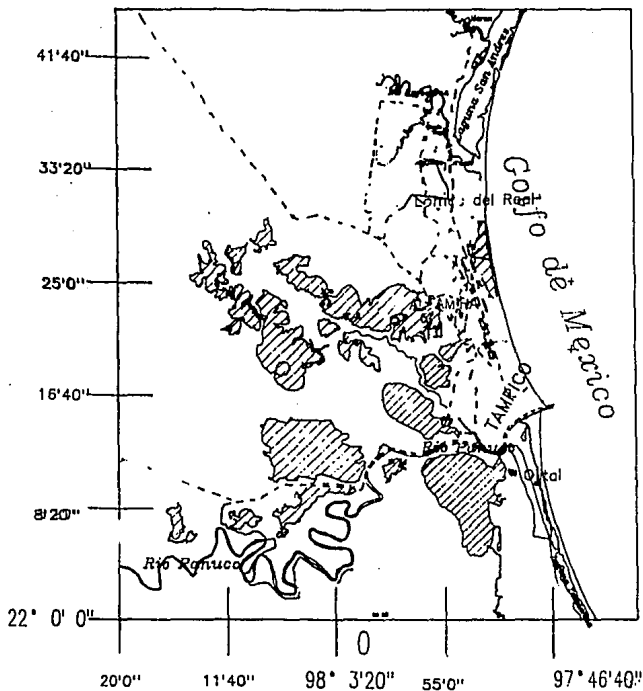


Fig. 4 Mapa donde se observan las carreteras, caminos y brechas (con líneas punteadas) que fueron recorridos para delimitación del área de distribución.

La distribución histórica se determinó con todos los registros de la literatura y los derivados del trabajo de campo. Todas las observaciones fueron situadas en un mapa topográfico de escala 1:50 000.

Se situó la distribución geográfica de la especie Geomys tropicalis con respecto a la de especies de tuzas vecinas, localizando las principales barreras geográficas que la separan de el resto de las especies de tuzas, y la limitan en su distribución.

Recolecta

Se realizaron recolectas de ejemplares, utilizando trampas volke (Tuzeras) para G. tropicalis y cepos # 0 para la recolecta de Orthogeomys hispidus. De cada ejemplar recolectado se verificó estado reproductivo, se tomaron las medidas corporales y se preparó la piel de manera convencional. Se intentó recolectar ejemplares con trampas elaboradas según el modelo de Sherman (1941), pero no se tuvo éxito. Sólo se obtuvo una hembra viva, que se mantuvo en el laboratorio, durante 6 meses. Se le realizaron tres frotis vaginales en abril, julio y agosto, para determinar su estado reproductivo. Las preparaciones se observaron al microscopio para determinar el estado reproductivo del animal.

Abundancia Relativa y Madrigueras

Para evaluar la densidad y la actividad de las tuzas, se realizaron conteos de montículos por hectárea en 5 localidades, 2 al centro, 2 al extremo norte y 1 al sur de la distribución actual, correspondiendo a diferentes tipos de vegetación. En cada sitio se midieron todos los montículos presentes en una hectárea clasificándolos en 3 categorías: 1) nuevos, los montículos que al palparlos se sentían formados de tierra suave, sin compactarse y sin presentar una forma bien definida, 2) maduros, los que al tacto eran un poco compactos, nada suaves en su textura, y con una forma curva, aunque fácilmente maniobrables, y 3) viejos, los que al tacto se sentían compactados, muy planos y de forma curva por el roce del viento y en los que empezaba la invasión de vegetación.

Se determinaron algunas características de las madrigueras con la excavación de 7 de ellas, a las que se les midieron los siguientes parámetros: 1) Diámetro del túnel principal cada vez que se observaba variación en las características del mismo; 2) diámetro de túneles secundarios; 3) profundidad desde el límite superficial hasta la parte superior del túnel; 4) distancia entre montículos, curvaturas o túneles secundarios; 5) dirección de las curvaturas o de los túneles; 6) medidas de los montículo: incluyendo el diámetro mayor, menor y altura; y 7) presencia de nidos, túneles secundarios de desecho, y/o almacenamiento.

Factores Edáficos

Para describir los factores edáficos relacionados con la distribución de las tuzas se excavaron 23 perfiles (1 m por 1.5m), 10 en sitios con tuzas y 13 en sitios sin tuzas (Fig.5). De cada uno de los pozos se hizo una descripción del perfil edáfico para su posterior identificación de acuerdo con las clasificaciones dadas por INEGI. Se tomaron muestras de los mismos para su posterior análisis en el laboratorio .

Para determinar la transición entre los diferentes tipos de suelo, se realizó un transecto a lo largo de la brecha que va del rancho Santo Domingo hasta La Curva y hasta la intersección con la brecha a Aquiles Serdán, con un intervalo de 500 m. entre puntos. Los puntos de control se hicieron sacando muestras con una barrena cada 10 cm. de profundidad hasta el límite de penetración del instrumento, una capa de arcilla o una capa de suelo muy compactada. A cada muestra proveniente de la barrena se le efectuaron las siguientes pruebas de campo: textura al tacto, color, comparación con las tablas de Munsell; reacción al HCl.

Vegetación

Para la descripción de la vegetación se realizó, por un lado, con la fotointerpretación de la zona de estudio, y por otro, con la colecta en los sitios donde se presentan las tuzas.

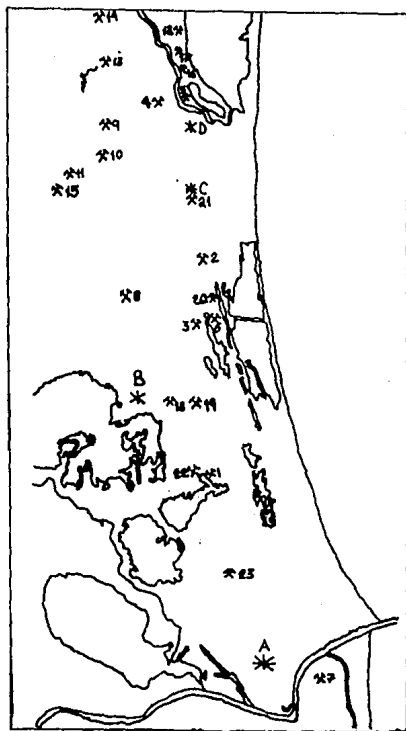


Fig. 5 Mapa donde se marcan (X) los perfiles que se realizaron en el área de estudio.

La recolección de flora se realizó en los mismos sitios en donde se elaboraron los perfiles edáficos, recolectando la flora en 4 puntos, al norte, al este, al sur y al oeste, a un metro del perfil por cada lado. Todos los ejemplares recolectados se colocaron en una presa botánica con su etiqueta correspondiente para su transporte.

TRABAJO DE LABORATORIO

Edafología: La determinación de la textura del suelo se realizó por el Método del densímetro de Bouyucos (Millar *et al*, 1972).

Vegetación: Los ejemplares colectados fueron colocados en una cámara de secado por 3 días. Posteriormente los ejemplares fueron identificados por lo menos a nivel de género o de especie con la ayuda de taxónomos del Laboratorio de Ecología de la Facultad de Ciencias.

Análisis de resultados: Se situaron los tipos de suelo encontrados en la zona, de acuerdo con los perfiles y recorridos realizados, comparándolos con la carta edafológica F-14-3-6 editada por la SPP, posteriormente, se elaboró un mapa de la distribución de los suelos en la zona de estudio. Se situaron los diferentes perfiles de acuerdo a la textura presentada en un triángulo de texturas. Para establecer las principales variables que determinaban las características de los suelos, que a su vez determinaban la presencia o la ausencia de las tuzas, se aplicó un Análisis de Componentes Principales (Ezcurra, 1989).

Las variables consideradas (contenido de arena, de arcilla y profundidad de la capa más superficial) se determinaron basados en los trabajos de Davis (1940), Miller (1964) y Best (1973). La prueba de Componentes Principales se realizó con el programa de computadora llamado Orden (Ezcurra, 1989). Se realizó una

transformación arcoseno en el caso de las variables de los porcentajes de arena y arcilla, para poder aplicar las pruebas estadísticas correspondientes de acuerdo con la distribución de los datos respecto a los componentes obtenidos (Mendenhall et al, 1986; Montgomery, 1991).

Para corroborar estos resultados se realizó un análisis de varianza multivariada (MANOVA) considerando las mismas variables.

RESULTADOS Y DISCUSION

Distribución Geográfica

Geomys tropicalis es una especie endémica de México, cuya distribución se encuentra restringida a la parte sureste del estado de Tamaulipas. Es la única especie de tuza que se distribuye en la zona de estudio. La especie congénérica más cercana, G. personatus, se encuentra distribuida en el norte de Tamaulipas, a aproximadamente 264 km, en las barras de arena frente a la costa de Matamoros y por otro lado, Orthogeomys hispidus presenta una distribución parapátrica, ya que se encuentra al sur del Río Pánuco (Fig. 6).

Geomys tropicalis se ha registrado en sólo 18 localidades, de las cuales 11 son nuevos registros aportados con este trabajo. El área de su distribución histórica abarcaba aproximadamente 168 km², y es más amplia de lo que se conocía, ya que en este trabajo se registró en localidades que extienden los límites al norte y este. La extensión más notable es el límite norte, que se encuentra en los alrededores de Aquiles Serdán, a 20 km al nor-noreste de la localidad más norteña citada en la literatura (Cuadro 1). Los límites oeste y este se ubican entre los 3 y 10 km de las áreas reportadas.



Fig. 6 . Areas de distribución para las tuzas del género *Geomys* más cercanas (o emparentadas) con la especie *Geomys tropicalis*.

- 1.- *Geomys tropicalis*
- 2.- *Geomys personatus*
- 3.- *Geomys bursarius*
- 4.- *Geomys arenarius*
- 5.- *Orthogeomys hispidus*.

LOCALIDAD	AUTOR	AÑO	COORDENADAS GEOGRAFICAS
Altamira, Tamps.	Goldman, E.A.	1915	22°23'30'', 97°52'41''
	Hall		
	Baker, R.J. y S.L.	1981	
	Williams		
	Honacki	1974	
	Williams, S.L. y H.H.		
	Genoways	1984	
		1977	
14 km norte de Tampico, Tamps.	Goldman, E.A.	1915	22°20'59'', 97°55' 38''
	Hall		
	Baker, R.J. y S.L.	1981	
	Williams		
	Honacki	1974	
	Williams, S.L. y H.H.		
	Genoways	1984	
		1977	
+1mi [1.6km] sur de Altamira	Goldman, E.A.	1915	22°23'15'', 97°55'14''
	Hall		
	Baker, R.J. y S.L.	1981	
	Williams		
	Honacki	1974	
	Williams, S.L. y H.H.		
	Genoways	1984	
		1977	
+2.5mi [4km] suroeste de Altamira	Williams, S.L. y H.H. Genoways	1977	22°23'10'', 97°57'00''
+2.4mi [3.6km] sur de Altamira	Baker, R.J. y S.L.	1974	22°22'30'', 97°54'12''
	Williams	1977	
	Williams, S.L. y H.H. Genoways		
2.5mi [4km] sursureste de Altamira	Baker, R.J. y S.L.	1974	22°22'30'', 97°54'11''
	Williams	1977	
	Williams, S.L. y H.H. Genoways		
1mi [1.6km] norte de Tampico	Williams, S.L. y H.H. Genoways	1977	22°15'10'', 97°50'00''
+18km norte de Tampico	JCCT	1990	22°21'20'', 97°53'25''
+18.5km norte de Tampico	JCCT y RMH	1990	22°21'56'', 97°53'43''
+12km norte de Tampico	RMH	1990	22°19'48'', 97°52'20''
+14km norte y 2km oeste de Tampico	JCCT y RMH	1990	22°20'32'', 97°52'43''
+18km norte y 11km este de Tampico	JCCT	1990	22°28'05'', 97°53'00''
+18km norte y 11km este de Tampico	RMH	1990	22°28'00'', 97°53'24''

LOCALIDAD	AUTOR	AÑO	COORDENADAS GEOGRAFICAS
*1.5km suroeste de Lomas del Real	RMH	1991	22°30'30'', 97°54'21''
*2.5km suroeste de Lomas del Real	JCCT	1991	22°29'30'', 97°53'55''
*14 km norte y 2km oeste de Tampico	RMH	1991	22°34'30'', 97°55'05''
*14 km norte y 3km oeste de Tampico	RMH	1992	22°30'33'', 97°53'50''
*3km oeste de Aquiles Serdán	RMH Y DOVR	1992	22°34'20'', 97°53'02''

Cuadro 1. Localidades donde se ha registrado la presencia de Geomys tropicalis, en las localidades con un símbolo + la especie se ha extinguido, las localidades con un símbolo * son las nuevas localidades aportadas con este trabajo.

El área geográfica-histórica está localizado entre las coordenadas 22°35'00"-22°12'39" N y 97°56'29"-97°46'58" W, y está limitado al sur por el Río Pánuco; al este por el Golfo de México y factores edáficos, que se discuten más adelante; al oeste por una serie de lagunas (Champayán, Chairal y Vega Escondida); y al norte por factores edáficos y la Laguna San Andrés (Fig. 7A)

La distribución histórica ha sido profundamente modificada, ya que han desaparecido numerosas poblaciones, principalmente las de la porción sur, destruidas por el crecimiento de Ciudad Madero y Tampico. La distribución actual abarca una área de 70 km² aproximadamente, lo que indica una reducción del 59 % de su distribución original. Sobrevive en sólo 12 localidades, incluyendo a la localidad tipo, ubicadas todas entre los 22°35'00"-22°19'00" N y los 97°56'29"- 97°51'48" W (Fig. 7B).

La reducción del área de distribución se debe principalmente al crecimiento y urbanización de Cd. Madero, Tampico, Altamira y poblaciones cercanas y al desarrollo industrial de la región. Por ejemplo, la población de Altamira se ha incrementado en un 200% en los últimos 10 años. Otros pueblos de tamaño considerable son Lomas del Real, Aquiles Serdán (El Barranco), Ricardo Flores Magón, Francisco Medrano, La Pedrera, Francisco I. Madero y Miramar. Existen numerosos ranchos y rancherías, sobre todo en el Municipio de Altamira. Debido a la importancia petrolera de la región, se encuentran gran cantidad de bombas y baterías y un gaseoducto de PEMEX, lo que ha perturbado las capas de suelo y propiedades del mismo.

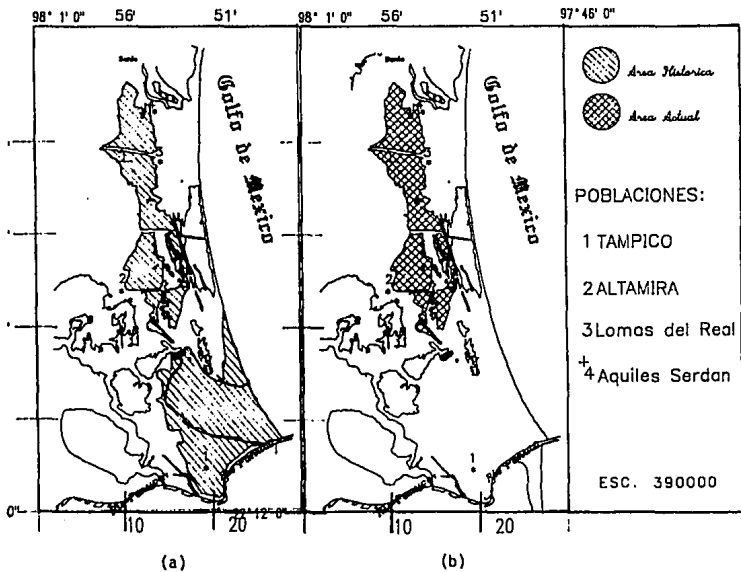


Fig. 7. Mapa de la distribución histórica (a) y actual (b) para la tuza *Geomys tropicalis*.

Distribución Ecológica

Factores físicos

Los factores del ambiente físico que se caracterizaron fueron la topografía y el suelo.

Topografía: La topografía de la zona en su mayoría es plana, aunque presenta algunos lomeríos altos. Los lomeríos más altos, de 15 a 20m de altura, se presentan en la zona aledaña al Puerto Industrial de Altamira.

El mayor porcentaje de las tuzas se localizan en las partes bajas, y no llegaron a encontrarse montículos en las partes más elevadas de los lomeríos. Se encuentran también en sitios perturbados, como por ejemplo, en sitios donde recientemente se ha perturbado para la introducción de carreteras, se llegaron a encontrar montículos a uno o ambos lados de ésta, en el suelo perturbado por la introducción de la carretera, pero que no se encontraba pavimentado. También se llegó a observar sobre la línea donde corre uno de los gasoductos y a lo largo de este se encontraba una madriguera habitada por tuzas, en este suelo que debió haber sido removido para la introducción del gasoducto.

Descripción de los suelos: Los tipos de suelo identificados en la región son regosoles, cambisoles, vertisoles, solonetz y solonchak. Su distribución es muy heterogénea; los dos últimos, se encuentran gran parte del tiempo inundados por lo que no son apropiados para las tuzas (Fig. 8).

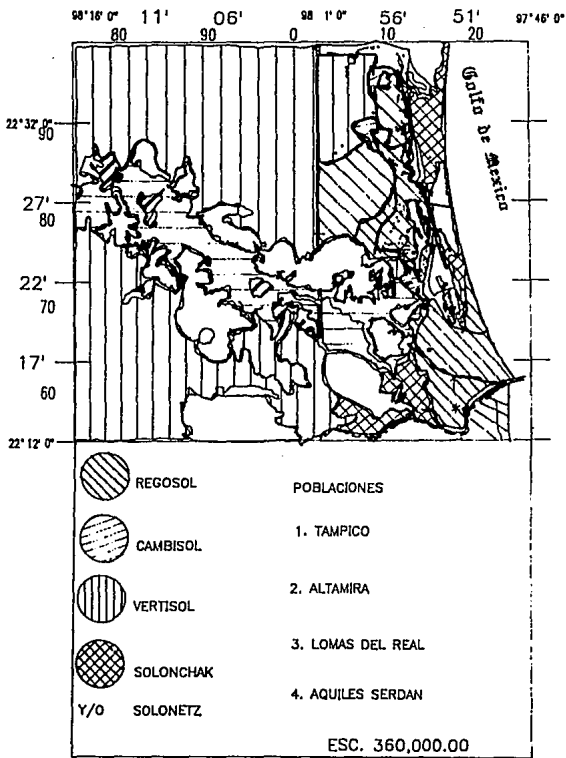


Fig. 8. Mapa de distribución de los diferentes tipos de suelo que se presentan en la zona de estudio.

Distribución de los suelos:

Los regosoles se distribuye paralelamente a la costa, aunque se encuentra separada de la playa por una franja de suelo tipo vertisol que se interpone entre los regosoles y la playa. Esta área de regosoles se extiende, de norte a sur, desde la zona aldeaña a Aquiles Serdán llegando hasta el río Pánuco; de este a oeste, se encuentra desde la red de lagunas Champayán hasta la franja de Vertisoles, en su parte central.

Al norte y noroeste, el área de regosoles, entra en contacto con un área de mayor distribución, que se constituye en su totalidad por vertisoles.

Los regosoles que contienen un bajo contenido de arcilla junto con algunos cambisoles que presenten características similares en sus capa media (horizonte B), son los que constituyen el 100% del área donde se distribuye G. tropicalis.

Los regosoles se caracterizan, en general, por no presentar capas bien definidas, son por lo general de color claro. INEGI (1981) los describe como suelos que pueden encontrarse en una gran variedad de climas. Su color es, por lo general, claro y se parece a la roca que los subyace, en los casos que no son profundos. Pueden encontrarse en playas, dunas y en las laderas de las sierras mexicanas. Frecuentemente llegan a ser poco profundos, y su uso se condiciona a la profundidad que presentan y a la falta de pedregosidad, llegándose a sembrar, en las zonas costeras, sandía y cocoteros, con buenos resultados.

Para Millar et al. (1972) basándose en el Sistema de 1949, los regosoles son depósitos profundos de material suave en los que pocas o ninguna de las características del suelo se han desarrollado completamente; comprendiendo sobretodo dunas recientes, loess y depósitos glaciales.

Específicamente, para los suelos encontrados en esta zona. los regosoles presentan en las profundidades superiores texturas variables que van de Migajón arcillo arenoso hasta Arena migajosa, es decir, que los contenidos de arena, arcilla y limo varían de manera considerable dentro de la zona y para el mismo tipo de suelo. Las concentraciones se encuentran en los siguientes rangos: la arena va de 45 a 85 %, arcilla de 10 a 55 %, y limo de 28 a menos del 1% (Fig. 9).

De los perfiles de suelo elaborados en la zona, 9 corresponden a los definidos por INEGI (1981) como regosoles (Fig.10), ya que todos ellos presentan una capa de materia orgánica de entre 2 y 10 cm, seguida de una capa profunda de textura arcillo- arenosa a migajón-arenosa, de colores con diferentes tonos de amarillos, cafés y grises, dependiendo del grado de melanización. De bien a deficientemente drenados. En algunas ocasiones con reacción al HCl; en la parte más profunda la textura puede variar de la misma forma que en las capas superiores, pero la mayoría de las veces se encuentra muy compactada.

Los cambisoles se encontraron en tres zonas. La primera al sur de Altamira, que se encuentra intermedia entre dos zonas de regosoles, e inmediata a la red lagunar. Las otras 2 zonas se



Fig. 9 Fotografía de un Regosol, nótese que el color y la consistencia del suelo no cambia a medida que aumenta la profundidad.

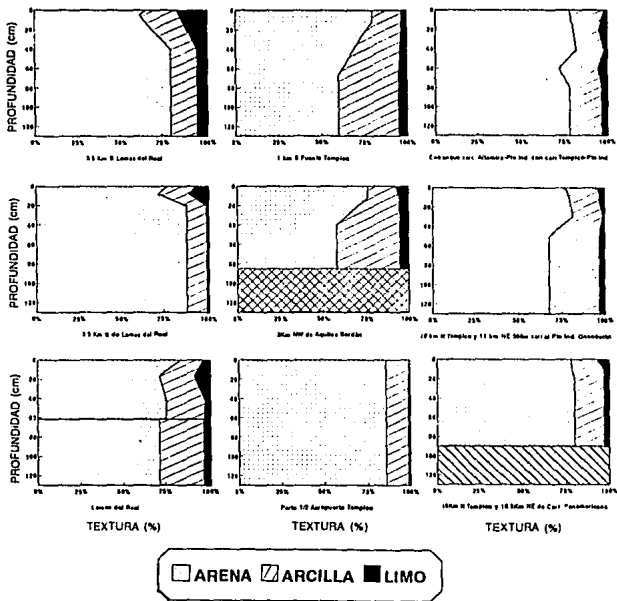


Fig. 10. Gráficas de textura para los perfiles realizados en los suelos REGOSOL (En cada gráfica se presenta la localización de cada perfil).

ubican, una al norte de la zona de estudio y oeste de Lomas del Real, y la otra en el noroeste de Aquiles Serdan, ambas zonas se encuentran unidas por una delgada franja de uno a dos kilómetros de ancho y rodeadas en su mayoría por una zona ocupada por vertisoles, estos vertisoles presentan colores con manchas de fierro y texturas casi idénticas a las presentadas por el horizonte C de los perfiles elaborados en cambisoles.

INEGI (1981) define a los cambisoles como suelos jóvenes y poco desarrollados. Estos suelos puede tener cualquier tipo de vegetación debido a que ésta está condicionada por el clima y no por el tipo de suelo. Su característica principal es que presentan una capa parecida al suelo de roca (suelo muy duro y compacto), ya que en ella se forman terrones, además pueden presentar acumulación de algunos materiales como arcilla, carbonato de calcio, fierro, manganeso, etc., pero no llegan a acumularse en abundancia. En muchos casos presentan una capa que se satura periódicamente con agua, debido a que se encuentran en depresiones o llanuras sujetas a la inundación. Generalmente sostienen pastizales usados para la ganadería.

En la zona de estudio los cambisoles se caracterizaban por sus similitudes en los dos primeros horizontes con los de regosol, pero en la parte inferior cambian su textura abruptamente. La capa (3) se distingue por su alto contenido de arcilla formando terrones muy parecido a el suelo de roca y por un cambio contrastantes de color. En las capas superficiales el color es pardo claro, y cambia a colores de tonos variados de gris y café, estos últimos presentando motas de color rojizo que indican drenaje deficiente.

En las capas inferiores hay poca o ninguna presencia de raíces; en algunos casos reaccionan con el HCl, lo cual indica la presencia de carbonatos.

En la zona se realizaron un total 5 perfiles correspondientes a este tipo de suelo (Fig.11). Se pueden observar que las capas superficiales presentan tonalidades más claras de colores pardos, mientras que la capa más profunda presentan tonalidades diferentes con moteados de colores variables. La capa superior de los cambisoles encontrados era de grosor variable, ya que la encontramos desde 20 hasta 50 cm y con un contenido de arcilla de entre 15 a 25%. En la capa 3 u horizonte C se incrementa considerablemente el contenido de arcilla y su rango se incrementa a porcentajes de entre 40 a más del 50% (Fig. 12).

En el área de estudio predominan los suelos vertisoles, cuya distribución es más uniforme y extensa que la de los otros 2 suelos, pero hacia la parte noreste de la zona, llegando a presentar una delgada franja de 1 a 2 kilómetros de ancho paralela a las lagunas costeras, y separada de estas por otros suelos como Solonchak, Solonetz y también algunos regosoles.

Se puede decir que estos suelos prácticamente rodean a la zona de estudio hacia el norte y noroeste, con una delgada franja al este, como se mencionó anteriormente.

Los vertisoles son suelos que se caracterizan por presentar grietas anchas y profundas, sobretodo en las épocas de sequías. Son frecuentemente suelos muy arcillosos, de colores negros o grises.

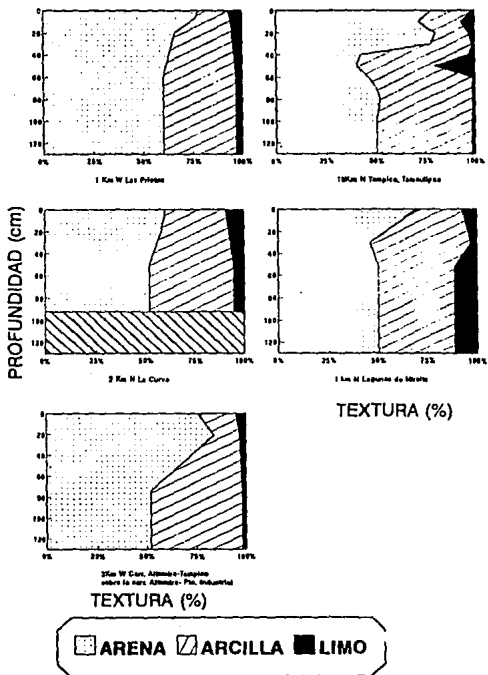


Fig. 11. Gráficas de textura para los perfiles realizados en los suelos de tipo CAMBISOL (En cada gráfica se presenta la localización de cada perfil).



Fig. 12. Fotografía de un cambisol, la parte superior contiene una gran cantidad menor de arcilla, al aumentar la profundidad se pueden observar algunos grumos, lo cual es un indicio de que el porcentaje de arcilla es alto.

Son sumamente pegajosos cuando se humedecen y sumamente duros en seco. Son casi siempre muy fértiles, pero debido a su dureza llega a dificultarse su manejo agrícola, debido a los problemas para su labranza y dificultades tales como inundación y drenaje. Tienen por lo general una baja susceptibilidad a la erosión (INEGI, 1981). Millar et al. (1972) define los define como suelos arcillosos que presentan un alto potencial de expansión y contracción, produciendo grietas muy amplias y profundas cuando se encuentran secos. La mayor parte de estos suelos tienen estaciones bien diferenciadas de húmedas y secas. Primeramente fueron clasificados como grumosos.

Los vertisoles adenaños al área de estudio son suelo cuyo cuerpo manifiesta una homogeneidad estructural a lo largo de todo el perfil, diferenciado únicamente por la formación de agregados grumosos en la superficie. Predomina en ellos una textura marcadamente arcillosa, presentando agregados de sales carbonatadas. Su drenaje es lento debido al alto contenido de arcilla y poca porosidad, lo que les permite retener por un buen tiempo el agua. Están ubicado en sitios planos o con pendientes muy suaves, contienen una gran cantidad de nutrientes, a diferencia de los regosoles y cambisoles que son muy pobres en nutrientes, lo que permite ser aprovechado abundantemente para uso agrícola, al parecer con muy buenos resultados.

De acuerdo a 9 de los perfiles realizados (Fig.13), correspondientes a vertisoles encontrados en la zona son suelos con homogeneidad estructural en todo el perfil, caracterizados por la formación de agregados grumosos en la superficie. Presentan

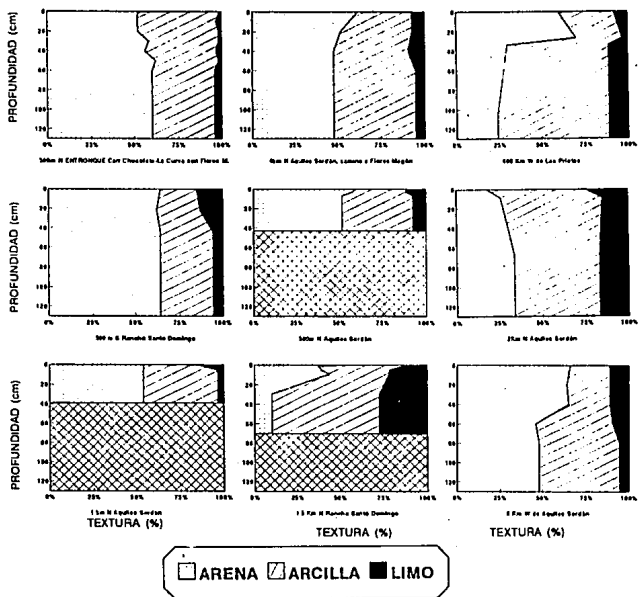


Fig. 13. Gráficas de textura para los perfiles realizados en los suelos de tipo VERTISOL (En cada gráfica se presenta la localización de cada perfil).

texturas marcadamente arcillosas y presentan agregados de sales carbonatadas. Su drenaje es lento, pero retiene por un buen tiempo el agua. Encontrados en sitios planos o con pendientes muy suaves (Fig. 14).

De acuerdo con las texturas los diferentes tipos de suelos se distribuyen de la siguientes forma: Al norte, se encuentran los suelos más arcillosos (vertisoles), hacia el sur se encuentra una zona de transición con menores contenidos de arcilla, entre el norte de Santo Domingo y la intersección con la brecha que lleva a Aquiles Serdán, se presenta una capa de arcilla arenosa de profundidad variable sobre una capa con altos contenidos de arcilla, en un suelo de tipo cambisol. La cantidad de arcilla disminuye conforme se avanza hacia el sur, y aumenta el porcentaje de arena presente. En la intersección con la brecha a Aquiles Serdán, el porcentaje de arcilla es muy bajo, tratándose todavía de un cambisol, en este caso por lo que se trata de un cambisol arenoso. La capa de arcilla en la parte más profunda de los cambisoles suelo varía de profundidad, hasta que en algunos casos ya no se presenta, en este caso se trata de Regosoles.

De lo anterior, se desprende que la cantidad de arcilla en los suelos de la parte norte se mantiene alta, tanto en la capa superior de los cambisoles (Horizonte B) como en los Regosoles, hacia las partes centrales del área de estudio se mantiene baja en las partes centrales del área de estudio, mientras que aumenta hacia las periferias sobre todo hacia el norte y noroeste del área de estudio, con los máximos contenidos de arcilla en los

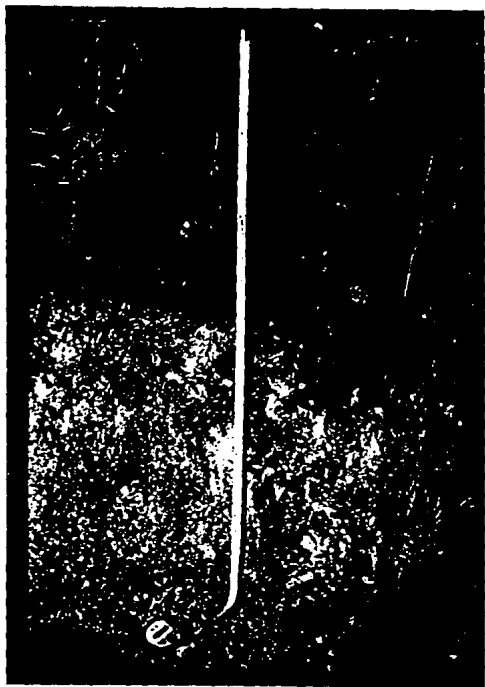


Fig. 14. Fotografía de un Vertisol, obsérvese la presencia de prismas que se forman a lo largo del perfil de suelo debido a su alto contenido de arcilla.

vertisoles, este un alto contenido de arcilla los diferencia considerablemente de los suelos de las zonas centrales.

Tipo de suelo y Distribución de las tuzas: En este estudio se encontró que las tuzas se presentan exclusivamente en suelos de tipo regosoles y cambisoles, y dentro de estos sólo en aquellos suelos que presentan bajas proporciones de arcilla y altas proporciones de arena. La textura de estos suelos corresponden a migajón arenoso y arena migajosa donde la proporción de arcilla varía en entre 12 y 22%. Esto se puede explicar, probablemente con las propiedades que tiene este tipo de suelo. Los suelos con bajo contenido de arcilla presentan buen drenaje y compactación, por lo que le facilitan las actividades cavatorias de las tuzas, la consistencia, pegajosidad y compactación, que se mantienen constantes a lo largo del año (Maser et al., 1975). No se inundan con tanta facilidad como los suelos arcillosos y las tuzas llegan a cavar túneles profundos que les permiten evitar derrumbes, huir de la depredación y alimentarse de las raíces.

Conforme aumenta el contenido de arcilla, los suelos se tronan más duros en su consistencia, lo cual impide la actividad excavatoria, estos suelos presentan frecuentemente mal drenaje en época de lluvias y se hacen pegajosos, mientras que en época de secas su consistencia se hace demasiado dura, llegándose a compactar en tal forma que se forman grietas.

Los suelos propicios para la distribución de las tuzas se localizan a lo largo de una franja de 4 a 5 kilómetros de ancho en

promedio desde Aquiles Serdán hasta Tampico. La textura de los suelos tiende a cambiar hacia el este de esta franja, los regosoles y cambisoles presenten texturas de migajón arcillo arenoso, migajón arcilloso, arcilla-arenosa y arcilla, y las poblaciones van decreciendo, conforme aumenta la cantidad de arcilla en el suelo, hasta desaparecer en aquellos suelos en los que la proporción de arcilla es mayor del 21.5 %, sobretodo en las partes del norte y noreste (Fig. 15).

En el caso de otra especie de tuza, G. personatus, emparentada con G. tropicalis, la distribución de se encuentra relacionada con la distribución de los suelos encontrándose en suelos con textura arenosa, arena migajosa y migajón arenoso y no se encuentra en otras regiones cercanas más amplias, pero con texturas de arcillo arenosa, arcillosa, arcillo-limosa, migajón arcillo-arenosa, migajón limoso, migajón arcillo-arenoso, migajón arcilloso y limo.

Aunque en el área de estudio existen pocos Regosoles es interesante resaltar que este tipo de suelo, propicio para G. tropicalis, se llegan a ampliar varios cientos de kilómetros hacia el sur del área de estudio Esto indica que probablemente, otros factores geográficos y ecológicos, limitaron la distribución de estas tuzas.

Análisis de componentes principales: Para probar que existe una diferencia real entre los suelos de la zona se realizó una prueba de componentes principales en base a los datos de los perfiles elaborados, para posteriormente poder establecer una relación con la presencia y ausencia de tuzas. Los factores considerados en este

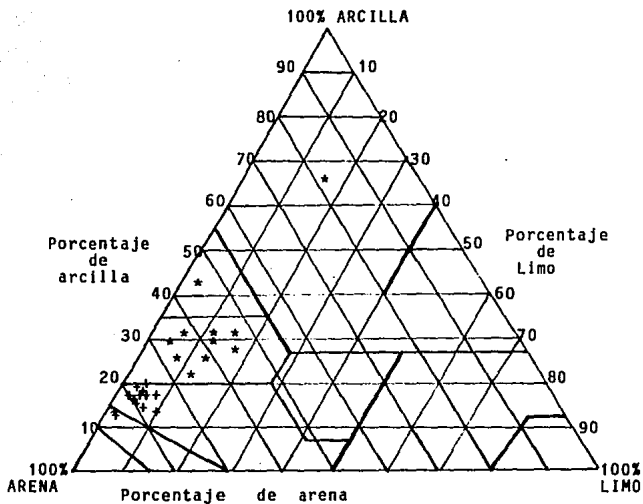


Fig.15. Triángulo de texturas mostrando la localización de los perfiles realizados con respecto a la primera capa. Se puede observar los perfiles (+) formando un grupo en los que se encontró la presencia de tuzas y los perfiles (*) en los que no se encontró la presencia de las mismas.

análisis, son los mencionados por Davis (1940), Miller (1964) y Best (1973), y se incluye los porcentajes de arena y arcilla, y la profundidad.

A estos factores variables, se les realizó el Análisis de componentes Principales (Ezcurra, 1989) para comprobar cuál o cuáles de las variables tenían más influencia sobre la variancia de las muestras, es decir, cuál (es) factor (es) era el que diferenciaba más una muestra de otra, y para ver como se distribuían las muestras en relación a esta variable.

Con este análisis se mostró que el primer componente estrechamente relacionado con el porcentaje de arcilla explicó un 64.3 % de la variancia de la muestra. El segundo componente, relacionado con la arena explicó el resto de la variancia.

Al graficar los autovectores del primer componente contra los del segundo (Cuadro 2), se forman 2 nubes de puntos a ambos lados del eje Y (que corresponde al promedio de la muestra) (Fig. 16). Las nubes agrupan por un lado, suelos con bajo contenido de arcilla y con profundidad (aprox. más de 40 cm), que corresponden a los suelos ocupados por tuzas, y por el otro, a suelos con un alto contenido de arcilla y poca profundidad, que son los que no presentan tuzas.

Para comprobar las diferencias entre los dos grupos formados, y su relación conforme a las variables, considerando el primer componente. Se realizó una prueba t de student, considerando el valor de cada perfil para el primer componente. Como se esperaba se

Análisis de componentes principales, centrado doble,
estandarizado

Datos cuantitativos completos

Ordenación de las variables

No. del eje (ó vector)

1 2

Autovalor (ó dispersión)

0.2917 0.0345

Proporción de varianza explicada

0.8943 0.1057

Autovectores

ARENA -0.0594 0.1497

ARCILLA -0.3424 -0.0955

PROFUNDIDAD 0.4118 -0.0542

Ordenación de las observaciones

No. del eje (ó vector)

1 2

Autovalor (ó dispersión)

0.2917 0.0345

Proporción de varianza explicada

0.8943 0.1057

Autovectores

PERFIL

1 0.0038 0.0326

2 0.1968 -0.0130

Autovectores

PERFIL

3 0.0361 0.0297

4 0.0129 0.0385

5 -0.1198 -0.0079

6 0.1593 -0.0118

7 -0.0409 0.0499

8 0.0371 -0.0888

9 -0.0027 0.0023

10 0.0034 -0.0404

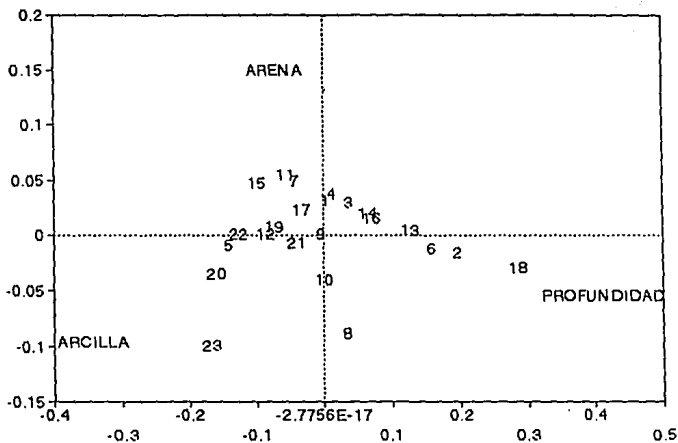
11 -0.0549 0.0560

12 -0.0818 0.0013

Continuación...

Análisis de componentes principales, centrado doble, estandarizado		
Datos cuantitativos completos		
Ordenación de las variables		
Autovectores (continuación)		
PERFILES		
13	0.1290	0.0052
14	0.0675	0.0202
15	-0.0957	0.0477
16	0.0724	0.0161
17	-0.0324	0.0234
18	0.2872	-0.0296
19	-0.0695	0.0080
20	-0.1576	-0.0242
21	-0.0388	-0.0059
22	-0.1259	0.0017
23	-0.1653	-0.0090

Cuadro 2. Análisis de componentes principales, de las variables % de arena, % de arcilla y profundidad.



Graf. 16. Gráfica de los componentes principales (Eigenvalores). Se pueden observar como se distribuyen los perfiles con respecto a la arena, arcilla y profundidad.

comprobó que existían diferencias significativas entre ambos grupos, con $p < 0.001$.

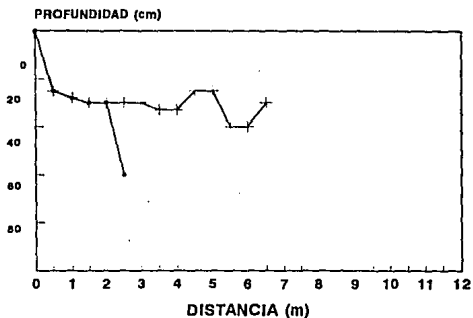
MANOVA: El resultado del análisis de varianza multivariado resultó altamente significativo (menor al 0.01), lo que apoya el argumento de diferencia entre los porcentajes de arena, de arcilla y la profundidad. Por lo tanto, se puede concluir que la distribución de G. tropicalis está restringida a suelos con contenido de 11 a 21% de arcilla, y una profundidad mayor a los 40 cm, dentro de una zona con tipos de suelo regosol y cambisol, y no llegan a distribuirse en suelos donde el contenido de arcilla rebasa el 20% de arcilla y/o no tienen una profundidad mínima de 40 cm, del tipo de los Vertisoles, y algunos Regosoles y Cambisoles.

Tampoco se encontraron poblaciones, ni indicios de su presencia, en suelos de tipo Solonchak o Solonetz. Probablemente esto se deba al alto contenido de sales que poseen estos suelos, y a que presentan un ciclo de inundación periódica y continua durante la mayor parte del año, aunque por lo mismo, no se elaboraron perfiles en estos sitios.

La ausencia de tuzas en suelos arcillosos puede entenderse mejor si se consideran las propiedades que el alto contenido de arcilla le confieren al suelo. Los suelos con alto contenido de arcilla se caracterizan por ser sumamente duros y compactos debido al tamaño de las partículas de arcilla. Estas características serían un obstáculo que dificultaría la excavación en estas zonas, ya que en época de secas se tornan demasiado duros y compactos, y en la época húmeda se tornan sumamente chiclosos, lo cual dificulta enormemente la excavación.

MADRIGUERA 5

(A)



PERFIL 16

(B)

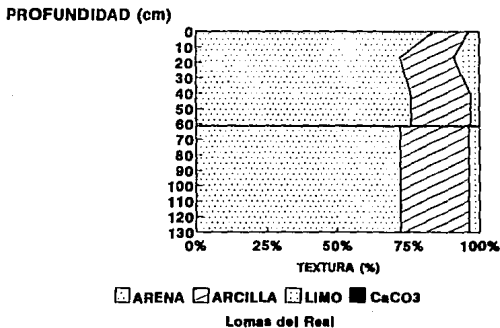


Fig.17. Representación de una madriguera (A) y el perfil (B) más cercano elaborado en la misma zona. Se puede observar que la profundidad de la madriguera en un punto llega hasta los 60 cm. debido a que los porcentajes de arcilla se mantienen bajos a lo largo del perfil.

El suelo no sólo afecta la dispersión de la especie, sino que a nivel individual limita la profundidad de los túneles, debido a que en algunos suelos, como los cambisoles, las capas varían considerablemente en su textura. En estos sitios las tuzas se encuentran en las capas que permiten la excavación y cuando llega a aumentar el contenido de arcilla conforme aumenta la profundidad, los túneles de las tuzas llegan a estar presentes en las capas superiores que contienen menos del 20% de arcilla, y los túneles no llegan a penetrar las capas donde aumenta el contenido de arcilla. En cambio, únicamente en un sitios donde el contenido de arcilla se mantenía constante y no aumentaba, se encontró un nido a 60 cm de profundidad (Fig.17).

Factores Biológicos

Vegetación: En la fotointerpretación se observaron pocas copas de árboles nativos, restringidos a los cauces de los ríos, y en la periferia de algunos cuerpos de agua. La zona en su mayoría está cubierta por pastizales, los cuales resultan benéficos para las tuzas, ya que la mayor densidad de montículos puede observarse en estos sitios (Cuadro 3).

También existen algunos manchones de vegetación secundaria, y hacia el este se encuentran algunos matorrales espinosos donde se presenta en gran abundancia la especie Acacia cornigera, que llega a presentar también en algunos pastizales (Cuadro 4). En los sitios de matorral espinoso se llega a presentar una densidad de

montículos menor a la de los pastizales, aunque en algunos sitios la densidad es alta (Cuadro 3).

En la zona de distribución existen también algunos sitios donde se ha introducido el cultivo de la piña, hacia el centro este, y en algunos se intenta introducir el cultivo de la naranja y el melón, por lo cual las tuzas se han llegado a convertir en "plagas" para estos productores (Fig. 18).

Una muy pequeña parte, comprendiendo solamente algunos manchones, se llega a presentar vegetación de tipo Selva Baja, sobretodo en las cercanías de la costa, aunque la destrucción de esta zona para el establecimiento de pastizales, la construcción de carreteras avanza rápidamente, la extracción de arena, y el establecimiento de industrias trae consigo el consecuente empobrecimiento, compactación y erosión de los suelos que difícilmente llegan a recuperar su cubierta vegetal.

98° 0' 0" 55' 50' 97 45' 0'

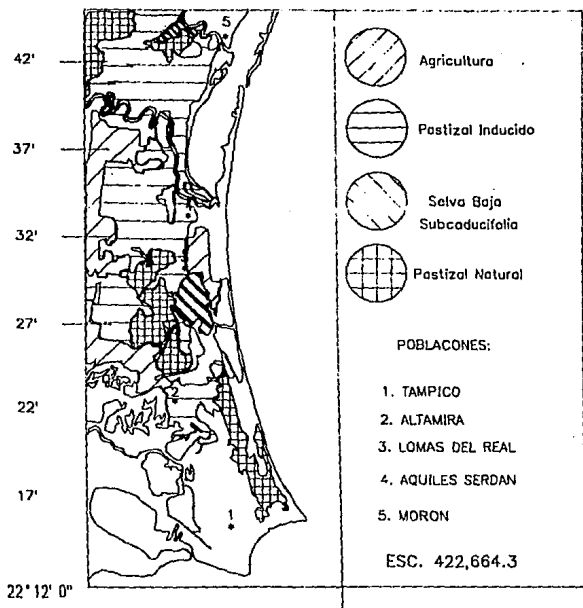


Fig. 18. Mapa de los tipos de vegetación que se presentan en la zona de estudio.

LOCALIDAD	TIPO DE VEGETACION	TIPO DE SUELO	M O N T I C U L O S			
			NUEVO	MADURO	VIEJO	TOTAL
16 Km N Tampico	Pastizal	Cambisol	16	37	67	120
Aguiles Serdán (costado cultivo)	Tierra de cultivo	Regosol	5	23	76	104
Aguiles Serdán (costado laguna)	Pastizal	Cambisol	3	15	57	75
4 km S Lomas del Real	Selva	Regosol	0	12	15	27
3 km S Lomas del Real	Matorral	Regosol	2	14	26	42

Cuadro 3. Densidad de Montículos por Hectárea en 5 sitios. La zona con mayor cantidad de montículos es un pastizal, y la de menor número de montículos era una Selva Baja subcaducifolia. Los montículos Recientes fueron más abundantes en un pastizal, siendo secundado por otro pastizal y otra zona de cultivo que estaba en descanso. En la Selva no se encontraron montículos recientes, lo que sugiere que no se este realizando actividad.

En los sitios con presencia de tuzas las especies colectadas consisten principalmente de plantas herbáceas, 2 especies de arbustos y una especie arbórea, aunque cabe resaltar que no se realizó una colecta lo suficientemente completa.

Fuera de el área de distribución, hacia la parte noroeste, se localiza una zona casi plana con manejo de suelo intensivo y gran cantidad de cultivos de maíz en producción, y algunos de cártamo, aunque abundan también los pastizales.

ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS

No.	Localidad	Tipo de Vegetacion	Familia	Especie
1	2 Km este de Altamira, carretera Altamira-playa	Selva baja muy perturbada mezclada con matorrales	Leguminosaeae	Mimosa sp.
2	"	"	Compositae	Erigeron sp.
3	"	"	Rubiaceae	
4	"	"		Triumfeta semitibolia
5	"	"	Compositae	Partenium hysterophorus
6	"	"		Lantana camara
7	"	"	Tiliaceae	Walteria indica
8	"	"	Cyperaceae	
9	8.5 Norte de Tampico, frente a Lagunas de Miralita	Pastizal con vegetacion de zona perturbada (Sin presencia de tuzas por el tipo de suelo)		Croton sp.
10	"	"	Euphorbiaceae	Croton sp.
11	"	"	Compositae	Cirsium sp.
12	"	"	"	Bidens biguelovi
13	"	"	Verbenaceae	Lantana camara
14	"	"	Convolvulaceae	Ipomea sp.
15	"	"	Flacourtiaceae	Xylosoma flexuosa
16	"	"	Compositae	Verbesina encelioides
17	"	"	Rubiaceae	Borreria sp.
18	"	"		Sida sp.
19	"	"		Ipomea dissecta
20	"	"		Lantana camara
21	"	"	Malvaceae	Herisantia crispa
22	Entronque de carreteras Altamira-Playa con carretera Tampico-Pto. Industrial (Con presencia de tuzas)	Vegetacion perturbada con algunos arboles de Selva	Tiliaceae	Triumfeta semitribolia
23	"	"		Croton sp.
24	"	"	Malvaceae	Abutilon sp.
25	"	"	"	Sida sp.
26	"	"	Cyperaceae	Cyperus sp.
27	"	"	Compositae	Erigeron sp.
28	"	"	Convolvulaceae	Lobelia sp.
29	"	"	Rubiaceae	Borreria sp.
30	"	"	Campanulaceae	Lobelia sp.
31	"	"	Euphorbiaceae	Chamaecyse sp.
32	"	"	Apiaceae	

ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS (Segunda parte)

No.	Localidad	Tipo de Vegetación	Familia	Especie
33	Entronque carretera Altamira-playa con carretera al Eto. Industrial	Vegetación perturbada, con algunos árboles		Genothera sp.
34	" " " " " " " "	" " " " " " " "		Ambrosia psilostachium
35	" " " " " " " "	" " " " " " " "	Leguminosae	Acacia cornigera
36	Ciudad de Tampico, km 10 carretera Tampico-Altamira	Pastizal, muy perturbado por extracción de arena	Malvaceae	Sida sp.
37	" " " " " " " "	" " " " " " " "		Waltheria sp.
38	18 km Norte y 10.5 km al Noroeste de Tampico a 30 m de la carretera al Puerto Industrial	Pastizal perturbado con gran cantidad de arbustos espinosos	Leguminosae	Acacia cornigera
39	" " " " " " " "	" " " " " " " "	Caesalpiniaceae	
40	" " " " " " " "	" " " " " " " "	Euphorbiaceae	Croton cortesianus
41	" " " " " " " "	" " " " " " " "		Ambrosia psilostachium
42	" " " " " " " "	" " " " " " " "	Malvaceae	Sida sp.
43	" " " " " " " "	" " " " " " " "	Verbenaceae	Lantana camara
44	" " " " " " " "	" " " " " " " "	Myrtaceae	Turgenia sp.
45	" " " " " " " "	" " " " " " " "	Filiaceae	Guazuma ulmifolia
46	" " " " " " " "	" " " " " " " "	Poaceae	Mullenbergia sp.
47	" " " " " " " "	" " " " " " " "	" "	Cyperus sp.
48	" " " " " " " "	" " " " " " " "	Compositae	Ambrosia sp.
49	16 km Norte de Tampico	" " " " " " " "		Lobelia sp.
50	" " " " " " " "	" " " " " " " "		Zornia sp.
51	" " " " " " " "	" " " " " " " "	Leguminosae	Acacia diphylla
52	" " " " " " " "	" " " " " " " "		Ageratum sp.
53	" " " " " " " "	" " " " " " " "	" "	Senna sp.
54	" " " " " " " "	" " " " " " " "		Quercus oleoides
55	" " " " " " " "	" " " " " " " "	Tourneraceae	Tournera ulmifolia FGH det.
56	" " " " " " " "	" " " " " " " "	Compositae	Erigeron sp.
57	" " " " " " " "	" " " " " " " "	Rubiaceae	Diodia sp.
58	" " " " " " " "	" " " " " " " "	Cornelinaceae	Cornelina sp.
59	" " " " " " " "	" " " " " " " "	Malvaceae	Sida sp.
60	" " " " " " " "	" " " " " " " "		Epibolium sp.
61	" " " " " " " "	" " " " " " " "	Onagraceae	Genothera multicaulis
62	" " " " " " " "	" " " " " " " "		Allouisadilo
63	" " " " " " " "	" " " " " " " "		hilosericeae
64	" " " " " " " "	" " " " " " " "		Phaseolus sp.
65	" " " " " " " "	" " " " " " " "		Asclepias curassavica

ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS (Tercera parte)

No.	Localidad	Tipo de Vegetacion	Familia	Especie
66	16 km Norte de Tampico	Pastizal con algunos encinos	Compositae	Cirsium sp.
67	Lomas del Real	Algunos restos de pastizal	Compositae	Partenium hysterophorus
68	" " "	" " "	Brassicaceae	Lepidium virginicum
69	" " "	" " "	Papaveraceae	Argemone sp.
70	" " "	" " "	Amaranthaceae	
71	" " "	" " "	Salpingaceae	Serjania sp.
72	" " "	" " "	Cruciferaceae Brassicaceae	Lepidium virginicum
74	" " "	" " "	Asteraceae	Verbesina encelioides

Cuadro 4. Lista de especies vegetales colectadas presentes en los sitios donde se presenta la Especie *Geomys tropicalis*.

Al Norte de Altamira y en zonas cercanas a la costa, se presenta vegetación de matorral espinoso, y en algunos casos pequeños parches de selva baja subcaducifolia. Si se observan las cartas de vegetación de la zona, se puede ver que la perturbación ha sido muy alta en estos sitios y se conservan sólo algunos pequeños manchones.

Anteriormente, Goldman (1915) describió la vegetación de la zona cercana a Altamira estaba formada por una cubierta baja, delgada y creciente de tipo chaparral, interrumpido por franjas de varios kilómetros de ancho, de bosques pesados formados principalmente de encinos altos y ojites (Brosimum alicastrum).

Baker y Williams (1974) mencionan una zona con flora típica de pastizales planos, con chaparrales esparcidos, encinos, ojites, guayabas, mezquites y cactus.

Fauna: Dentro de la zona en donde se distribuye G. tropicalis no se encuentra otra especie de tuza con la que pudiera ocurrir alguna interacción. La especie más cercana es Orthogeomys hispidus que se encuentra al sur, y al este del área que ocupa G. tropicalis. O. hispidus se colectó en el estado de Veracruz, muy cerca del límite con el estado de Tamaulipas. Ambos estados se encuentran separados por el Río Pánuco que puede servir como una barrera geográfica entre ambas especies. Actualmente, la ciudad de Tampico, podría considerarse como otra barrera entre ambas especies.

Al parecer, y de acuerdo con un perfil edáfico elaborado cruzando el río Pánuco de el lado de Veracruz, donde habita Orthogeomys, el tipo de suelo es el que ocupa Geomys tropicalis.

Probablemente se trate de especies alopátricas por interacciones agonísticas como la competencia interespecífica, es decir, que Geomys no se distribuye al sur del Pánuco por la presencia de Orthogeomys y viceversa (Ceballos comunicación personal); aunque en este trabajo se considera como principal causa la barrera que los separa, el Río Pánuco.

Causas de la distribución actual: La distribución actual de la especie Geomys tropicalis está restringida por los siguientes factores:

Al Norte, por el cambio de un tipo de suelo de los que tienen texturas del 22.5 % de arcilla en los primeros 40 cm de profundidad, a suelos con texturas mayores a este porcentaje, hasta suelos arcillosos de tipo vertisol con características de dureza y adhesividad muy contrastantes con los otros tipos de suelo, y que impiden a las tuzas realizar sus funciones cavadoras.

Al Sur, por el Río Pánuco, y la zona ocupada en la actualidad por la Ciudad de Tampico. Al Este, se encuentra primeramente una franja de vertisol que se extiende a casi todo lo largo de la costa, después los suelos Solonchak y Solonetz, que son altamente salinos e inundables, y por último y principalmente, el Golfo de México.

Al Oeste, la barrera principal es la gran red formada de lagunas, conocidas como la laguna Champayán, laguna La Vega Escondida y Laguna Chairel, así como el manto frático existente entre estas lagunas, que es casi superficial, y da origen a

tulares y manglares, provocando que los suelos sean muy húmedos y fácilmente inundables.

No existen interacciones aparentes con otras especies de tuzas o de otros organismos, aunque Baker y Williams (1974) mencionan que los zorrillos del género Spilogale, pueden ser un posible depredador de las tuzas de esta especie, ya que, durante sus investigaciones en la zona, colectaron 3 individuos en el momento que devoraban tuzas que habían sido aniquiladas por las trampas para colecta. En el presente trabajo no se observó ningún caso de depredación, únicamente por hormigas que se alimentaban de los animales muertos. Sin embargo, se observaron en la zona posibles depredadores, tales como el zorrillo de espalda blanca (Conepatus), boas, águilas y halcones.

Conservación: En la actualidad las poblaciones de la tuza están en un nivel vulnerable (Ceballos comunicación personal). Se considera que las poblaciones más críticamente amenazadas son, en primer término, aquellas que se encuentran en el área entre Tampico y Altamira, debido al crecimiento de estas ciudades (Fig. 19 A,B y C), establecimiento de industrias a lo largo de la carretera panamericana por el Puerto Industrial, y por tratarse de una zona importante de explotación petrolera; en segundo lugar, aquellas poblaciones cercanas a las carreteras nuevas y viejas dentro del área de distribución y que van aumentando para la comunicación de la zona del Puerto Industrial de Altamira; finalmente, están las poblaciones amenazadas por el desarrollo industrial y agrícola de la zona a un ritmo muy rápido, en donde cultivos nuevos reemplazan

pastizales, y en donde las tuzas son consideradas por los campesinos como "plagas", y por tanto, las tratan de erradicar.

Este organismo no solamente es importante por ser parte de la biodiversidad del país, sino que además es importante en los suelos de los pastizales porque con sus excavaciones ayuda a la aereación del suelo que en estas zonas se encuentra muy compactado debido al tránsito continuo de ganado, originando que los suelos se encuentren poco aereados, y en algunos casos con drenaje deficiente. Además de ello en sus montículos se llegan a desarrollar las semillas de algunas plantas lo cual favorecería la sucesión secundaria en estos pastizales.

Las tuzas también ayudan a remover gran cantidad de suelo con sus excavaciones al sacar la tierra de sus túneles, y esto puede hacer que la cantidad de arcilla en la superficie aumente, lo que es necesario para evitar un poco la erosión de los suelos, aunque esto no se ha comprobado.

En los pastizales, probablemente el daño real causado por estos organismos no es considerable comparado con los beneficios. Probablemente, en los pastizales debido a que la mayoría de las especies que se encuentran son gramíneas, un individuo abarca una gran extensión de terreno. Puede presentar una gran longitud, con una gran cantidad de raíces secundarias a diferentes intervalos, por lo que el daño a una de esas raíces no afecta tanto al individuo. En cambio, para otros vegetales como el maíz o la caña, donde el individuo depende de una raíz primaria el daño a esta raíz ocasiona la muerte de la planta.

CONCLUSIONES

Se puede concluir lo siguiente:

1. La distribución geográfica de Geomys tropicalis aún no se encuentra lo suficientemente estudiada, pero con este trabajo podemos situarla dentro de 2 partes: Una distribución histórica que se encontraba entre los 22° 35' y los 22° 12' 39'' de latitud norte; y entre los 97° 56' 29'' y los 97° 46' 58'' de longitud oeste, el área calculada es de 168 km² aproximadamente.

Una distribución actual que mide aproximadamente 70 km², indicando una reducción de 58.5 % del área histórica, y se encuentra desde los 22°35', en la parte norte, hasta los 22°19', en la parte sur, de latitud norte; y de los 97°56'29'', en el extremo oeste hasta los 97°51'48'', en el extremo este.

Se encuentran algunas poblaciones todavía en los alrededores de la localidad tipo, pero pueden desaparecer de un momento a otro, debido al desarrollo de la ciudad de Altamira.

2. La reducción de esta distribución se debe principalmente a los siguientes factores: a) el desarrollo urbano de las ciudades de Tampico, Cd. Madero y de Altamira y al crecimiento de los pueblos de la zona, principalmente en los últimos 30 años para las ciudades, y en los 10 últimos años para las congregaciones; b) el establecimiento de nuevas industrias en la zona; c) la construcción de carreteras para la comunicación del Puerto Industrial de Altamira; d) el desarrollo del Puerto

Industrial mismo; y e) La extracción de grandes cantidades de arena dentro de la zona y la consecuente erosión y degradación de los suelos.

3. El factor que ayuda en cierto modo al mantenimiento de poblaciones de Geomys tropicalis es el establecimiento dentro de la zona de varias extensiones de tierra dedicadas a la ganadería, tanto en pastizales inducidos como en matorrales, siendo muchas veces mayor la densidad de montículos y por tanto la actividad y probablemente la densidad de población en los pastizales naturales e inducidos.

4.- El factor que limita principalmente la distribución de la tuza es el suelo con las características específicas de textura, principalmente el contenido de arcilla y la profundidad, aunque el drenaje en algunos sitios puede ser importante, aunque esto no se comprobó; resulta más adecuada aquella zona que presente un contenido de arcilla menor al 20% y una profundidad mayor de 40cm en esta capa.

5.- Es necesario tratar de preservar las poblaciones de estos organismos, en primer término constituyen una especie endémica de nuestro país. Además, porque es el único representante endémico de un género que se distribuye en mayor parte en los Estados Unidos.

LITERATURA CITADA

- Alvarez, T. (1963) The Recent Mammals of Tamaulipas, Mexico. University of Kansas Publications of the Museum of Natural History 14 (15): 363-473.
- Baker, R.J. y S.L. Williams (1974) *Geomys tropicalis*. Mammalian Species 35:1-4.
- Begon, M., J.L. Harper y C.R. Townsend (1986) Ecology. Individuals, Populations y Communities. Sunderland, Mass., Sinauer Associates.
- Best, T. (1973) Ecological Separation of Pocket Gophers (Geomyidae). Ecology 54(6): 1311-1319
- Bienek, G.K. y A.W. Grundmann (1971) Burrowing habitats of two subspecies of *Dipodomys merriami* in California and Utah. Great Basin Naturalist 31(3): 190-192.
- Borchelt, P.L. y S.R. Overmann (1974) Development of dust-bathing in bobwhite quail: I. Effects of age, experience, texture of dust, and social facilitation. Dev. Psychobiology 7(4): 305-313.
- Brown, J.H. y A.C. Gibson (1983) Biogeography. The C.V. Mosby Company.
- Ceballos, G.J. (1989) Population and Community Ecology of small mammals from Tropical Deciduous and Arroyo Forests in Western Mexico. Tesis Doctoral. Tucson, Az.
- Ceballos, G. y D. Navarro (1991) Diversity and Conservation of Mexican Mammals. In Mares, M.A. y Schmidly, D.J. (Eds.) Latin American Mammalogy: History, Biodiversity and Conservation. University of Oklahoma Press, Norman.
- Chase, J.D., W.E. Childs y J.T. Roseberry (1982) Pocket Gophers. In Chapman, J.A. y G.A. Feldhamer. Wild Mammals of North America. Biology-Management-Economics.
- Cox, C.B. y P.D. Moore (1985) Biogeography (An Ecological and Evolutionary Approach. Blackwell Scientific Publications.
- Dale, F.H. (1939) Variability and environmental responses of the Kangaroo rat, *Dipodomys heermanni saxatilis*. American Midland Naturalist 22: 703-731.
- Daubenmire, R. (1972) Annual cycles of soil moisture and temperature as related to grass development in the steppe of eastern Washington. Ecology 53(3): 419-424.

-Davis, W.B. (1938) Relation of size of pocket gophers (*Geomys breviceps*) in relation to soil. *Journal of Mammalogy* 19(4): 338-342

-Davis, W.B., R.R.Ramsey y J.M. Arendale, Jr. (1938) The distribution of pocket gophers (*Geomys breviceps*) in relation to soils. *Journal of Mammalogy* 19(4): 412-418.

-Davis, W.B. (1940) Distribution and variation of pocket gophers (*Geomys*) in the southwestern United States Texas. *Agricola Experimental Station Bulletin* No.590. 38pp.

-Davis, B.L., S.L. Williams y G. López (1971) Chromosomal studies of *Geomys*. *Journal of Mammalogy* 52(3): 617-620

-Ezcurra, E. (1989) Programa Orden. Análisis de Componentes Principales. Centro de Ecología, UNAM.

-Feldhamer, G.A. (1979) Vegetative and edaphic factors affecting abundance and distribution of small mammals in southeast Oregon. *The Great Basin Naturalist* 39(3): 207-218

-García, E. (1973) Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (Para adaptarlos a la República mexicana). UNAM.

-Goldman, E.A. (1951) Biological Investigations, México. *Smithsonian Miscellanius Collection* 115.

-Hall, E.R. (1981) *The Mammals of North America*. John Wiley & Sons. 2a. Ed.

-Hansen, R.M. y M.J. Morris (1968) Movements of rocks by northern pocket gophers. *Journal of Mammalogy* 49(3): 391-399

-Hardy, R. (1945) The influence of types of soil upon the local distribution of small mammals in southwestern Utah. *Ecological Monographs* 15(1): 71-108

-Hernández, J. (1989) Interpretaciones sobre los patrones zoogeográficos de la Familia Geomyidae (Rodentia: Sciuromorpha). Tesis Biólogo. UNAM.

-Hodgson, J.R. (1972) Local distribution of *Microtus montanus* and *M.pennsylvanicus* in southwestern Montana. *Journal of Mammalogy* 53(3):487-499.

-Honacky, J.H., K.E.Kinman y J.W.Koepl (1982) *Mammal species of the world*. Allen Press and The Association of Systematics Collections Lawrence, Kansas.

-Howard, W.E. (1952) A live trap for Pocket Gophers. *J.Mammal.* 32(1):61-65

-INEGI (1974) *Síntesis Geográfica de Tamaulipas*. SPP.

- INEGI (1981) Guía para la interpretación de Cartografía. EDAFOLOGIA.
- INEGI (1990) Censo Nacional de Población y Vivienda. Estado de Tamaulipas.
- Ingles, L.G.(1952) The ecology of the mountain pocket gopher, *Thomomys monticola*. Ecology 33(1): 87-95
- Kennerly, T.E. Jr (1964) Microenvironmental conditions of the pocket gopher burrow. Texas Journal of Science 16(4): 395-441.
- Krebs, C.J. (1978) Ecology. The experimental Analysis of Distribution and Abundance. 2a. Ed. Harper International, Edition. 678p.
- Krebs, C.J., B.L.Keller y J.H.Myers (1971) Microtus population densities and soil nutrients in southern Indiana grasslands. Ecology 52(4): 660-663.
- Lunt, O.R., J. Letey y S.B. Clark (1973) Oxygen requirements for root growth in three species of desert shrubs. Ecology 54(6):1356-1362.
- Lynch, J.D. (1978) The distribution of leopard frogs (*Rana blairi* and *R. pipiens*) (Amphibia, Anura, Ranadae) in Nebraska. Journal of Herpetology 12(2): 157-162.
- Maser, C., J.M. Geist, D.M. Concannon, R. Anderson y B. Lovell (1979) Wildlife habitat in managed rangelands- the Great Basin of southeastern Oregon: geomorphic and edaphic habitats. U.S. Dep. Agric., Forestry Service General Technology Rep. PNW-99. Portland, OR. 84pp.
- McColley, P.D. y H.S. Hodgkinson (1970) Effect of soil depth on plant production. Journal of Rangelands Management 23(3): 189-192.
- McNab, B.K. (1966) The metabolism of fossorial rodents: A study of Convergence. Ecology 47(5): 712-733.
- Mendenhall, W., R.L. Scheaffer y D.D. Wackerly (1986) Estadística Matemática con Aplicaciones. Grupo Editorial Iberoamérica
- Millar, C.E., L.M. Turk y H.D. Foth (1972) Fundamentos de la ciencia del Suelo. CECSA.
- Miller, R.S. (1964) Ecology and Distribution of pocket gophers (Geomyidae) in Colorado. Ecology 45 (2): 256-273
- Moss, A.E. (1940) The woodchuck as a soil expert. Journal of Wildland Management 4: 441-443.
- Mushinsky, H.R. y E.D. Brodie, Jr. (1975) Selection of substrate pH by salamanders. American Midland Naturalist 93(2): 440-443.

-O'Farrell, T.P. (1972) Ecological distribution of sagebrush voles, *Lagurus curtatus*, in south-central Washington. *Journal of Mammalogy* 53 (3):632-636

-Passey, H.B., V.K.Hugie, E.W. Williams y D.E. Ball (1982) Relationship between soil, plant community, and climate on rangelands of the Intermountain West. U.S. Dep. Agric., Soil Conservation Service of Technology Bulletin 1669. 123pp.

-Paul, E.A. y F.E.Clark (1989) *Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press, Inc. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers.

-Penney, D.F. y E.G. Zimmerman (1976) Genic divergence and local Population differentiation by random drift in the Pocket Gopher genus *Geomys*. *Evolution* 30 (3): 473-483.

-Procctor, J. y K. Whitten (1971) A population of the valley pocket gopher (*Thomomys bottae*) on a serpentine soil. *American Midland Naturalist* 85(2): 517-521.

-Ramírez- Pulido, J., M.C. Britton, A.Perdomo y A. Castro (1986) *Guía de los mamíferos de México*. U.A.M. 720p.

-Ramírez-P.J., R.López-Wilchis, C. Mudespacher e I.Lira (1982) *Catálogo de los mamíferos terrestres nativos de México*. UAM.

-Ramírez-P., R.López-Wilchis y C. Mudespacher (1986) *Los mamíferos de México*. UAM.

-Rapoport, E.H. (1975) *Areografía*. Fondo de Cultura Económica.

-Rzendowski, J. (1978) *Vegetación de México*. Editorial LIMUSA. 432pp.

-Selander, R.K., R.F. Johnston, B.J. Wilks y G.G. Raun (1962) *Vertebrates from the Barrier Island of Tamaulipas, México*. University of Kansas Publications Museum of Natural History 12 (7):309-345

-Sherman, H.B. (1941) A box trap for the capture of live *Geomys*. *Journal of Mammalogy* 22(2): 182-184

-Scheffer, T.H. (1934) Hints on live trapping. *Journal of Mammalogy* 15(3): 197-202

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

-Sheldon, W.G. (1950) Denning habitats and home range of red foxes in New York State. *Journal of Wildlife Management* 14: 33-42.

-Short, H.L. (1979) Deer in Arizona and New Mexico: Their ecology and a theory explaining recent population decreases. U.S. Department Agricola, Forestry Service General Technology Report RM-70. 25pp.

-SPP Dirección Nacional de Geografía del Territorio Nacional (1983) Carta edafológica. Esc. 1:250000 Tampico F-14-3-6.

-SPP Dirección Nacional de Geografía del Territorio Nacional. (1981) Carta de Uso de Suelo y Vegetación. 1:250 000. Tampico F-14-3-6

-Stuart, L.C. (1932) The lizards of the middle Pahvant Valley, Utah: Materials for a study in saurian distribution. Occ. Papers Museum Zoology University of Michigan 244: 1-33

-Stone, J.E.(1986) Soils. In Cooperrider, A.Y., R.J.Boyd, y H.S.Stuart. Inventory and monitoring of wildlife habitat.U.S.Dep. of the Interior Bureau of Land Management.

-Turner, L.W. (1972) Habitat differences between *Spermophilus beldingi* and *Spermophilus columbianus* in Oregon.Journal of Mammalogy 53(4): 914-917.

-Turner, G.T., R.M. Hansen, V.H. Reid, H.P. Tiejten y A.L. Ward (1973) Pocket gophers and Colorado Rangelands. Colorado State Univ. Exp. Stat. Fort Collins Bulletin 554S. 90pp.

-Vaughan, T. A. (1988) Mamíferos. Interamericana- Mc Graw-Hill. 586p.

-Weaver, T. (1977) Root distribution and soil water regimes in nine habitat types of the northern Rocky Mountains. Marshall, J. ed. The Below Ground Ecosystem. Range Sci. Dep. Sci. Series 26. Colorado State Univ., Fort Collins. 351pp.

-Wilkins, K.T. y C.D. Swearing (1990) Factors affecting historical distribution and modern Geographic variation in the South Texas Pocket Gopher *Geomys personatus*. American Midland Naturalist 124(1): 57-72.

-Williams, S.L. y H.H. Genoways (1977) Morphometric variation in the Tropical Pocket Gopher (*Geomys tropicalis*). Annals of the Carnegie Museum 46 (15): 245-264.