



**Casa abierta al tiempo**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**

**UNIDAD IZTAPALAPA**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD**

**CONTRIBUCIONES PARA LA FACILITACIÓN DE LOS ESTUDIOS SOBRE DIETA EN  
RATONES SILVESTRES, TOMANDO COMO EJEMPLO AL GÉNERO *Peromyscus***

**TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRA EN BIOLOGÍA**

**PRESENTA:**

**Biól. Xazmín Morales Medina**

**Abril, 2010**

**Esta tesis se desarrolló y finalizó, gracias al apoyo y las facilidades prestadas por los siguientes Laboratorios de Biología, DCBS UAM-I:**

- **Laboratorio de Biosistemática de Leguminosas**
- **Laboratorio de Mamíferos**
- **Laboratorio de Citogenética Animal**
- **Laboratorio de Manejo de Recursos Naturales**

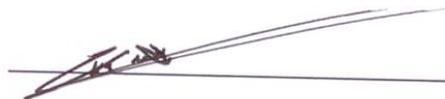
**“La Maestría en Biología de la Universidad Autónoma Metropolitana pertenece al Padrón Nacional de Posgrados de excelencia del CONACyT”**

El jurado designado por la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la  
Unidad Iztapalapa aprobó la tesis que presentó

**Biól. Xazmín Morales Medina**

El día 29 de Abril del 2010

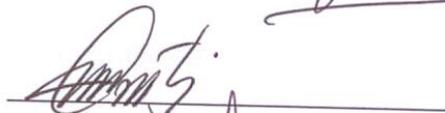
**DIRECTORA:** Dra. A. Alondra Castro Campillo



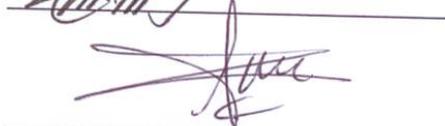
**ASESORA:** M. en C. María Eugenia Fraile Ortega



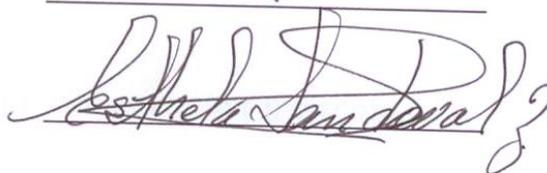
**ASESOR:** M. en C. Matías Martínez Coronel



**SINODAL:** Dr. Alberto Enrique Rojas Martínez



**SINODAL:** M. en C. Estela Sandoval Zapotitla



*Con amor*

*A mi hija Quetzalli,*

*Quien es mi razón de vivir.*

*A mis padres Eulogio y María Elena,*

*Quienes me han brindado  
incondicionalmente su amor, confianza y  
apoyo. Gracias por perdonar mis fallas y  
ausencias, por ser mi ejemplo a seguir y  
mostrarme el camino de la cordura, el valor  
de la vida y la familia.*

*A mi hermano Tonalli,*

*Quien día a día me demuestra el valor de la  
perseverancia.*

*A Guillermo,*

*Por su compañía, comprensión y cariño.*

*A mis amigos,*

*Gracias por no dejar de creer en mí y por los  
momentos de alegría.*

*Para obtener éxito en el mundo, hay que parecer loco y ser sabio.*

*Montesquieu*

Un agradecimiento muy especial a los integrantes de mi comité tutorial integrado por la Dra. Alondra Castro Campillo, la M. en C. Maru Fraile Ortega y al M. en C. Matías Martínez Coronel, quienes confiaron en mí y no solo compartieron conmigo sus conocimientos y experiencias sino que me brindaron su cobijo, consejos, anécdotas personales, momentos de humor y amistad.

A la M. en C. Estela Sandoval y el Dr. Alberto Rojas, por sus revisiones y valiosos comentarios a este trabajo.

Al Dr. Alejandro Zavala por su apoyo y comprensión ante las dificultades que se presentaron durante mi paso por la maestría de esta institución.

A la Dra. Lety Ponce de León por su interés y ayuda al inicio de mi maestría.

A la M. en C. Ana Rosa López Ferrari y al Dr. Adolfo Espejo Serna por su apoyo prestado para el uso del herbario y la identificación de ejemplares botánicos y más que nada su amistad.

Al Biól. Gilberto Hernández Cárdenas por apoyarme en la obtención de las imágenes sobre fenología y la elaboración del mapa del sitio de estudio, por creer en mí, escuchar algunas de mis quejas sobre la vida y principalmente por su amistad.

A la M. en C. Angélica Martínez Bernal por el apoyo a través de sus consejos, sugerencias, préstamo de material, identificación de material botánico, por su compañerismo y su amistad.

A las pasantes de biología María Isabel Mejía Marín y Ana María Fuentes Romero por su apoyo técnico en la elaboración de laminillas a través de su servicio social.

Al Ing. Alejandro González Serratos, jefe de Proyecto de Bases de Datos Climatológicos de la Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional, por proporcionarme desinteresadamente los datos climatológicos de la estación Calvario 61, utilizados para la descripción del área de estudio.

A quienes estuvieron conmigo durante las salidas de campo logrando que estas no solo fueran momentos de trabajo si no de risa: Jesús Vergara, Moisés Andrade, Mireya Valdez, Fernando Huerta, Leonardo Zamora, Dra. Alondra y Dr. Arturo Salame, a este último le agradezco sus comentarios durante mis presentaciones.

A mis amigos y confidentes con los cuales compartí momentos de alegría y tristeza durante esta etapa de mi vida: Andrea Hernández, Ángeles Mecalco, Benjamín Vieyra, Evelyn Rosas, Guillermo Téllez, Gregory Charre, Iván Erick Sánchez, Jesús Vergara, Matías Martínez, Susana Arias, Tania Arellano y a todos aquellos que creyeron en mí.

Gracias.

## RESUMEN

La dieta de los ratones del género *Peromyscus* esta integrada tanto por vegetales como por animales. El presente estudio se enfocó en la parte vegetativa, del cual se reconocen hasta el momento 147 especies, siendo las herbáceas y los arbustos los más consumidos, de los que aprovechan principalmente los frutos, y en menor proporción hojas y flores.

En el área de estudio, ubicado en el Parque Nacional “Desierto de los Leones”, Distrito Federal, México; se encontraron seis especies de plantas que han sido reportadas como alimento de los ratones del género *Peromyscus*. Asimismo, otras 25 especies pueden considerarse susceptibles de ser consumidas; en total se determinaron 31 especies, de las cuales 19 son herbáceas, nueve arbustivas, dos árboles y una subfrutescente. De estas las familias mejor representadas fueron Asteraceae, Solanaceae, Rosaceae y Ericaceae.

La fenología de la comunidad vegetal durante el año de estudio fue la siguiente: una mayor producción de flores en los meses de enero a mediados de marzo, que corresponden con la época seca y a los meses más fríos; mientras que la fructificación se concentró a finales de marzo a junio, que pertenece a la época húmeda y cálida del año.

Debido a que las técnicas histológicas convencionales para la elaboración de laminillas en la determinación de la dieta en roedores requieren de tiempos estrictos y manejo de reactivos con acceso restringido, se desarrolló una técnica

alternativa integrada y más expedita, mediante la aplicación de los mismos procedimientos para la elaboración de laminillas de referencia y de contenido gastrointestinal o heces, la utilización de etanol e hipoclorito de sodio en lugar de hidrato de cloral, la inclusión de la tinción en el medio de montaje; que evitan la pérdida de material durante los lavados y deshidrataciones que se requerían antes; la nueva técnica evita la sobretinción, resultando más rápida, eficaz y económica.

Finalmente se dan las bases para la integración de un catálogo con fotomicrografías de estructuras vegetativas que sirvan de referencia en la determinación de los compuestos de la dieta en roedores. La propuesta de catálogo incluye la descripción, fotografía del ejemplar en campo, distribución, fenología y compuestos químicos (e. g. nutrientes, toxinas) de cada una de la especies vegetales consideradas como susceptibles de ser consumidas por los roedores en el “Desierto de los Leones”, Distrito Federal, México.

## **ABSTRACT**

The mice of the genus *Peromyscus* consume plant and animal items. This study is focused on the vegetal component of the diet, from which are far recognized 147 species. The mice consume primarily fruits, followed by leaves and flowers of forbs and shrubs.

The study area is located within the “Desierto de los Leones” National Park Distrito Federal, México. In this area we found six species of plants that are consumed by mice in other range of its distribution. Also, other 25 species likely to be consumed were identified, 19 were herbs, nine shrubs, two trees and one a subfrutescent. The Asteraceae, Solanaceae, Rosaceae and Ericaceae families were the most diverse.

The phenology of the plant community during the period studied was as follows: greater production of flowers were from January to mid March, time that correspond to the dry season and the coldest months, while the fructification were from late March to June, which belongs to the wet season and warmer months of the year.

The classical procedure technique of histological studies require strict time and chloral hydrate, this last is a reagent restricted by Mexican law, for that an alternative technique was developed. This new procedure is faster and we can apply it to the gastrointestinal contents or feces slide. We use ethanol and sodium hypochlorite instead of chloral hydrate, and the inclusion of staining in the same mounting medium in addition to preventing loss of material during the washing and

dehydration. This new technique avoids overstaining, is faster, efficient and more economical than the classic technique.

Finally, I propose integrate a reference plant catalog to be used in determining the components of the diet in rodents. This catalog must include a description of the tissues, pictures of wild specimen; close up pictures of fruits, leaves and stems, range maps, phenology and chemical compounds (*e. g.* nutrients, toxins) of each species included.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN GENERAL .....	2
ANTECEDENTES GENERALES .....	4
JUSTIFICACIÓN GENERAL .....	7
OBJETIVO GENERAL .....	11
CAPÍTULO I: Composición vegetal de la dieta de <i>Peromyscus</i> .....	12
<b>Introducción</b> .....	12
<b>Objetivo particular</b> .....	14
<b>Metodología</b> .....	14
<b>Resultados</b> .....	15
<b>Discusión</b> .....	30
<b>Conclusión</b> .....	32
CAPÍTULO II: Elementos vegetales con posibilidad de ser encontrados en la dieta de <i>Peromyscus</i> del Parque Desierto de los Leones, México. ....	33
<b>Introducción</b> .....	33
<b>Objetivo particular</b> .....	34
<b>Metodología</b> .....	35
<b>Resultados</b> .....	40
<b>Discusión</b> .....	44
<b>Conclusión</b> .....	46
CAPÍTULO III: Fenología de las especies vegetales susceptibles de ser consumidas por <i>Peromyscus</i> del Parque Desierto de los Leones, México. ....	47
<b>Introducción</b> .....	47
<b>Objetivo particular</b> .....	50
<b>Metodología</b> .....	50
<b>Resultados</b> .....	51
<b>Discusión</b> .....	58
<b>Conclusión</b> .....	61

CAPÍTULO IV: Obtención de muestras y técnica alternativa para análisis histológico en la determinación de la dieta en roedores. ....	63
<b>Introducción</b> .....	63
<b>Objetivo particular</b> .....	68
<b>Metodología</b> .....	68
<b>Resultados</b> .....	70
<b>Discusión</b> .....	76
<b>Conclusión</b> .....	78
CAPÍTULO V: Integración de un atlas histológico a partir de fotomicrografías de estructuras vegetativas. ....	79
<b>Introducción</b> .....	79
<b>Objetivo particular</b> .....	80
<b>Metodología</b> .....	80
<b>Resultados</b> .....	82
<b>Discusión</b> .....	90
<b>Conclusión</b> .....	92
CONCLUSIÓN GENERAL.....	93
LITERATURA CITADA.....	95

# CONTRIBUCIONES PARA LA FACILITACIÓN DE LOS ESTUDIOS SOBRE DIETA EN RATONES SILVESTRES, USANDO COMO EJEMPLO AL GÉNERO *Peromyscus*

## INTRODUCCIÓN GENERAL

Los estudios sobre la dieta en animales silvestres permiten examinar las estrategias de forrajeo e historias de vida, los mecanismos conductuales involucrados en la selección de la dieta, así como el papel que estos organismos desempeñan en el ecosistema, ya que es posible analizar el flujo de energía y responder a preguntas ecológicas concretas (Bauer *et al.* 2005a, Silva 2005, Kronfeld y Dayan 1998). Asimismo, brindan herramientas precisas que facilitan la toma de decisiones en los planes de conservación y en la planificación de reservas naturales (Fierro-Calderón *et al.* 2006, Cole *et al.* 1995).

De igual manera, permiten conocer los recursos utilizados por las especies, ayudan a entender la manera como se reparten estos dentro de una comunidad y a establecer las relaciones tróficas entre las especies y por lo tanto a definir su papel ecológico y concretamente en la estructuración y organización de una comunidad o un ecosistema (Kronfeld y Dayan 1998, Krebs 1989, Zimmerman 1965).

Al realizar estudios sobre dieta se debe considerar la variedad de los recursos en el área de estudio y su disponibilidad en el tiempo y el espacio, variables que se encuentra en función del hábitat y del estado fenológico en que se encuentran las plantas (Johnson 1961). Ya que al incluir ésta información se

puede conocer, además de los componentes que integran la dieta, la preferencia de cada una de ellas y el valor que tienen para el organismo bajo estudio.

Los herbívoros maceran su alimento desde la cavidad oral, en consecuencia la morfología de los componentes vegetales es modificada y por lo tanto su reconocimiento en el sistema gastrointestinal es difícil sin la ayuda de las técnicas histológicas, las que ayudan a reconocer las estructuras resistentes a los procesos digestivos (Garín *et al.* 2001, Dusi 1949).

A continuación se mencionan los pasos tradicionales que se llevan a cabo para la determinación de los componentes vegetales de la dieta de cualquier organismo:

- 1) Búsqueda de literatura sobre la dieta de la especie de interés.
- 2) Extraer de la literatura (si existen) los nombres científicos de los componentes de la dieta y elaborar los listados.
- 3) Analizar los listados, para determinar si existe cambios temporales, en frecuencia o preferencias de consumo y así establecer criterios para la búsqueda y recolecta de material de referencia que sea susceptible de ser consumida.
- 4) Caracterización del área de estudio: estacionalidad ambiental, régimen de lluvias y tipo de vegetación.
- 5) Recolecta y determinación del material obtenido en campo, así como anotar la fenología, para determinar su disponibilidad temporal.

- 6) Elaboración de un acervo adecuado de material de referencia: realización de técnicas histológicas para la obtención de laminillas y si es posible tomar fotografías para consultar.
- 7) Obtención de muestras de contenidos gastrointestinales (e.g., lavado estomacal, recolección de heces o extracción del aparato digestivo).
- 8) Elaboración de laminillas de contenido estomacal.
- 9) Determinación de los componentes de la dieta, a través de la comparación de laminillas de referencia y de contenido gastrointestinal.
- 10) Análisis de los resultados: frecuencia, preferencias o estacionalidad.

## **ANTECEDENTES GENERALES**

La información sobre los hábitos alimenticios de las especies, sus requerimientos nutricionales y asignación de recursos para crecimiento y reproducción, ayudan a comprender los patrones de la dinámica poblacional, las interacciones interespecíficas, las estrategias de forrajeo (mecanismos conductuales para la selección de alimento), los patrones de uso del espacio, el desempeño fisiológico, así como variaciones en el nicho ecológico de animales en distintas localidades y ambientes (Silva 2005).

Los roedores son el grupo más diverso dentro de los mamíferos, tanto por su riqueza taxonómica, como en tamaño corporal, distribución geográfica, hábitat y hábitos alimenticios (Durant y Díaz 1995, O'Connell, 1982). Con relación a su alimentación, a los roedores se les ha considerado como oportunistas (Johnson 1961), omnívoros (Brandan 1995, Stancampiano y Caire 1995, Whitaker 1966),

herbívoros (Giannoni *et al.* 2005, Brandan 1995, Dellafiore y Polop 1994), granívoros (Muñoz y Bonal 2008, Heithaus 1981) o insectívoros (Dorst 1972), dependiendo del componente que domine en su dieta.

Los roedores silvestres constituyen un grupo importante de organismos dispersores de semillas (Muñoz y Bonal 2008, Ibáñez y Soriano 2004, Cadena-Salgado 2003, Heithaus 1981), que al remover el fruto y transportarlo a sitios viables alejados de la planta parental favorece su dispersión (Rozo-Mora y Parrado-Rosselli 2004). De esta manera, gracias a su comportamiento de búsqueda y selección de alimento, los ratones de campo juegan un importante papel en la regeneración de la composición florística de la comunidad vegetal (Villa y Cervantes 2003, Reichman y Price 1993, Call 1986, Howe y Westley 1988, Banoff y Janzen 1980, Hayward y Phillipson 1979)

Por su tipo de dieta, algunos roedores silvestres como *Sigmodon* y *Geomys* (Collazo y Castro 1997) o los comensales del hombre como *Rattus* (Collazo y Castro 1997) y *Mus* (Whitaker 1966), representan un problema potencial para la economía, ya que pueden generar daños a los cultivos de caña de azúcar, maíz, arroz, cacao y frutales o a los productos almacenados (Collazo y Castro 1997). Por ejemplo, la OMS (1967) asume que las ratas, ratones y tuzas, junto con los insectos son responsables de la pérdida del 20% de las cosechas en América Latina. Sin embargo, aún hace falta información detallada sobre la dieta, las preferencias y los hábitos alimenticios de otras especies que normalmente no son consideradas plagas, como los müridos, ya que por el momento es difícil

determinar el verdadero grado de impacto económico sobre las cosechas, la regeneración y la sucesión vegetal (Muñoz y Bonal 2008, Collazo y Castro 1997, Dirzo y Domínguez 1995, Whitaker 1966).

Desafortunadamente, los roedores han llamado más la atención por su papel como plaga, ignorando su importancia en las redes tróficas (Shomita *et al* 2004, Clark y Bunck 1991). Por ejemplo, son el componente principal de la dieta de *Canis latrans* (Aranda *et al.* 1995) o de aves rapaces como *Tyto alba* y *Bubo virginianus* (Aragón *et al.* 2002). Asimismo, se ha menospreciado la función de los roedores como reguladores biológicos de insectos (Jameson 1952, Hamilton 1941), ya que al consumirlos reducen la población de estos, lo que a su vez favorece el incremento de la producción vegetal (Johnson 1961). También son importantes en la salud humana, pues se ha documentado que son vectores de más de 30 enfermedades (Collazo y Castro 1997).

En el caso del género *Peromyscus* se han llevado a cabo múltiples estudios sobre sus hábitos alimenticios, los cuales se han realizado principalmente en Estados Unidos, donde el tipo de vegetación dominante es el pastizal con presencia aislada de formas arbustivas y arbóreas (*e. g.* Stancampiano y Caire 1995, Wolff *et al.* 1985, Meserve 1976, Whitaker 1966, Johnson 1961, Jameson 1952 y Hamilton 1941). Para México existen los trabajos de Matamoros-Trejo y Cervantes (1992), el cual se desarrolló en un pastizal halófito, en el estado de México y los de Vázquez *et al.* (1999-2000 y 2004), que se llevaron a cabo en bosque mesófilo de montaña en el Occidente de México.

## JUSTIFICACIÓN GENERAL

El alimento es una dimensión del nicho ecológico sencilla de cuantificar (Silva 2005, Krebs 1989) la cual brinda una cantidad de información importante para comprender el papel ecológico que un organismo tiene en el ecosistema. En el caso de los peromiscinos puede estar relacionado con la dispersión de semillas y en la estructuración de la comunidad; al servir ellos mismos como alimento o por las interacciones que establecen con las plantas de las que se alimentan y depende su sobrevivencia (Johnson 1961, Villa 1952).

Los pastizales son el tipo de vegetación más explorado en estudios sobre alimentación de *Peromyscus*, posiblemente por la baja diversidad de plantas. En esta investigación, el sitio de estudio corresponde a un bosque templado con mayor diversidad de especies en el estrato herbáceo y arbustivo y con poca diversidad en el estrato arbóreo, el cual está ubicado en el Parque Nacional “Desierto de los Leones”, Distrito Federal, México (CONANP-SEMARNAT 2006).

De acuerdo con Milla-Gutiérrez (2005) conocer la variedad de patrones fenológicos de las plantas, junto con la diversidad de formas de crecimiento, las tasas y modos de aprovechamiento de los recursos disponibles, sus respuestas frente a las perturbaciones, o sus relaciones con los organismos circundantes, da origen a la diversidad funcional existente en las comunidades vegetales complejas como es el bosque templado que nos ocupa; asimismo, permite saber cuáles son los recursos alimenticios presentes y su disponibilidad en el tiempo y espacio.

Con frecuencia, encontramos perturbaciones en los bosques templados, ocasionadas por actividades antropogénicas, incendios y pastoreo ilegal. Como todas estas condiciones están presentes en el Parque Nacional Desierto de los Leones, es necesario y prioritario conocer la dieta de pequeños mamíferos como *Peromyscus* para entender de qué manera estos influyen en la recuperación y reconstrucción del bosque.

Aunado a esto se requieren de técnicas histológicas para la determinación de los componentes vegetales presentes en la dieta como las utilizadas y propuestas por Castellaro *et al.* 2007, Wolff *et al.* (1985), Hansson (1970), Williams (1962), Dusi (1949) y Baumgardner y Martin (1939), que permiten la integración de un acervo de información visual (laminillas o fotografías), útil para determinar los residuos gastrointestinales que componen la dieta de los roedores. Sin embargo, actualmente estas técnicas presentan inconvenientes, debido al consumo de tiempo en su elaboración, que va desde días hasta semanas y el uso de reactivos riesgosos para la salud, los cuales son de uso restringido en México (*e.g.*, hidrato de cloral), existen otras opciones con el mismo resultado sin causar alteraciones a la salud, como es el uso hidróxido de sodio (NaOH) o el cloro comercial en un tratamiento de varios días (Sandoval *et al* 2005).

Es cierto que existen catálogos histológicos que presentan fotomicrografías de algunas de las especies que se pueden localizar en el sitio de estudio; sin embargo, la información que contienen no es útil para la determinación de la dieta en roedores silvestres, porque fueron diseñados con otros propósitos como lo es

la resolución de problemas morfo-anatómicos, taxonómicos, la interpretación ecológica de diversas estructuras y caracteres adaptativos, así como la relación estructura-función (e. g. Marchi *et al.* 2008, Chiarini y Barboza 2007, Arambarri *et al.* 2006, Pulido-García *et al.* 2002). Las imágenes de estructuras específicas de estos catálogos se refieren a cortes histológicos que consideran la ubicación dentro de la estructura u órgano (e.g., apical y/o distal) y la orientación (e.g., transversal y/o longitudinal). Debido a ello, estos trabajos no permiten necesariamente reconocer los tejidos y estructuras vegetales en el tracto digestivo de ratones de campo para identificar el componente vegetal de su dieta. Ya que al revisar los contenidos gastrointestinales, los tejidos vegetales no presentan una disposición visual parecida a la presentada en los catálogos antes mencionados, porque se encuentran fragmentados, alterados mecánica y químicamente, y se llegan a visualizar como una masa heterogénea de estructuras anatómicas de diversas especies vegetales.

Por todo lo anterior, para realizar un trabajo sobre la composición vegetal de la dieta de un roedor de campo, es prioritario y necesario en primer lugar realizar una recopilación bibliográfica sobre la composición florística conocida de la dieta de dicho roedor, para así poder reconocer en el área de estudio los elementos vegetales que pueden estar siendo consumidos y realizar un seguimiento fenológico de dichas especies, lo cual permite considerar los recursos potenciales de los que disponen los ratones tanto en una dimensión espacial como en una dimensión temporal. Asimismo se debe contar con una

técnica microhistológica alternativa, la cual reduzca los tiempos de elaboración de laminillas, así como el uso de reactivos menos dañinos para la salud.

La presente tesis contribuye con la información antes mencionada para el caso particular de *Peromyscus*. Es decir, se presenta el listado de la composición florística de la dieta del género *Peromyscus*, el listado y la fenología cualitativa de los recursos vegetales disponibles y considerados susceptibles a ser consumidos en el paraje Cementerios dentro del “Desierto de los Leones”, Distrito Federal, México, y un método alternativo para la realización de la técnica histológica para la elaboración de laminillas de referencia y de contenido estomacal. También, se propone la formación de un catálogo, el cual será un apoyo importante en la determinación del material vegetal contenido en el estómago e intestinos de los ratones de campo, e incluso de las heces, conformado por fotomicrografías de los diversos estructuras vegetales, fotografía del ejemplar en campo, descripción, distribución, fenología y compuestos químicos (*i.e.*, nutrientes y toxinas) de cada una de la especies vegetales consideradas como susceptibles de ser consumidas por los roedores.

Este trabajo se divide en cinco capítulos, debido a la extensa información que se maneja para el cumplimiento de los objetivos planteados durante el desarrollo del proyecto, así mismo cabe mencionar que un grupo interdisciplinario dentro de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud estudia desde hace varios años la biología del género *Peromyscus* en el Parque Nacional “Desierto de los Leones”, México.

## **OBJETIVO GENERAL**

Contribuir al conocimiento de la dieta de los ratones de campo con énfasis en el género *Peromyscus*, a través de una recopilación bibliográfica, una propuesta de técnica histológica y asentar las bases para la formación de un catálogo histológico.

## **CAPÍTULO I: Composición vegetal de la dieta de Peromyscus**

### **Introducción**

Frecuentemente los trabajos sobre alimentación animal hacen mención sobre preferencia alimenticia cuando en realidad se están refiriendo al consumo de alimentos principales, de acuerdo con Fernández-Olalla y San Miguel (2007), la diferencia entre estos dos términos es la siguiente:

Preferencia es la selección que realiza el animal entre los recursos considerados alimento y su disponibilidad en el hábitat, encontrando así que existen alimentos preferidos y rechazados. Los primeros son aquellos que son proporcionalmente más abundantes en la dieta de un animal a pesar de su limitada disponibilidad en el medio, en cambio un alimento rechazado es aquel que es menos abundante en la dieta a pesar de estar ampliamente disponible en el medio. Si varias especies son consumidas en el mismo grado por un animal, pero una de ellas está menos disponible en el medio, se dice que ésta última es preferida.

Los alimentos principales son aquellos que se consumen en mayores cantidades, es decir que ocupan la mayor biomasa de la dieta, independientemente de su disponibilidad. Por lo que su consumo posiblemente no este relacionado con su valor nutricional más bien a que simplemente esté se encuentra disponible en el hábitat.

Existen factores que influyen en la elección de los alimentos vegetales mostrada por los animales, Heady (1964, citado en Fernández-Olalla y San Miguel 2007) propone cinco grupos: a) la palatabilidad de las especies vegetales, disponibles en el entorno; b) las especies vegetales acompañantes; c) el clima, el suelo y la topografía; d) el tipo de animal y, por último, d) el estado fisiológico del animal. Según Ellis *et al.* (1976, 1977) la selección del alimento depende del tamaño y forma de la planta, de su contenido nutricional, de su novedad con relación con otros recursos presentes, del estado reproductivo y fisiológico del consumidor y de la temperatura y humedad del medio.

Los herbívoros, como se reconoce a los miembros del género *Peromyscus* (Villa y Cervantes 2003), consumen abundantes cantidades de plantas como principal alimento, pero por ser estos de baja calidad nutrimental, los ratones deben consumirlos en grandes cantidades para cubrir sus requerimientos nutricionales básicos (Cortés *et al.* 2002, Westoby 1978). Algunas plantas producen metabolitos secundarios como alcaloides, terpenos, glucósidos, flavonoides, cristales de oxalato de calcio; los cuales alteran las cualidades gustativas de estos hacia sus depredadores o generan toxicidad, por lo cual los herbívoros al consumir los vegetales requieren neutralizar o reducir el efecto de las defensas químicas de las plantas que consumen (Granados *et al.* 2008, Cortés *et al.* 2002, Bozinovic 1997) mediante el desarrollo de adaptaciones fisiológicas (Granados *et al.* 2008, Johnson 1961) o a través de una dieta mixta, la cual contengan sustancias que puedan neutralizar las toxinas provenientes de otras plantas consumidas (González 1990).

Ante este panorama y para completar su balance nutricional, se sabe que varias especies de ratones silvestres agregan a su dieta otros componentes como son los artrópodos y hongos (Belovsky 1978).

### **Objetivo particular**

Realizar el listado documental de los componentes vegetales que constituyen la dieta de *Peromyscus*.

### **Metodología**

Se llevó a cabo una revisión de la literatura sobre los hábitos alimenticios del género *Peromyscus* (Vázquez *et al.* 2004 y 1999-2000, Stancampiano y Caire 1995, Matamoros y Cervantes 1992, Wolff *et al.* 1985, Meserve 1976, Whitaker 1966, Johnson 1961, Jameson 1952 y Hamilton 1941) por ser éste el género de roedores más abundante en el parque “Desierto de los Leones”, Distrito Federal, México (Castro-Campillo *et al.* 2008), no se incluyeron trabajos de laboratorio donde se le ofreció al roedor un número limitado de alimentos bajo condiciones controladas (*v. gr.*, Heithaus 1981, Drickamer 1970).

Con base en la revisión de la literatura se determinaron los componentes vegetales consumidos por los ratones del género *Peromyscus* (Figura 1, Cuadro 1), dicho listado muestra el arreglo taxonómico y la nomenclatura científica según Cronquist (1988) y la USDA (United States Department Agriculture) en su página electrónica. Asimismo, para el nombre común se consultó la página electrónica de la USDA, CONABIO y Historical common names of great plains plants. En el caso

del nombre científico de los roedores se consideró la información proporcionada por la “Lista sistemática de especies de mamíferos- Virginia Hayssen” (Index for Mammalian Species- Virginia Hayssen- Systematics List), en su página electrónica.

## Resultados

Las especies del género *Peromyscus* mejor estudiadas en condiciones silvestres son *P. maniculatus* y *P. leucopus*; las cuales muestran un alto consumo de larvas y adultos de lepidópteros durante la primavera y el verano (Whitaker 1966, Wolff *et al.* 1985, Johnson 1961), herbáceas como *Erodium* sp. (Meserve 1976), semillas de *Halogeton* sp. (Johnson 1961), bellotas de *Quercus* sp. y algunas frutas secas como las de *Carya* sp. (Wolff *et al.* 1985), así como hojas de *Lepidium* sp. y cladodios de *Opuntia* sp. (Johnson 1961). Meserve (1976) también reportó una baja ingesta de artrópodos y un alto consumo de arbustos (semillas, frutos y hojas) de *Rhus integrifolia*, *Artemisia californica* y *Lotus scoparius* para *P. maniculatus*; mientras que *P. eremicus* consumió arbustos y sus estructuras (flores, frutos y hojas), pastos y sus semillas, así como artrópodos todo el año y que *P. californicus* se comportó como un especialista en el consumo exclusivo de arbustos y sus estructuras (flores y hojas). Otros estudios documentan la ingesta de bellotas de *Quercus* sp. por parte de *P. atwateri* (Stamcampiano y Caire 1995), en México existen pocos estudios sobre la dieta de *Peromyscus*, entre los que podemos encontrar Matamoros-Trejo y Cervantes (1992), que trabajaron en el pastizal del vaso del ex-Lago de Texcoco, México, mencionan que *P. maniculatus*

consume a lo largo del año una mayor proporción de artrópodos, seguidos por las plantas *Distichlis spicata* y *Suaeda torreyana*. Por otra parte, Vázquez *et al.* (1999-2000 y 2004) reportan la dieta de *P. aztecus* en un bosque mesófilo de montaña, ubicado en la reserva de Manantlán, Jalisco, y registran el consumo continuo a lo largo del año de los frutos de *Solanum nigricans*, *Dendropanax arboreus* y *Parathesis villosa*, así como un incremento en el consumo de semillas de *Quercus* sp. en la época fría-seca, mientras que en la época cálida-seca aumentó el consumo de semillas de dicotiledóneas y semillas de *Zea diploperennis*, así como el aumento en la ingesta de insectos en la época seca tanto fría como la cálida.

Con base en lo anterior, se encontró que *Peromyscus* se alimenta de cantidades importantes de artrópodos, seguido de vegetales, aunque este grupo es el más variado. Por esta razón, se le prestó atención a la composición florística de la dieta, por ser el recurso más diverso, de tal manera que se obtuvo un listado de 147 especies vegetales consumidas, 141 de las cuales pertenecen a 50 familias de Magnoliophyta (angiospermas), mientras que las otras seis especies corresponden a tres familias de Coniferophyta (gimnospermas). La forma de vida más consumida fue la herbácea con 81 especies y las familias mejor representadas fueron Poaceae (pastos) con 22 especies, Astereaceae (compuestas) con 12, seguidos por Fabaceae (leguminosas) y Rosaceae con 10 especies cada una y Chenopodiaceae con seis (Figura 1). En el cuadro 1 se presenta el listado de las especies consumidas por *Peromyscus* con base en la literatura consultada.

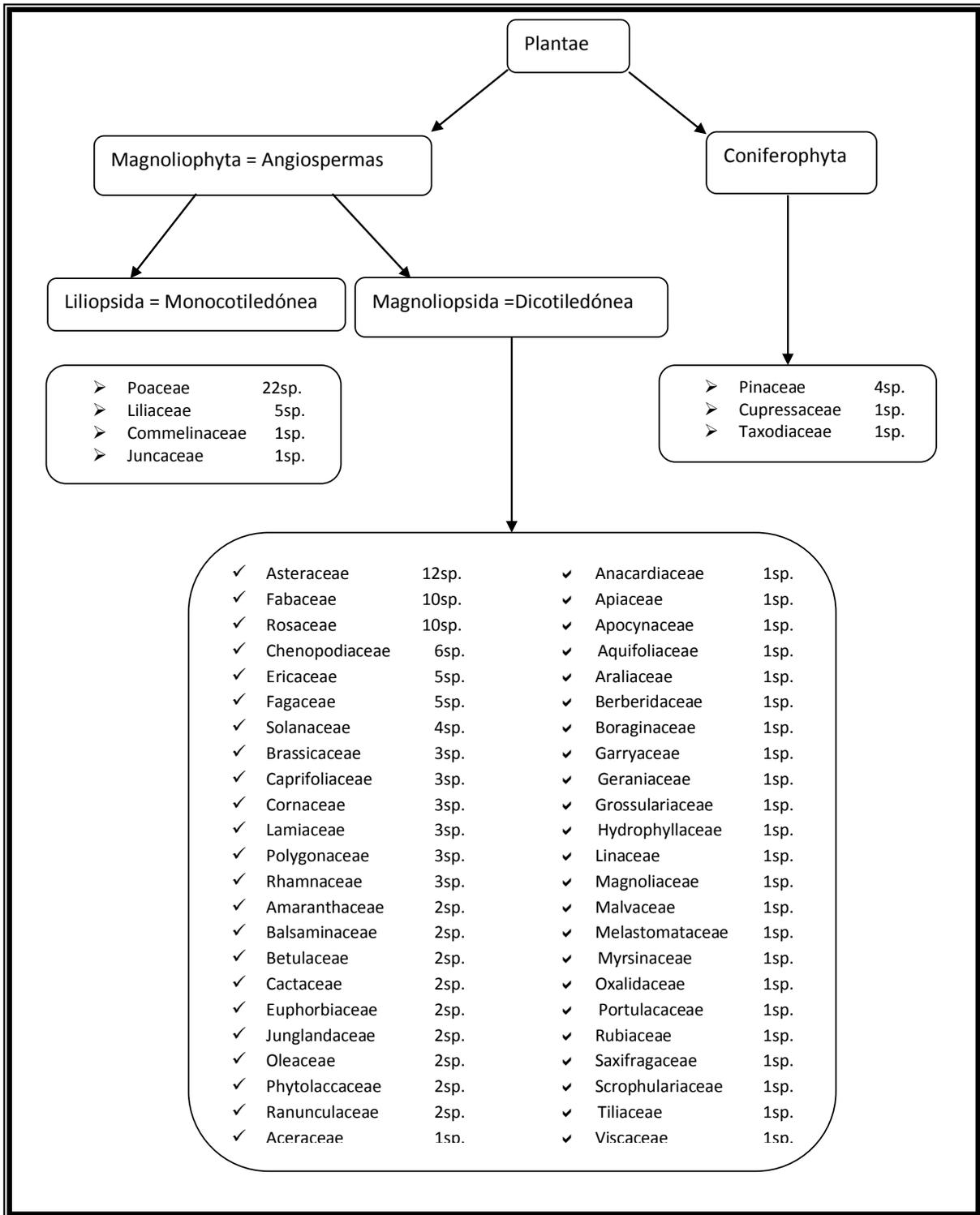


Figura 1.- Listado de familia vegetal y número de especies correspondiente que forman parte de la dieta de ratones silvestres del género *Peromyscus*, de acuerdo con la literatura (Vázquez *et al.* 2004, Vázquez *et al.* 1999-2000, Stancampiano y Caire 1995, Matamoros y Cervantes 1992, Wolff *et al.* 1985, Smart 1978, Meserve 1976, Whitaker 1966, Johnson 1961, Jameson 1952 y Hamilton 1941).

**Cuadro 1.- Listado de especies vegetales que forman parte de la dieta de ratones silvestres del género *Peromyscus*, así como las estructuras consumidas, de acuerdo a los autores consultados + Género presente en el área de estudio, ++Especie presente en el área de estudio.**

DIVISIÓN/ CLASE /FAMILIA/ ESPECIE	FORMA DE VIDA / NOMBRE COMÚN	ESTRUCTURA					ESPECIE DE <i>PEROMYSCUS</i>	REFERENCIA
		TALLO	HOJA	FLOR/ POLEN	FRUTO/ SEMILLA	NO MENCIONA		
<b><u>MAGNIOLOPHYTA</u></b>								
<b><u>LILIOPSIDA</u></b>								
<b><u>COMMELINACEAE</u></b>								
<i>Commelina</i> sp.	Arbusto o hierba	X					<i>P. aztecus</i> Vázquez <i>et al.</i> 2004	
<b><u>POACEAE</u></b>								
<i>Zea diploperennis</i>	Hierba /maíz, corn		X	X			<i>P. aztecus</i> Vázquez <i>et al.</i> 2004 Vázquez <i>et al.</i> 1999-2000	
<i>Triticum</i> sp.	Hierba / trigo, wheat				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i> Whitaker 1966	
<i>Andropogon</i> sp.	Hierba / pasto rabo de zorro, zacate, broomsedge					X	<i>P. atwateri</i> Stancampiano y Caire 1995	
<i>Bouteloua</i> sp.	Hierba / pasto navajita, grama grass				X	X	<i>P. attwateri</i> Stancampiano y Caire 1995	
<i>Bromus</i> sp.	Hierba / cebadilla, bromo, brome				X		<i>P. maniculatus</i> Johnson 1961	
<i>Bromus rubens</i>	Hierba / red brome				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. eremicus</i> , <i>P. californicus</i> Meserve 1976	
<i>Digitaria</i> sp.	Hierba / crabgrass, zacate				X		<i>P. maniculatus</i> Whitaker 1966	
<i>Distichlis spicata</i>	Hierba / saltgrass					X	<i>P. maniculatus</i> Matamoros-Trejo y Cervantes 1992	
<i>Echinochloa</i> sp.	Hierba / barnyardgrass, zacate				X		<i>P. maniculatus</i> Whitaker 1966	
<i>Elymus canadensis</i>	Hierba / Canada wildrye					X	<i>P. maniculatus</i> Stancampiano y Caire 1995	
<i>Elymus</i> sp.	Hierba				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i> Whitaker 1966	
<i>Leersia</i> sp.	Hierba / cutgrass, rice grass				X		<i>P. maniculatus</i> Whitaker 1966	
<i>Nassella pulchra</i>	Hierba / purple needlegrass					X	<i>P. eremicus</i> , <i>P. californicus</i> , <i>P. maniculatus</i> Meserve 1976	
<i>Oplismenus burmanii</i>	Hierba / grass		X				<i>P. aztecus</i> Vázquez <i>et al.</i> 2004	
<i>Panicum</i> sp.	Hierba / zacate				X		<i>P. maniculatus</i> Whitaker 1966	

DIVISIÓN/ CLASE /FAMILIA/ ESPECIE	FORMA DE VIDA / NOMBRE COMÚN	ESTRUCTURA					ESPECIE DE <i>PEROMYSCUS</i>	REFERENCIA
		TALLO	HOJA	FLOR/ POLEN	FRUTO/ SEMILLA	NO MENCIONA		
<i>Phleum</i> sp.	Hierba / Timothy				X		<i>P. maniculatus</i>	Whitaker 1966
<i>Setaria</i> sp.	Hierba / zacate, cola de zorra, bristlegrass				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Whitaker 1966
<i>Sorghastrum nutans</i>	Hierba / indiangrass					X	<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Stancampiano y Caire 1995
<i>Sorghum halepense</i>	Hierba / zacate Johnson, sorgo de halepo, zacate secencle, triguillo, sorgo de Alepo, micillo, pasto ruso, canutillo, zacate Egipcio, zacate nilo				X		<i>P. maniculatus</i>	Whitaker 1966
<i>Sporobolus</i> sp.	Hierba, cresta de gallo, zacate de agua, pasto alambre, burrillo, dropseed					X	<i>P. attwateri</i> , <i>P. maniculatus</i>	Stancampiano y Caire 1995
<i>Zeugites americana</i>	Hierba		X				<i>P. aztecus</i>	Vázquez <i>et al.</i> 2004
<b><u>JUNCACEAE</u></b>								
<i>Juncus</i> sp.	Hierba / rush, tule, junco				X		<i>P. leucopus</i>	Whitaker 1966
<b><u>LILIACEAE</u></b>								
<i>Allium</i> sp.	Hierba / ajo, wild onion					X	<i>P. attwateri</i> , <i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Stancampiano y Caire 1995
<i>Clintonia borealis</i>	Hierba / Clintonia, bluebead				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<i>Maianthemum canadense</i>	Hierba / false lily-of-the-valley, Canada mayflower, bead-ruby, canada beed-ruby, cowslip, heart-leaves				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<i>Maianthemum racemosum</i>	Arbusto / feathery false lily of the valley, false spikenhard				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<i>Medeola virginiana</i>	Hierba / Indian Cucumber				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941

DIVISIÓN/ CLASE /FAMILIA/ ESPECIE	FORMA DE VIDA / NOMBRE COMÚN	ESTRUCTURA					ESPECIE DE <i>PEROMYSCUS</i>	REFERENCIA
		TALLO	HOJA	FLOR/ POLEN	FRUTO/ SEMILLA	NO MENCIONA		
<b><u>MAGNOLIOPSIDA</u></b>								
<b><u>ASTERACEAE</u></b>								
<i>Haplopappus squamosus</i>	Hierba					X	<i>P. maniculatus</i> Meserve 1976	
<i>Xanthium</i> sp.	Hierba / cadillo, cocklebur				X		<i>P. maniculatus</i> Whitaker 1966	
<i>Erigeron</i> sp.	Hierba / chalchuán, rosita blanca, pata de león				X		<i>P. leucopus</i> Whitaker 1966	
<i>Ambrosia trifida</i>	Hierba / ambrosia gigante, maleza, great or giant ragweed				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i> Whitaker 1966	
<i>Artemisia californica</i>	Arbusto / coastal sagebrush				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. eremicus</i> , <i>P. californicus</i> Meserve 1976	
<i>Taraxacum officinale</i>	Hierba / diente de león, achicoria amarga, amargon, árnica, common dandelion					X	<i>P. maniculatus</i> Matamoros-Trejo y Cervantes 1992	
<i>Eriogonum fasciculatum</i>	Arbusto / eastern mojave buckwheat				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. eremicus</i> , <i>P. californicus</i> Meserve 1976	
<i>Gnaphalium bicolor</i>	Hierba / everlasting					X	<i>P. maniculatus</i> Meserve 1976	
<i>G. chilense</i>	Hierba					X	<i>P. maniculatus</i> Meserve 1976	
<i>Heterotheca stenophylla</i>	Hierba / stiffleaf false goldenaster					X	<i>P. attwateri</i> Stancampiano y Caire 1995	
<i>Jaegeria hirta</i>	Hierba		X				<i>P. aztecus</i> Vázquez <i>et al.</i> 2004	
<i>Ratibida columnifera</i>	Hierba / upright prairie coneflower				X		<i>P. attwateri</i> Stancampiano y Caire 1995	
<b><u>CAPRIFOLIACEAE</u></b>								
<i>Viburnum acerifolium</i>	Arbusto / maple-leaved Viburnum				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i> Hamilton 1941	
<i>V. dentatum</i>	Arbusto / southern arrow-wood				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i> Hamilton 1941	

DIVISIÓN/ CLASE /FAMILIA/ ESPECIE	FORMA DE VIDA / NOMBRE COMÚN	ESTRUCTURA					ESPECIE DE <i>PEROMYSCUS</i>	REFERENCIA
		TALLO	HOJA	FLOR/ POLEN	FRUTO/ SEMILLA	NO MENCIONA		
<i>Sambucus racemosa</i>	Arbusto / red-berried Elder				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<b><u>APOCYNACEAE</u></b>								
<i>Asclepias</i> sp.	Hierba / milkweed				X		<i>P. leucopus</i>	Whitaker 1966
<b><u>BORAGINACEAE</u></b>								
<i>Cryptantha clevelandii</i>	Hierba / Cleveland's cryptantha					X	<i>P. maniculatus</i> , <i>P. eremicus</i>	Meserve 1976
<b><u>LAMIACEAE</u></b>								
<i>Hyptis mutabilis</i>	Hierba o Arbusto / tropical bushmint				X		<i>P. aztecus</i>	Vázquez <i>et al.</i> 2004
+ <i>Salvia apiana</i>	Arbusto / chia, White sage			X	X		<i>P. eremicus</i> , <i>P. californicus</i>	Meserve 1976
+ <i>Salvia mexicana</i>	Arbusto	X					<i>P. aztecus</i>	Vázquez <i>et al.</i> 2004
<b><u>RUBIACEAE</u></b>								
<i>Mitchella repens</i>	Hierba / partridgeberry				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<b><u>OLEACEAE</u></b>								
<i>Fraxinus</i> sp.	Árbol / fresno				X		<i>P. leucopus</i>	Whitaker 1966
<i>F. americana</i>	Árbol / white ash, fresno				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<b><u>SCROPHULARIACEAE</u></b>								
<i>Castilleja</i> sp.	Arbusto / trompeta, castilleja, calzón de indio, Hierba del cáncer, cresta de gallo, Indian paintbrush					X	<i>P. californicus</i>	Meserve 1976
<b><u>HYDROPHYLLACEAE</u></b>								
<i>Phacelia platycarpa</i>	Hierba / Tlatomaxihuitl	X					<i>P. aztecus</i>	Vázquez <i>et al.</i> 2004

DIVISIÓN/ CLASE /FAMILIA/ ESPECIE	FORMA DE VIDA / NOMBRE COMÚN	ESTRUCTURA					ESPECIE DE <i>PEROMYSCUS</i>	REFERENCIA
		TALLO	HOJA	FLOR/ POLEN	FRUTO/ SEMILLA	NO MENCIONA		
<b><u>SOLANACEAE</u></b>								
+ <i>Solanum dulcamara</i>	Hierba / blue nightshade, climbing nightshade				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<i>S. aligerum</i>	Hierba o Arbusto				X		<i>P. aztecus</i>	Vázquez <i>et al.</i> 2004
<i>S. appendiculatum</i>	Hierba o Arbusto				X		<i>P. aztecus</i>	Vázquez <i>et al.</i> 2004
<i>S. nigricans</i>	Hierba o Arbusto /hierba mora				X		<i>P. aztecus</i>	Vázquez <i>et al.</i> 2004 Vázquez <i>et al.</i> 1999-2000
<b><u>AMARANTHACEAE</u></b>								
<i>Chenopodium</i> sp.	Hierba / epazote, goosefoot, wormweed				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Whitaker 1966
<i>Amaranthus</i> sp.	Hierba / amaranto, pigweed, amaranth				X		<i>P. maniculatus</i>	Whitaker 1966
<b><u>CACTACEAE</u></b>								
<i>Echinocereus</i> sp.	Cactácea/Cactus					X	<i>P. maniculatus</i>	Stancampiano y Caire 1995
<i>Opuntia</i> sp.	Cactácea / nopal, pricklypear					X	<i>P. attwateri</i> , <i>P. maniculatus</i>	Stancampiano y Caire 1995
<b><u>CHENOPODIACEAE</u></b>								
<i>Salsola kali</i>	Hierba / cardo ruso, maromero, chamizo volador, ruedamundo, prickly russian thistle, tumbleweed				X		<i>P. leucopus</i>	Whitaker 1966
			X				<i>P. maniculatus</i>	Johnson 1961
<i>Halogeton</i> sp.	Arbusto / saltlover		X		X		<i>P. maniculatus</i>	Johnson 1961
<i>Atriplex confertifolia</i>	Arbusto / shadscale saltbush		X		X		<i>P. maniculatus</i>	Johnson 1961
<i>Atriplex nummularia</i>	Arbusto / bluegreen saltbush					X	<i>P. maniculatus</i>	Matamoras-Trejo y Cervantes 1992
<i>Atriplex patula</i>	Arbusto / chamizo, saltbush					X	<i>P. maniculatus</i>	Matamoras-Trejo y Cervantes 1992
<i>Suaeda torreyana</i>	Hierba / romerito, romerillo, quelite salado, mojave seablite					X	<i>P. maniculatus</i>	Matamoras-Trejo y Cervantes 1992

DIVISIÓN/ CLASE /FAMILIA/ ESPECIE	FORMA DE VIDA / NOMBRE COMÚN	ESTRUCTURA					ESPECIE DE <i>PEROMYSCUS</i>	REFERENCIA
		TALLO	HOJA	FLOR/ POLEN	FRUTO/ SEMILLA	NO MENCIONA		
<b><u>PHYTOLACCACEAE</u></b>								
+ <i>Phytolacca</i> sp.	Hierba / jaboncillo, mazorquilla, carricillo, namole, quelite, pokeweed				X	<i>P. maniculatus</i>	Whitaker 1966	
<i>P. americana</i>	Hierba / jaboncillo, american pokeweed				X	<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941	
<b><u>PORTULACACEAE</u></b>								
<i>Portulaca oleracea</i>	Hierba / Little hogweed, verdolaga				X	<i>P. maniculatus</i>	Whitaker 1966	
<b><u>POLYGONACEAE</u></b>								
<i>Polygonum</i> sp.	Hierba / false buckwheat				X	<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941	
<i>P. scandes</i>	Hierba / climbing false buckwheat				X	<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Whitaker 1966	
<i>Rumex</i> sp.	Hierba / lengua de vaca, curly dock				X	<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941	
<b><u>BRASSICACEAE</u></b>								
<i>Lepidium perfoliatum</i>	Hierba / clasping pepperweed, clasping peppergrass		X		X	<i>P. maniculatus</i>	Johnson 1961	
<i>Lesquerela ovalifolia</i>	Hierba/ oval-leaf bladderpod, round-leaf bladderpod				X	<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Stancampiano y Caire 1995	
<i>Descurainia pinnata</i>	Arbusto / western tansymustard		X		X	<i>P. maniculatus</i>	Johnson 1961	
<b><u>ERICACEAE</u></b>								
<i>Vaccinium myrtilloides</i>	Arbusto / velvetleaf huckleberry blueberry				X	<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941	
<i>V. uliginosum</i>	Arbusto / bog blueberry, bilberry				X	<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941	
<i>Gaultheria procumbens</i>	Arbusto / checkerberry, Eastern teaberry				X	<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941	

DIVISIÓN/ CLASE /FAMILIA/ ESPECIE	FORMA DE VIDA / NOMBRE COMÚN	ESTRUCTURA					ESPECIE DE <i>PEROMYSCUS</i>	REFERENCIA
		TALLO	HOJA	FLOR/ POLEN	FRUTO/ SEMILLA	NO MENCIONA		
<i>Arctostaphylos patula</i>	Arbusto / manzanita, greenleaf manzanita				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. boylii</i>	Jameson 1952
<i>Arctostaphylos viscida</i>	Arbusto / manzanita, whiteleaf manzanita				X		<i>P. boylii</i>	Jameson 1952
<b><u>MALVACEAE</u></b>								
<i>Abutilon</i> sp.	Hierba / velveleaf, mallow				X		<i>P. leucopus</i>	Whitaker 1966
<b><u>TILIACEAE</u></b>								
<i>Tilia americana</i>	Árbol / american basswood				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<b><u>MYRSINACEAE</u></b>								
<i>Parathesis villosa</i>	Árbol o Arbusto				X		<i>P. aztecus</i>	Vázquez <i>et al.</i> 2004 Vázquez <i>et al.</i> 1999-2000
<b><u>BETULACEAE</u></b>								
<i>Corylus americana</i>	Arbusto / american hazelnut, avellano				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
						X	<i>P. truei</i> , <i>P. boylii</i> , <i>P. leucopus</i>	Smartt 1978
<i>Ostrya virginiana</i>	Árbol / hophornbeam, american box				X		<i>P. maniculatus</i>	Johnson 1961
						X	<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<b><u>FAGACEAE</u></b>								
<i>Fagus grandifolia</i>	Árbol / American beech				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<i>Fagus</i> sp.	Árbol				X		<i>P. leucopus</i>	Whitaker 1966
<i>Quercus</i> sp.	Árbol / encino, oak					X	<i>P. attwateri</i> , <i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Stancampiano y Caire 1995
<i>Q. candicans</i>	Árbol				X		<i>P. aztecus</i>	Vázquez <i>et al.</i> 2004
<i>Q. salicifolia</i>	Árbol				X		<i>P. aztecus</i>	Vázquez <i>et al.</i> 2004 Vázquez <i>et al.</i> 1999-2000

DIVISIÓN/ CLASE /FAMILIA/ ESPECIE	FORMA DE VIDA / NOMBRE COMÚN	ESTRUCTURA					ESPECIE DE <i>PEROMYSCUS</i>	REFERENCIA
		TALLO	HOJA	FLOR/ POLEN	FRUTO/ SEMILLA	NO MENCIONA		
<b><u>JUGLANDACEAE</u></b>								
<i>Carya</i> sp.	Árbol / nogal, hickoria, hickory				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Wolff <i>et al.</i> 1985
<i>C. ovata</i>	Árbol / nogal, shagbark hickory				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<b><u>MAGNOLIACEAE</u></b>								
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Árbol / Tulip tree				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<b><u>RANUNCULACEAE</u></b>								
<i>Actaea rubra</i>	Hierba / red baneberry				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<i>Trollius laxus</i>	Hierba / american globeflower				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<b><u>BERBERIDACEAE</u></b>								
<i>Caulophyllum thalioides</i>	Hierba / blue cohosh				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<b><u>APIACEAE</u></b>								
<i>Eryngium leavenworthii</i>	Hierba / leavenwoth's eryngo					X	<i>P. attwateri</i>	Stancampiano y Caire 1995
<b><u>ARALIACEAE</u></b>								
<i>Dendropanax arboreus</i>	Árbol o arbusto / angelica tree, Cajeta, hoja fresca, mano de león		X		X		<i>P. aztecus</i>	Vázquez <i>et al.</i> 2004 Vázquez <i>et al.</i> 1999-2000
<b><u>AQUIFOLIACEAE</u></b>								
<i>Ilex verticillata</i>	Arbusto / black alder, common winterberry				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<b><u>CORNACEAE</u></b>								
<i>Cornus amomum</i>	Arbusto / silky dogwood				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941

DIVISIÓN/ CLASE /FAMILIA/ ESPECIE	FORMA DE VIDA / NOMBRE COMÚN	ESTRUCTURA					ESPECIE DE <i>PEROMYSCUS</i>	REFERENCIA
		TALLO	HOJA	FLOR/ POLEN	FRUTO/ SEMILLA	NO MENCIONA		
<i>C. candidissima</i>	Arbusto / gray dogwood				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<i>C. nuttalli</i>	Arbusto / pacific dogwood				X		<i>P. maniculatus</i>	Jameson 1952
<b><u>GARRYACEAE</u></b>								
<i>Garrya</i> sp.	Arbusto / silktassel				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. boylii</i>	Jameson 1952
<b><u>EUPHORBIACEAE</u></b>								
<i>Croton</i> sp.	Arbusto / croton					X	<i>P. attwateri</i>	Stancampiano y Caire 1995
<i>C. californicus</i> .	Hierba / California croton,				X		<i>P. maniculatus</i>	Meserve 1976
<b><u>FABACEAE</u></b>								
<i>Glycine max</i>	Hierba / soya, soybean, soja				X		<i>P. maniculatus</i>	Whitaker 1966
<i>Lotus scoparius</i>	Arbusto / common deerweed					X	<i>P. maniculatus</i> , <i>P. eremicus</i> , <i>P. californicus</i>	Meserve 1976
+ <i>Lupinus</i> sp.	Arbusto /lupine				X		<i>P. aztecus</i>	Vázquez <i>et al.</i> 2004 Vázquez <i>et al.</i> 1999-2000
<i>Trifolium</i> sp.	Hierba / trébol, clover			X			<i>P. leucopus</i>	Whitaker 1966
<i>Lespedeza</i> sp.	Hierba / bush clover				X		<i>P. maniculatus</i>	Whitaker 1966
<i>L. virginica</i>	Hierba / bush clover, slender bush					X	<i>P. maniculatus</i>	Stancampiano y Caire 1995
<i>Medicago sativa</i>	Hierba / alfalfa				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<i>Desmodium</i> sp.	Hierba	X					<i>P. aztecus</i>	Vázquez <i>et al.</i> 2004
<i>D. canadense</i>	Hierba / showy ticktrefoil				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<i>Acacia angustissima</i>	Arbusto / Prairie acacia				X		<i>P. aztecus</i>	Vázquez <i>et al.</i> 2004 Vázquez <i>et al.</i> 1999-2000

DIVISIÓN/ CLASE /FAMILIA/ ESPECIE	FORMA DE VIDA / NOMBRE COMÚN	ESTRUCTURA					ESPECIE DE <i>PEROMYSCUS</i>	REFERENCIA
		TALLO	HOJA	FLOR/ POLEN	FRUTO/ SEMILLA	NO MENCIONA		
<b><u>BALSAMINACEAE</u></b>								
<i>Impatiens</i> sp.	Hierba / jewelweed, buzzy lizzy, blasamina, chintos, chinós, gachupina, jazmincillo, china wits (lengua huasteca)				X	<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941	
<i>I. trifida</i>	Hierba / jewelweed, buzzy lizzy, blasamina, chintos, chinós, gachupina, jazmincillo, china wits (lengua huasteca)				X	<i>P. leucopus</i>	Whitaker 1966	
<b><u>GERANIACEAE</u></b>								
<i>Erodium</i> sp.	Hierba / alfilerillo, stork's bill				X	<i>P. maniculatus</i> , <i>P. eremicus</i> , <i>P. californicus</i>	Meserve 1976	
<b><u>OXALIDACEAE</u></b>								
<i>Oxalis</i> sp.	Hierba / woodsorrel				X	<i>P. leucopus</i> , <i>P. maniculatus</i>	Whitaker 1966	
<b><u>LINACEAE</u></b>								
<i>Linum</i> sp.	Hierba / linaza, flax				X	<i>P. maniculatus</i>	Stancampiano y Caire 1995	
<b><u>MELASTOMATACEAE</u></b>								
<i>Conostegia volcanalis</i>	Árbol				X	<i>P. aztecus</i>	Vázquez <i>et al.</i> 2004	
<b><u>RHAMNACEAE</u></b>								
<i>Ceanothus cuneatus</i>	Arbusto / buckbrush, snowball, wild lilac	X		X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. boylii</i>	Jameson 1952	
<i>C. integerrimus</i>	Arbusto / deerbrush			X		<i>P. boylii</i>	Jameson 1952	
<i>Rhamnus crocea</i>	Arbusto / redberry buckthorn				X	<i>P. maniculatus</i> , <i>P. eremicus</i> , <i>P. californicus</i>	Meserve 1976	

DIVISIÓN/ CLASE /FAMILIA/ ESPECIE	FORMA DE VIDA / NOMBRE COMÚN	ESTRUCTURA					ESPECIE DE <i>PEROMYSCUS</i>	REFERENCIA
		TALLO	HOJA	FLOR/ POLEN	FRUTO/ SEMILLA	NO MENCIONA		
<b><u>GROSSULARIACEAE</u></b>								
<i>Ribes americanum</i>	Arbusto / wild black currant, american black currant				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<b><u>ROSACEAE</u></b>								
<i>Fragaria virginiana</i>	Hierba / field strawberry, Virginia strawberry				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<i>Prunus</i> sp.	Árbol / cherry, capulín				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Whitaker 1966
<i>P. pennsylvanica</i>	Árbol / pin cherry / capulín				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
++ <i>P. serotina</i>	Árbol / wild black berry capulín				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<i>P. virginiana</i>	Árbol / choke cherry, capulín				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
+ <i>Rubus</i> sp.	Arbusto / moras, wild blackberry, rasp- berry				X		<i>P. leucopus</i>	Whitaker 1966
					X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
					X		<i>P. aztecus</i>	Vázquez <i>et al.</i> 2004
<i>Rosa</i> sp.	Arbusto / wild rose, rosa				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<i>Potentilla glandulosa</i>	Hierba / sticky cinquefoil					X	<i>P. maniculatus</i>	Meserve 1976
<i>Amelanchier</i> sp.	Arbusto / tlixistle, serviceberry				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<i>Photonia</i> sp.	Arbusto / red chokeberry				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<b><u>SAXIFRAGACEAE</u></b>								
<i>Tiarella cordifolia</i>	Hierba / false mitrewort, heartleaf foamflower				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941

DIVISIÓN/ CLASE /FAMILIA/ ESPECIE	FORMA DE VIDA / NOMBRE COMÚN	ESTRUCTURA					ESPECIE DE <i>PEROMYSCUS</i>	REFERENCIA
		TALLO	HOJA	FLOR/ POLEN	FRUTO/ SEMILLA	NO MENCIONA		
<b><u>VISCACEAE</u></b>								
<i>Phoradendron</i> sp.	Hierba /muerdago, oak mistletoe					X	<i>P. truei</i> , <i>P. boylei</i> , <i>P. leucopus</i>	Smartt 1978
<b><u>ACERACEAE</u></b>								
<i>Acer</i> sp.	Árbol / arce, maple				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. boylei</i>	Jameson 1952
<b><u>ANACARDIACEAE</u></b>								
<i>Rhus integrifolia</i>	Arbusto / lemonade sumac				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. eremicus</i> , <i>P. californicus</i>	Meserve 1976
<b><u>CONIFEROPHYTA</u></b>								
<b><u>CUPRESSACEAE</u></b>								
<i>Juniperus</i> sp.	Árbol / táscate, juniper			X	X		<i>P. truei</i> , <i>P. boylei</i> , <i>P. leucopus</i>	Smartt 1978
<b><u>PINACEAE</u></b>								
+ <i>Pinus</i> sp.	Árbol / pino, pine					X	<i>P. truei</i> , <i>P. boylei</i> , <i>P. leucopus</i>	Smartt 1978
						X	<i>P. maniculatus</i>	Jameson 1952
<i>P. ponderosa</i>	Árbol / pino, ponderosa pine				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Jameson 1952
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Árbol / Douglas-fir				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. boylei</i>	Jameson 1952
<i>Tsuga canadensis</i>	Árbol / abeto del Cánada, eastern hemlock				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941
<b><u>TAXODIACEAE</u></b>								
<i>Taxus canadensis</i>	Árbol / Canada yew, Ground Hemlock				X		<i>P. maniculatus</i> , <i>P. leucopus</i>	Hamilton 1941

## Discusión

Las plantas son unos de los principales componentes que conforman la dieta del género *Peromyscus*, asimismo los estudios muestran que existe variación en la frecuencia de consumo, en la diversidad de especies y las estructuras consumidas a lo largo del año (e.g. Vázquez *et al.* 2004 y 1999-2000, Wolff 1985, Whitaker 1966). La variación en el consumo depende de factores como el estado fenológico de las plantas, ya que el tiempo modifica las propiedades organolépticas del alimento, influyendo en el aspecto, color, aroma y sabor (Azorín y Gómez 2008) y la disponibilidad temporal del recurso (Johnson 1961). Otro factor importante que afecta el grado de consumo es la presencia de defensas que poseen las plantas ante la herbivoría como es la protección física - espinas, aguijones o cristales de sílice en los pastos- y la protección química, la cual se refiere a la producción de metabolitos secundarios, los cuales llegan a ser tóxicos o de sabor desagradable para los animales (Azorín y Gómez 2008, Granados *et al.* 2008).

Asimismo, el consumo exclusivo de ciertas estructuras vegetativas se deba a su composición química específica, por ejemplo, los frutos y las semillas son alimentos ricos en grasas, hidratos de carbono solubles y proteínas (*i. e.* leguminosas); las hojas son más ricas en lípidos y en proteínas en comparación con los tallos, y más pobres en lignina, celulosa y fibra (Fernández-Olalla y San Miguel 2007). Con base en lo anterior los animales que consumen plantas se ven en la necesidad de seleccionar las especies vegetales y sus estructuras que cubran sus requerimientos nutricionales y que tengan menor toxicidad.

*Peromyscus* se alimenta de una importante cantidad de hierbas y arbustos entre estos últimos se encuentra *Halogeton* sp., con amplia distribución en Estados Unidos, éste posee oxalatos y ácido oxálico, no obstante es consumido en grandes cantidades por *Peromyscus*, cuyo hígado es tolerante a estos compuestos (Johnson 1961). No se sabe exactamente el proceso fisiológico que lleva a cabo el roedor para la eliminación o inactivación de estos compuestos y cual sea el valor nutritivo ésta especie. También *Peromyscus* consume una gran variedad de gramíneas, a pesar de su contenido de cristales de sílice los cuales producen un importante desgaste dental de los roedores (Azorín y Gómez 2008).

El alto consumo de hierbas registrado para las diferentes especies de *Peromyscus* en los trabajos consultados puede deberse a que la mayoría de los estudios se han llevado en pastizales, y donde muchas especies de gramíneas son perennes, por lo que su disponibilidad temporal no es una limitante. Asimismo, en estas áreas la forma de vida mas abundante es la herbácea, por tal motivo el roedor no se encuentra en la necesidad de desplazarse grandes distancias. Por ejemplo, se sabe que *Peromyscus* se aleja de su madriguera entre 24.5–45 m cuando forrajea Hamilton (1941). También el consumo de herbáceas puede depender de la facilidad para obtener los nutrientes, ya que esta forma de vida generalmente carece de estructuras lignificadas, difíciles de digerir. Sin embargo, las hierbas poseen una gran cantidad de taninos, los cuales interfieren en la digestión dificultando la asimilación de las proteínas (Azorín y Gómez 2008, Garín *et al.* 1996). Debido a esto los herbívoros como los ratones del género *Peromyscus* llevan a cabo un consumo mixto de vegetales, frutos e insectos,

estrategia que aumenta el tiempo de retención del alimento, lo que permite un mayor tiempo para la degradación de lípidos e hidratos de carbono presentes en el alimento ingerido, obteniendo así una ganancia energética mayor que si la dieta fuera específica (Silva 2005).

## **Conclusión**

A través de la consulta de diversos trabajos sobre dieta de diversas especies del género *Peromyscus* fue posible integrar un listado de las especies vegetales reportadas como alimento de este género de roedor. La evidencia bibliográfica muestra que la mayoría de las especies consumidas son hierbas y arbustos de las Magnoliophyta, sobresaliendo los miembros de las familias Chenopodiaceae, Fabaceae, Rosaceae, Asteraceae y Poaceae, de las cuales prefieren sus frutos quizá por su alto contenido en azúcares.

La obtención de energía para la realización de los procesos fisiológicos (*i.e.*, reproducción, locomoción, crecimiento), es el objetivo principal de la alimentación pero falta conocer de forma particular como el consumo de determinadas plantas y estructuras el roedor obtiene posibles beneficios como la desintoxicación, desparasitantes o precursores hormonales. También falta ampliar el conocimiento sobre el papel del roedor en la estructuración del ecosistema al consumir diversos taxa vegetales; y si existe un consumo selectivo de plantas como este influye en la competencia entre especies vegetales, a través de la depredación de algunas especies competidoras, favoreciendo la dispersión de semillas y en que punto son depredadores de las mismas.

## **CAPÍTULO II: Elementos vegetales con posibilidad de ser encontrados en la dieta de *Peromyscus* del Parque Desierto de los Leones, México.**

### **Introducción**

La información que se recopila bibliográficamente sobre la dieta de *Peromyscus* o de cualquier otra especie de interés, permite conocer los taxa que conforman su dieta, las formas de vida y las estructuras que son utilizadas. Asimismo, es posible, con base en su cercanía filogenética, predecir que otros taxa pueden formar parte de la dieta de *Peromyscus* en otras áreas de su distribución tomando en consideración la diversos usos de la sistemática en la biología y conservación (Funk *et al.* 2002, Moritz 2002).

El sitio de estudio de este trabajo se ubica en el paraje Cementerios en el Parque Nacional Desierto de los Leones, Distrito Federal, México y corresponde a un bosque templado en regeneración, por lo cual existe una mayor diversidad de especies en el estrato herbáceo y arbustivo y con poca diversidad en el estrato arbóreo (CONANP-SEMARNAT 2006). La actual condición del bosque es producto del incendio ocurrido en 1998, y por la práctica de actividades recreativas (ciclismo de montaña, fogatas) y el pastoreo extensivo el cual se realiza desde hace años en este parque. Asimismo, se observa el efecto de declinación, presente en individuos de *Abies*, *Pinus* y *Quercus*, provocado por la contaminación atmosférica, resultado de su cercanía con la ciudad de México. A pesar de ser un parque nacional, los lugareños introducen su ganado con el cual generan un consumo no controlado de los recursos vegetales ahí presentes y la

compactación del suelo, que evita la aereación correcta del mismo, no permitiendo el adecuado transporte de gases y nutrientes del suelo a las plantas.

Dada la condición presente en el Parque Nacional Desierto de los Leones, es necesario y prioritario conocer la dieta de pequeños mamíferos como *Peromyscus* para entender de qué manera influyen estos en la recuperación y reconstrucción de la comunidad.

### **Objetivo particular**

Determinar al mínimo nivel taxonómico posible los taxa de Magnoliophyta y Coniferophyta presentes en el área de estudio susceptibles de ser consumidos por *Peromyscus*.

## **Metodología**

Esta se dividió en tres fases: la revisión documental, trabajo de campo y trabajo de gabinete.

Con base en los resultados obtenidos en el capítulo anterior se elaboraron criterios de búsqueda y recolecta de ejemplares botánicos con mayores posibilidades de ser consumidas por los ratones del género *Peromyscus* en el Desierto de los Leones, estos criterios son los siguientes:

Se recolectaron las estructuras reconocidas en la dieta del roedor: frutos, semillas, hojas y flores.

Especies pertenecientes a los taxa reconocidos durante la investigación bibliográfica, o taxonómicamente cercanas, a nivel familia y género.

Forma de vida arbustiva o herbácea preferentemente y árboles los cuales pertenecieran a un taxa ya registrado durante la investigación bibliográfica o que produjeran frutos carnosos (*e.g.*, drupas) o secos (*e.g.*, bellotas, nueces).

## **Revisión documental**

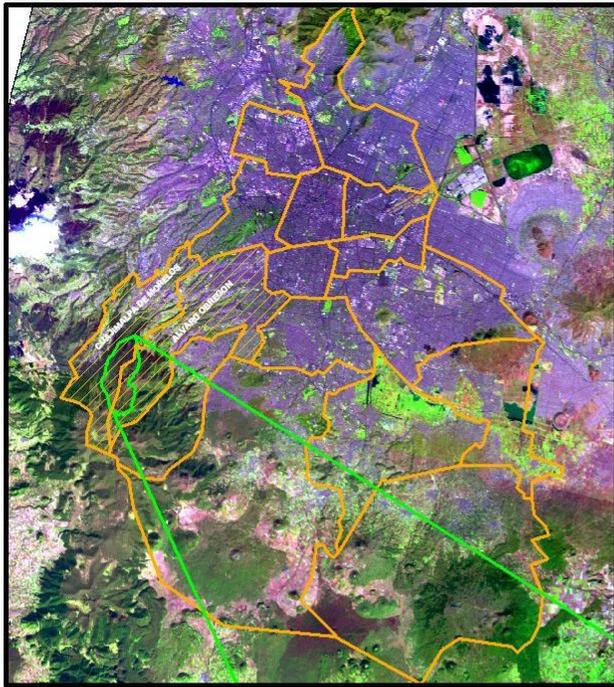
### **Parque Nacional Desierto de los Leones**

Se encuentra aproximadamente a unos 25 km del centro de la Ciudad de México y pertenece políticamente a la Delegación de Cuajimalpa, Distrito Federal, con una extensión total estimada de 1529 ha (S.M.A. 2000, Vargas-Márquez 1997,

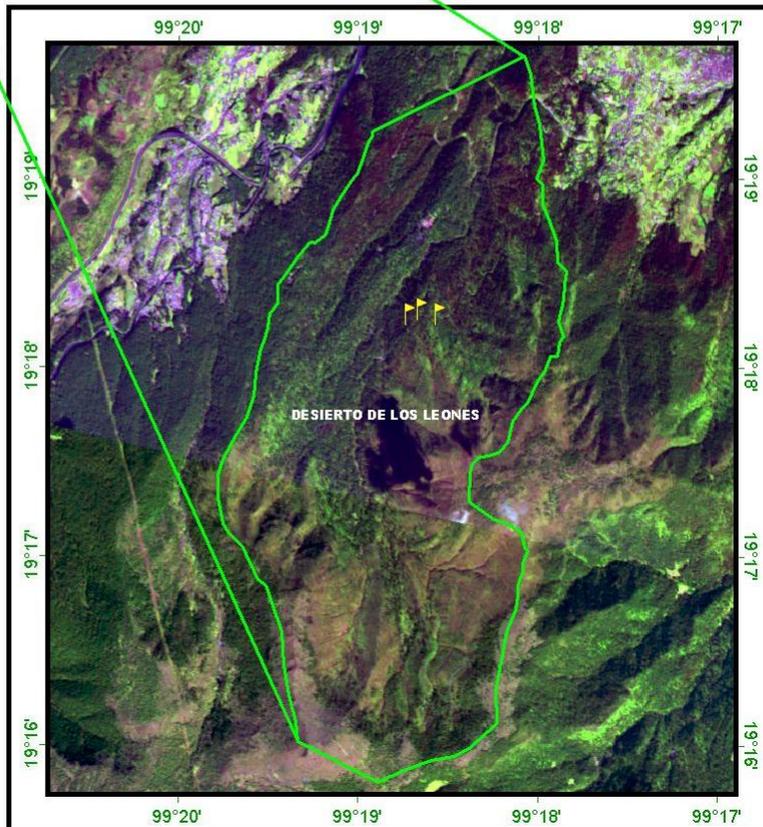
D.G.S.P.A.y.F.1985). Pertenece a la Sierra de Las Cruces y se localiza entre las coordenadas geográficas 19°15'20" y 19°19'40" N; 99°17'40" y 99°19'40" W a una altitud de 2800 hasta 3800 m s.n.m. (Vargas-Márquez, 1984 y 1997). El sitio de colecta en este parque se encuentra entre los 2180 y los 3200 m s.n.m. (Figura 2)

El clima, de acuerdo con García (1988), corresponde al C(w<sub>2</sub>)W'(b')ig, que equivale a templado con lluvias en verano, siendo de los más húmedos de los subhúmedos, registrándose una temperatura cálida en los meses de abril a julio con una media de  $12.6 \pm 6$  °C, mientras que la temperatura fría ocurre entre diciembre y febrero con una media de  $8.1 \pm 2$  °C. El período de lluvia es de mayo a agosto con una precipitación promedio de  $235 \pm 30$  mm y el periodo de estío es de diciembre a febrero con una precipitación promedio de  $12 \pm 4$  mm.

El tipo de vegetación corresponde a un bosque templado de pino-oyamel (*Pinus-Abies*). En el estrato arbóreo las especies más comunes son *Pinus hartwegii*, *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *Abies religiosa*, *Prunus serotina*, *Cupressus benthamii* y varias especies de *Quercus*. En el estrato arbustivo predominan *Baccharis conferta* y *Senecio* sp., así como diversas plantas herbáceas estacionales, sin que abunde el zacatonal. El estrato rasante está constituido principalmente por musgos y líquenes, así como por algunos hongos (S.E.D.E.S.O.L. 1993, D.G.S.P.A.y.F. 1985, S.E.D.U.E. 1983, Rzedowski 2006; Figura 3). El sitio de colecta corresponde al paraje Cementerios (cañada Corral-Atlalco), lugar que ha sido intensamente reforestado con varias especies del género *Pinus* sp. (CONANP-SEMARNAT 2006).



**Proyección: UTM**  
**Datum: WGS84**  
**Imagen: Spot de 10m de resolución**  
**Compuesto en RGB: 4 1 2**  
**Escala: 1: 55 000**  
**Elaboró: Laboratorio de Manejo de Recursos Naturales**



**Figura 2.- Ubicación del Parque Nacional Desierto de los Leones y del sitio de muestreo (banderas), que corresponde al paraje Cementerios**  
**ANP=Área Natural Protegida**  
**Elaborado por: Biól. Gilberto Hernández Cárdenas**



## **Trabajo de campo**

**Registro de variables ambientales.** Se recabaron registros digitales de la temperatura (°C), la altitud (m s.n.m.) y las coordenadas geográficas con un geoposicionador digital (Garmin, Gecko 301).

**Recolección de material botánico.** En el muestreo del material botánico, sólo se incluyeron las especies vegetales susceptibles a ser consumidas por los roedores de acuerdo con los criterios propuestos durante este proyecto (forma de vida y taxa), se siguieron las técnicas usuales de recolección, prensado y secado para ejemplares de herbario (Lot y Chiang 1986, Jones y Luchsinger 1979). Además, durante el muestreo se tomaron fotografías digitales de la vegetación a lo largo del año con una cámara Cannon PowerShot A630.

## **Trabajo de gabinete:**

**Procesamiento del material botánico.** El material vegetal obtenido en el campo fue determinado hasta la categoría taxonómica inferior posible (*i. e.*, familia, género o especie), para lo cual se utilizaron claves y literatura especializada (Villers-Ruiz *et al.* 2006, Rzedowski y Rzedowski 2001).

## Resultados

### Sitio de recolecta y condiciones ambientales

Con base en los datos de precipitación proporcionados por la estación meteorológica Calvario 61, ubicada en la delegación Tlalpan (19°18'35"N, 99°10'9"W; 2 270 msnm) para el período del 2001-2007, los meses que presentan mayor precipitación fueron junio a septiembre con una media 204.04 mm, una máxima de 350.6 mm y una mínima de 86.8 mm, con una desviación estándar  $\pm 63.21$  mm. Mientras que los meses más secos fueron noviembre a marzo, con una media de 9.05 mm, una máxima de 57.7 mm y una desviación estándar de  $\pm 13.46$  mm.

En el área de estudio, de acuerdo con las observaciones cualitativas de campo, se encontró que el bosque es una formación con un estrato arbóreo dominado por *Abies religiosa*, con una altitud promedio de 30 m, un estrato arbustivo entre 6 y 2 m dominado por *Senecio barba-johannis*, *S. angulifolius*, *Solanum cervantessi*, *Physallis coztomatl*, *Rubus pringle*, *Salix paradoxa* y *Cirsium* sp. y un estrato herbáceo donde predomina *Geranium seemanni*, *Alchemilla procumbens*, *Acaena elongata* y *Salvia elegans*.

## Listado florístico del sitio de estudio.

La flora de Magnoliophyta y Coniferophyta, del Parque Nacional Desierto de Los Leones está conformada por 370 especies incluidas en 212 géneros y 69 familias, que representan el 2% de la flora total de México (CONANP-SEMARNAT 2006). De estas, dentro del área de estudio se identificaron y consideraron solo 31 especies susceptibles de ser consumidas por *Peromyscus* (Cuadro 2), equivalentes al 8.12% de la flora conocida del parque. De acuerdo con la forma de vida, 19 fueron herbáceas, nueve arbustos, dos árboles y una subfrutescente. Taxonómicamente siete especies pertenecen a las Asteraceae, cuatro son Solanaceae, cuatro Rosaceae, tres Ericaceae, dos Poaceae y Smilacaceae, Caprifoliaceae, Valeriaceae, Lamnaceae, Plantaginaceae, Phytolaccaceae, Berberidaceae, Fabaceae, Geraniaceae, Onagraceae y Pinaceae con una especie cada una.

Algunas especies con distribución en el sitio de estudio están ubicadas bajo alguna categoría de conservación: *Comarostaphylis discolor* está catalogada como **protegida** de acuerdo con la NOM-059 (SEMARNAT, 2001), mientras que *Abies religiosa*, *Alchemilla procumbens*, *Senecio barba-johannis*, *S. callosus* y *Vulpia myuros* se encuentran en la categoría de **característica de comunidades**, y *Salix paradoxa* se ubica como **rara** de acuerdo con Del Carmen-Silva *et al.* (1999).

**Cuadro 2.- Especies de plantas susceptibles de ser consumidas en el área de estudio por roedores del género *Peromyscus*. Para cada especie se proporciona la familia, forma y ciclo de vida.**

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Forma de vida</b>	<b>Ciclo de vida</b>
<b>MAGNOLIOPHYTA</b>			
<b>Poaceae</b>	<i>Brachypodium mexicanum</i>	Hierba	Perenne
	<i>Vulpia myuros</i>	Hierba	Anual
<b>Smilacaceaea</b>	<i>Smilax moranensis</i>	Hierba	Perenne
<b>Asteraceae</b>	<i>Baccharis conferta</i>	Arbusto	Perenne
	<i>Senecio angulifolius</i>	Arbusto	Perenne
	<i>S. barba-johannis</i>	Arbusto	Perenne
	<i>S. callosus</i>	Hierba	Perenne
	<i>S. sanguisorbae</i>	Hierba	Perenne
	<i>Sigesbeckia jorullensis</i>	Hierba	Perenne
	<i>Tridax trilobata</i>	Hierba	Anual
<b>Caprifoliaceae</b>	<i>Lonicera pilosa</i>	Hierba	Perenne
<b>Valeriaceae</b>	<i>Valeriana clematitis.</i>	Hierba	Perenne
<b>Lamnaceae</b>	<i>Salvia elegans</i>	Hierba	Perenne
<b>Plantaginaceae</b>	<i>Plantago austrialis</i>	Hierba	Perenne
<b>Solanaceae</b>	<i>Cestrum thysoideum</i>	Arbusto	Perenne
	<i>Physallis coztomalt</i>	Subfrutescente	Perenne

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Forma de vida</b>	<b>Ciclo de vida</b>
	<i>Solanum cervantessi</i>	Arbusto	Perenne
	<i>Solanum brachycarpum.</i>	Hierba	Perenne
<b>Phytolaccaceae</b>	<i>Phytolacca icossandra</i>	Hierba	Perenne
<b>Ericaceae</b>	<i>Chimaphila umbellata</i>	Hierba	Perenne
	<i>Comarostaphylis discolor</i>	Arbusto	Perenne
	<i>Monotropa uniflora</i>	Hierba	Perenne
<b>Berberidaceae</b>	<i>Berberis moranensis</i>	Arbusto	Perenne
<b>Fabaceae</b>	<i>Lupinus sp.</i>	Hierba	Perenne
<b>Geraniaceae</b>	<i>Geranium seemanni</i>	Hierba	Perenne
<b>Onagraceae</b>	<i>Fuchsia microphylla</i>	Arbusto	Perenne
<b>Rosaceae</b>	<i>Acaena elongata</i>	Hierba	Perenne
	<i>Alchemilla procumbens</i>	Hierba	Perenne
	<i>Prunus serotina</i>	Árbol	Perenne
	<i>Rubus pringle</i>	Arbusto	Bienal
<b>CONIFEROPHYTA</b>			
<b>Pinaceae</b>	<i>Abies religiosa</i>	Árbol	Perenne

## Discusión

De las especies reportadas como alimento de *Peromyscus* en otras áreas de su distribución, *Prunus serotina* y los géneros *Lupinus*, *Phytolacca*, *Rubus*, *Salvia* y *Solanum*, se encontraron también en el Desierto de los Leones, por lo que es posible que también sean consumidas por estos ratones dentro de este parque (cf., Vázquez *et al.* 2004 y 1999-2000, Smartt 1978, Meserve 1976, Whitaker 1966, Jameson 1952, Hamilton 1941). De acuerdo con los criterios establecidos, otras 25 especies posiblemente también sean consumidas, lo que da un total de 31 especies potenciales.

Con respecto al resto de las especies consideradas susceptibles de consumo se encuentran de la familia Poaceae *Brachypodium mexicanum* y *Vulpia myuros*, de Asteraceae *Baccharis conferta*, *Senecio angulifolius*, *S. barbajohannis*, *S. callosus*, *S. sanguisorbae*, *Sigesbeckia jorullensis* y *Tridax trilobata*, de Caprifoliaceae *Lonicera pilosa*, de Solanaceae *Cestrum thysoideum*, de Ericaceae *Chimaphila umbellata*, *Comarostaphylis discolor* y *Monotropa uniflora*, de Berberidaceae *Berberis moranensis*, de Geraniaceae *Geranium seemanni*, de Rosaceae *Acaena elongata* y *Alchemilla procumbens* y de Pinaceae *Abies religiosa* y de acuerdo con la literatura *Peromyscus* consume otras especies integrantes de las familias antes mencionadas. Mientras que *Smilax moranensis* (Smilacaceae), *Valeriana clematitis* (Valeriaceae), *Plantago australis* (Plantaginaceae), *Fuchsia microphylla* (Onagraceae), se les considero alimento potencial por presentar forma de vida herbácea o arbustiva, o por presentar como recurso atractivo sus frutos carnosos como los de *F. microphylla*.

En la zona de estudio los taxa más diversos considerados alimento potencial de *Peromyscus*, estuvo representado por las familias Asteraceae, Rosaceae, Solanaceae y Ericaceae. A diferencia de los trabajos llevados a cabo en otros tipos de vegetación, donde las familias mejor representadas fueron las Poaceae, Asteraceae, Chenopodiaceae y Fabaceae, que fueron el recurso mejor representado en la dieta de *Peromyscus*. La baja representatividad de Poaceae en nuestro sitio de estudio, sugiere que los ratones *Peromyscus* deben consumir otro tipo de alimento, posiblemente de Rosaceae y Solanaceae que poseen frutos carnosos como principal atractivo.

El consumo de algunos alimentos con toxinas o metabolitos secundarios, lleva a considerar la existencia de mecanismos fisiológicos de desintoxicación o neutralización de estos por parte de los ratones; sin embargo, su estudio aun es incipiente. Por ejemplo, *Peromyscus* consume integrantes de la familia Lamnaceae, la cual se caracteriza por contener en sus órganos aceites esenciales, estimulantes, aromáticos o tónicos (Novoa *et al.* 2005), o en el caso particular del género *Rubus* que contiene compuestos fenólicos, como las antocianinas, flavanoles, ácidos elágicos, ácido hidroxinámico, ácido hidrobenzoico y proantocianidinas, los cuales presentan propiedades antioxidativas (García-Alonso *et al.* 2002, Kähkönen *et al.* 2001, Carretero-Accame 2000), y se encuentran en forma de glucósidos en los extractos de las frutas (Muñiz-Jáuregui *et al.* 2007). Debemos recordar que el valor nutritivo de un alimento dependerá fundamentalmente, de la cantidad de nutrientes que son asimilados por el animal dado que la interacción entre las características

nutricionales del alimento y los procesos digestivos pueden aumentar la ganancia energética, debido a cambios en la estructura y función del tracto digestivo de los animales (Berchielle *et al.* 2005).

## **Conclusión**

La mayoría de las especies que han sido reportadas como componentes vegetales de la dieta de *Peromyscus* poseen una distribución restringida a los Estados Unidos de Norteamérica, lugar donde se han llevado a cabo estos estudios. El presente trabajo se desarrollo en un bosque templado, con un estrato arbóreo dominado por *Abies religiosa*, un estrato arbustivo dominado por asteráceas, solanáceas y salicáceas de entre 6 y 2 m y un estrato herbáceo dominado por *Geranium seemanni*, *Alchemilla procumbens*, *Acaena elongata* y *Salvia elegans*.

En el área se encontró la presencia de los géneros *Prunus*, *Lupinus*, *Phytolacca*, *Rubus*, *Salvia* y *Solanum* los cuales representan el 4.08% del total de las especies que integran el listado de elementos vegetales consumidos por *Peromyscus* en otras áreas de su distribución. En el estudio se incluyeron a 19 especies de las familias Poaceae, Astereaceae, Caprifoliaceae, Solanaceae, Ericaceae, Berberidaceae, Geraniaceae, Rosaceae y Pinaceae, las que de acuerdo con la literatura pueden ser consumidas por los peromiscinos. También se consideró a cuatro especies de otras cuatro familias por tener frutos carnosos, ser herbáceas o arbustivas y que posiblemente sean aprovechadas por *Peromyscus*.

## **CAPÍTULO III: Fenología de las especies vegetales susceptibles de ser consumidas por *Peromyscus* del Parque Desierto de los Leones, México.**

### **Introducción**

Al realizar estudios sobre dieta se debe considerar la disponibilidad de los recursos, la cual dependerá del estado fenológico en que se encuentren las plantas (Johnson 1961). Caracterizar la fenología de las plantas requiere de una importante inversión de tiempo y de observaciones de campo; actualmente el acceso a la tecnología brinda información importante en los estudios sobre fenología, una herramienta utilizada con buenos resultados es el programa TIMESAT (análisis de series de tiempo) junto con las imágenes MODIS; las cuales permiten la medición de la eficiencia fotosintética del estrato vegetativo así obteniendo información sobre estacionalidad, duración, fecha de inicio o fin de una estación climática (Jönsson y Eklundh 2002, 2004, Eklundh y Jönsson 2009).

De acuerdo con Milla-Gutiérrez (2005) conocer los patrones fenológicos, junto con la diversidad de formas de crecimiento, las tasas y modos de aprovechamiento de los recursos vegetales disponibles, sus respuestas frente a las perturbaciones, o sus relaciones con los organismos circundantes, da origen a la diversidad funcional existente en las comunidades vegetales complejas, como es el bosque templado que nos ocupa; asimismo, permite saber cuáles son los recursos alimenticios presentes y su disponibilidad en el tiempo.

Existen diversas formas de medir la disponibilidad de los recursos en especial las herbáceas, de acuerdo con Norbury y Sanson (1992, citado en

Fernández-Olalla y San Miguel 2007) existen cuatro alternativas las cuales se describen a continuación:

Frecuencia de aparición. Esta técnica utiliza la presencia o ausencia de individuos de la especie en una parcela o muestra, e infiere que la disponibilidad es tanto mayor cuanto más alto es el porcentaje de parcelas o muestras en las que aparece. Tiene la ventaja de ser un procedimiento simple que informa sobre la distribución espacial de la especie. Sin embargo, aporta poca información sobre la disponibilidad de alimento, pues no tiene en cuenta diferencias en los tamaños de las plantas. Además, los resultados dependen del tamaño de la muestra y tienden a exagerar la importancia de las plantas raras frente a las comunes (Hansson 1970).

Densidad. Considera el número de individuos de la especie presentes en una unidad de muestreo: su abundancia o densidad. Parte de la hipótesis de que si una planta presenta mayor número de individuos por unidad de superficie, tiene una disponibilidad mayor. Aparte del problema de no considerar el tamaño de las especies, la técnica resulta inadecuada para aquellas especies cuyos individuos son difícilmente separables.

Cobertura. Se mide el porcentaje de la superficie del suelo cubierta por la proyección vertical de las plantas de una especie. La cobertura puede ser estimada de forma subjetiva, por ejemplo empleando los grados de cobertura de Braun-Blanquet (1951) o bien mediante otros métodos más objetivos, como la

intercepción de líneas o el de puntos en cuadrantes (Brown, 1954; Daget y Poissonet, 1971; Cook y Stubbendieck, 1986).

Biomasa. Consiste en calcular el peso (materia seca) de la especie por unidad de superficie, para lo cual es necesario cosechar la biomasa, separar especies y secar cada fracción hasta obtener su peso constante. Es un proceso muy laborioso, y además, por tratarse de un método destructivo, no pueden repetirse las mediciones a lo largo del tiempo.

Las cuatro técnicas descritas se han empleado para el cálculo de la disponibilidad de la vegetación herbácea, pero con las especies leñosas la situación es compleja, ya que no toda la biomasa puede ser considerada como alimento y en plantas de gran tamaño es necesario tener en cuenta la accesibilidad de la biomasa para el consumidor.

## **Objetivo particular**

Describir la fenología de las especies vegetales susceptibles de ser consumidas por *Peromyscus* a lo largo de un ciclo anual con base en observaciones de campo y de imágenes de satélite.

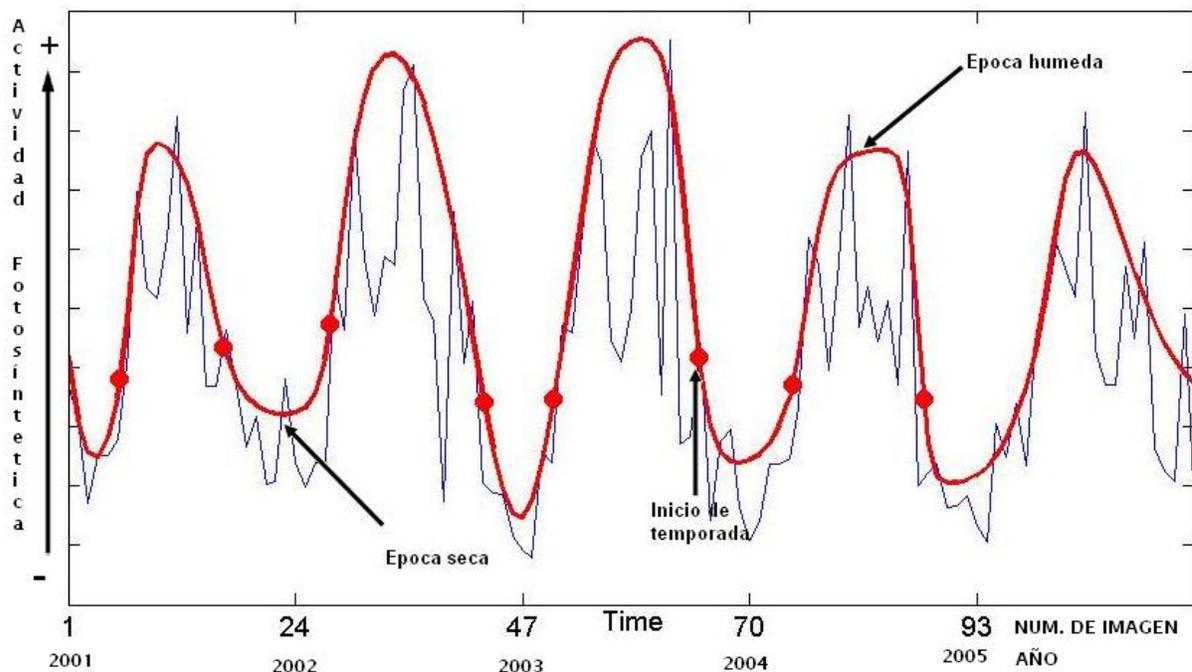
## **Metodología**

**Observaciones de campo:** En cada salida se registraron las condiciones generales de la vegetación, considerando formas de vida (hierba, arbusto, árbol), ciclos de vida (perenne, anual, bianual) y cambios fenológicos (estado vegetativo, floración y fructificación) para lo cual se diseñó un formato *ad hoc*. Además se tomaron fotografías digitales de la vegetación a lo largo del año de muestreo con una cámara Cannon PowerShot A630.

**Imágenes de satélite:** Se analizó la actividad fotosintética del sitio de muestreo a través de imágenes MODIS del 2001-2005, las cuales poseen una resolución espacial de 250 m/pixel. La obtención de imágenes es diaria pero el producto usado son los compuestos de 16 días, es decir, se obtienen un total de 23 imágenes por año, dichas imágenes fueron obtenidas de la página electrónica de MODIS/NASA y analizadas con el programa TimeSat 3 (Program for Analyzing Time-Series of Satellite Sensor Data) en el Laboratorio de Manejo de Recursos Naturales de la UAM-I.

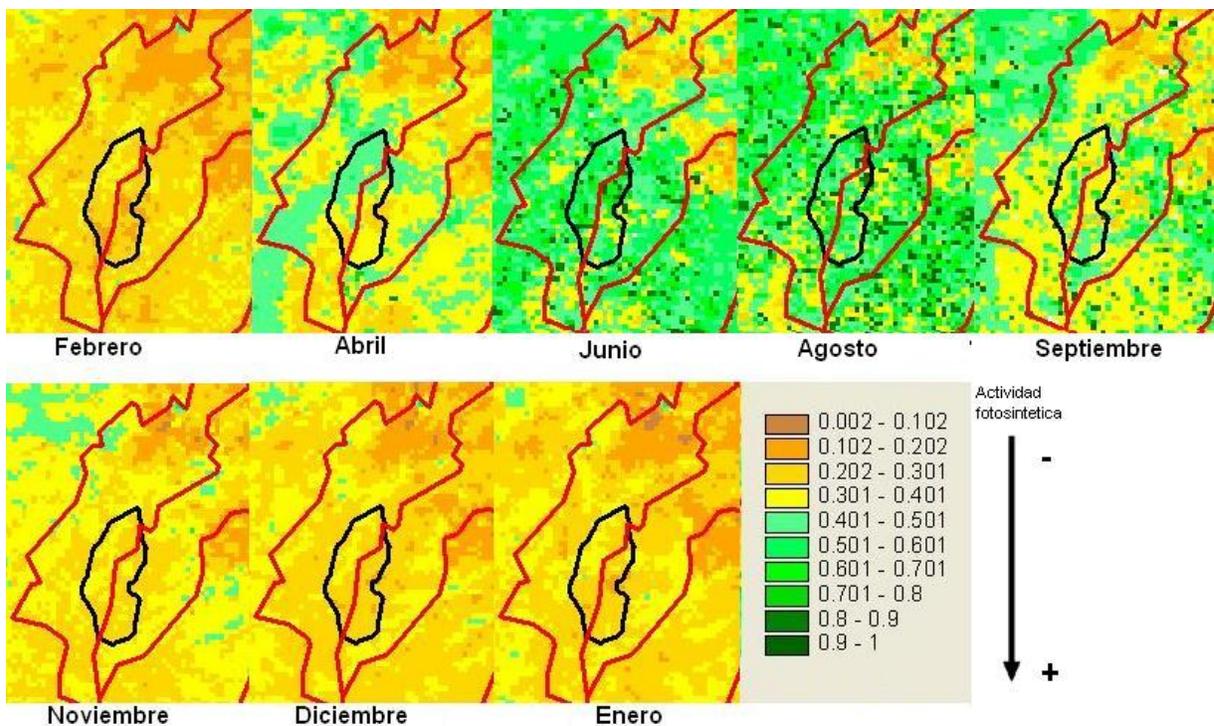
## Resultados

En los estudios de preferencias alimenticias se requieren mediciones de los recursos disponibles en el área de estudio, como son la frecuencia de aparición, biomasa, cobertura y densidad. En el caso particular en el desarrollo de este proyecto no se realizó la medición de la disponibilidad de los recursos solo su presencia y fenología de las especies vegetales consideradas susceptibles de consumo.



**Figura 4.- Representación gráfica de la estacionalidad en el Desierto de los Leones en el período 2001-2005.** . En el eje de las Y se presenta los valores de EVI (actividad fotosintética) En el eje de las X el tiempo está dado en compuestos de 16 días durante 5 años (2001 a 2005) con un total de 115 imágenes.  
Elaborado por: Biól. Gilberto Hernández Cárdenas

De acuerdo al análisis de imágenes MODIS se encontró lo siguiente: se incrementa la actividad fotosintética (inicio del reverdecimiento) a mediados de enero y finaliza el reverdecimiento de la vegetación a principios de octubre, presentándose un pico máximo de actividad en junio, mientras que de finales de octubre a enero se presenta el periodo de secas. Se observa una marcada estacionalidad determinada por un régimen de lluvias principalmente durante el verano pero con ligeras precipitaciones de enero a abril (época húmeda y seca; Figura 4 y 5). Lo anterior resulta en una duración del periodo de reverdecimiento que puede ser de 8 a 9 meses.



**Figura 5.- Seguimiento de la actividad fotosintética del Desierto de los Leones a través de imágenes de satélite del sensor MODIS, durante el período 2001-2005.**

Elaborado por: Biól. Gilberto Hernández Cárdenas

La fenología de la comunidad que se encontró a través de observaciones en campo durante el ciclo mayo 2008- mayo 2009 en el sitio de estudio, fue la siguiente:

Las solanáceas *Solanum cervantessi* y *Physallis coztomatl* y la rosácea *Acaena elongata* producen flores y frutos durante todo el año.

Las especies vegetales que presentan producción continua de flores a lo largo del año son *Salvia elegans*, la cual produce frutos a finales de marzo y *Fuchsia microphylla*, con fructificación en el mes de noviembre y el mes de mayo.

En las asteráceas la floración se concentró en los meses de octubre a marzo, que corresponde el final de la época húmeda y toda la época seca, la fructificación se concentro en los meses de marzo, abril y mayo, que corresponden a los meses más cálidos y el termino de la época seca e inicio de la época de lluvias, a finales de abril hasta principios de agosto se aprecio la senescencia de las hojas (época húmeda) mientras que se agosto a marzo ocurrió el reverdecimiento de las mismas.

En la época de secas se concentro la floración y durante las lluvias se concentro la fructificación de *Smilax moranensis*, *Plantago australis*, *Solanum brachycarpum*, *Cestrum thysoideum*, *Phytolacca icossandra*, *Chimaphila umbellata*, *Comarostaphylis discolor*, *Berberis moranensis*, *Prunus serotina* y *Rubus pringle* (Figura 6). Mientras que *Lupinus* sp. en la época seca produjo frutos y flores y *Abies religiosa* produjo estructuras reproductivas (estróbilos) durante los meses de febrero a mayo y sus piñas (semillas) de mayo a septiembre.



Figura 6.- *Comarostaphylis discolor* a) floración y b) fructificación. *Berberis moranensis* c) floración y d) fructificación

En el siguiente cuadro se presenta la información sobre cada una de las especies vegetales susceptibles de ser consumidas presentes en área de estudio por *Peromyscus*, la fenología de cada planta (e. g., floración y fructificación), la forma de vida (e. g. hierba, arbusto y árbol) y el ciclo de vida (e. g., perenne, anual y bianual).

Cuadro 3.- Especies de plantas susceptibles de ser consumidas en el área de estudio por roedores del género *Peromyscus*. Para cada especie se proporciona la familia, forma y ciclo de vida. ■Floración (incluye aparición de botones hasta flor madura) ▒Fructificación (incluye fruto verde, maduro y seco)

Familia	Especie	Forma de vida	Ciclo de vida	Lluvias					Secas				Lluvia		Observaciones	
				May 08	Jun 08	Ago 08	Sep 08	Oct 08	Nov 08	Ene 09	Feb 09	Mar 09	Abril 09	May 09		
<b>MAGNOLIOPHYTA</b>																
Poaceae	<i>Brachypodium mexicanum</i>	Hierba	Perenne							■						Único registro (noviembre 2008)
	<i>Vulpia myuros</i>	Hierba	Añual							■						Único registro (noviembre 2008)
Smilacaceae	<i>Smilax moranensis</i>	Hierba	Perenne	▒										■	▒	
Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i>	Arbusto	Perenne							■	■	■				
	<i>Senecio angulifolius</i>	Arbusto	Perenne					■	■	■	■	■	■	■	▒	
	<i>S. barba-johannis</i>	Arbusto	Perenne					■	■	■	■	■	■	■	▒	
	<i>S. callosus</i>	Hierba	Perenne					■	■	■	■	■	■	■	▒	
	<i>S. sanguisorbae</i>	Hierba	Perenne								■	■	■	■	▒	
	<i>Sigesbeckia jorullensis</i>	Hierba	Perenne								■	■	■	■	▒	
	<i>Tridax trilobata</i>	Hierba	Añual													■
Caprifoliaceae	<i>Lonicera pilosa</i>	Hierba	Perenne	■											■	

Familia	Especie	Forma de vida	Ciclo de vida	Lluvias					Secas				Lluvia		Observaciones	
				May 08	Jun 08	Ago 08	Sep 08	Oct 08	Nov 08	Ene 09	Feb 09	Mar 09	Abril 09	May 09		
Valeriaceae	<i>Valeriana clematitis</i>	Hierba	Perenne													
Lamnaceae	<i>Salvia elegans</i>	Hierba	Perenne													
Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i>	Hierba	Perenne													Único registro (agosto 2008)
Solanaceae	<i>Cestrum thysoides</i>	Arbusto	Perenne													
	<i>Physallis coztomalte</i>	Subfrutescente	Perenne													
	<i>Solanum cervantessi</i>	Arbusto	Perenne													
Solanaceae	<i>Solanum brachycarpum</i>	Hierba	Perenne													Único registro (agosto 2008)
	<i>Phytolacca icossandra</i>	Hierba	Perenne													Único registro (mayo 2008)
Ericaceae	<i>Chimaphila umbellata</i>	Hierba	Perenne													Único registro (mayo 2008)
	<i>Comarostaphylis discolor</i>	Arbusto	Perenne													
Ericaceae	<i>Monotropa uniflora</i>	Hierba	Perenne													Único registro (Mayo y junio 2008)
	<i>Berberis moranensis</i>	Arbusto	Perenne													
Fabaceae	<i>Lupinus sp.</i>	Hierba	Perenne													

Familia	Especie	Forma de vida	Ciclo de vida	Lluvias					Secas				Lluvia		Observaciones	
				May 08	Jun 08	Ago 08	Sep 08	Oct 08	Nov 08	Ene 09	Feb 09	Mar 09	Abril 09	May 09		
Geraniaceae	<i>Geranium seemanni</i>	Hierba	Perenne			■	■			■	■	■				No se encontraron frutos durante el estudio.
Onagraceae	<i>Fuchsia microphylla</i>	Arbusto	Perenne	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Rosaceae	<i>Acaena elongata</i>	Hierba	Perenne	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	<i>Alchemilla procumbens</i>	Hierba	Perenne					■	■							
	<i>Prunus serotina</i>	Árbol	Perenne								■	■	■	■	■	
	<i>Rubus pringle</i>	Arbusto	Bianual	■	■							■	■	■	■	
														■	■	
<b>CONIFEROPHYTA</b>																
Pinaceae	<i>Abies religiosa</i>	Árbol	Perenne										■	■	■	

## Discusión

Johnson (1961) menciona que la disponibilidad de los recursos vegetales depende de la fenología que presente la comunidad. En el caso de la localidad Cementerios dentro del Parque Desierto de los Leones, se observó una marcada estacionalidad, la cual estuvo definida por el régimen de las precipitaciones. Las imágenes MODIS muestran que existe un aumento de la actividad fotosintética a partir de mediados de enero, finalizando en octubre, con un máximo en junio. De acuerdo a los resultados obtenidos en campo las especies que obedecen grosso modo este comportamiento fueron *Salix paradoxa* –especie dominante en el estrato arbustivo, pero no fue considerada como susceptible de consumo-, *Lonicera pilosa*, *Valeriana clematitis*, *Berberis moranensis*, *Smilax moranensis*, *Valeriana clematitis*, *Comarostaphylis discolor*, *Berberis moranensis*, *Prunus serotina*, *Rubus pringle*, *Geranium seemanni*, *Alchemilla procumbens* y *Cestrum thysoideum*. Mientras que las asteráceas muestran un patrón diferente, iniciaron su reverdecimiento en agosto y finalizó en marzo cuando inició la senescencia de sus hojas. Asimismo, *Solanum cervantessi*, *Physallis coztomatl*, *Salvia elegans*, *Fuchsia microphylla* y *Acaena elongata* no presentaron procesos de reverdecimiento y senescencia marcadas.

De acuerdo con la literatura *Peromyscus* se alimenta únicamente de estructuras no leñosas, es decir, hojas, flores y principalmente de frutos, siendo carnosos los de mayor frecuencia. La fenología que se presentó en el sitio de

estudio muestra que los roedores poseen la disponibilidad de diversos recursos a lo largo del año.

Las solanáceas *Solanum cervantessi* y *Physallis coztomatl* producen flores y frutos carnosos durante todo el año, lo que hace que estas especies sean un recurso disponible y susceptible de consumo continuo en cualquier época del año para los peromiscinos distribuidos dentro del parque. De acuerdo con Vázquez *et al.* (2004) *Peromyscus aztecus* posee un consumo continuo en el año de los frutos de tres especies de *Solanum* en el Occidente de México.

La rosácea *Acaena elongata* también produce frutos durante todo el año pero estos son secos y están encerrados en un hipantio duro y espinoso. Es posible que de ésta planta consuman las hojas, una especie cercana taxonómicamente a esta es *Potentilla glandulosa* de quien se sabe es aprovechada por *P. maniculatus* (Meserve 1976).

Las especies vegetales que ofrecen flores como recurso disponible durante todo el año son *Salvia elegans* y *Fuchsia microphylla*, la primera produce frutos a finales de marzo, de tipo esquizocarpo; mientras que *F. microphylla* produce frutos carnosos durante noviembre y mayo. Vázquez *et al.* (2004) y Meserve (1976) reportaron el consumo de tallos, flores y frutos del género *Salvia* en *Peromyscus aztecus*, *P. eremicus* y *P. californicus*. Por esto consideramos susceptible de consumo a *S. elegans* por parte de los *Peromyscus*, en cambio no se conoce ningún reporte de consumo de *F. microphylla* ni a ningún otro integrante de la familia Onagraceae. Sin embargo, lo considere un recurso atractivo y susceptible

de consumo, debido a que esta especie produce continuamente flores y frutos carnosos.

De acuerdo con la literatura los frutos de las asteráceas (compuestas) son el recurso mejor representada en la dieta de *Peromyscus*. Por lo tanto ésta familia es considerada el recurso con mayor posibilidad de consumo en el parque, la fenología que describe esta familia en general muestra que existe una disponibilidad de flores durante los meses de octubre a marzo, que corresponde el final de la época húmeda y toda la época seca y de frutos en los meses de marzo, abril y mayo; siendo así los recursos disponibles mejor representados al termino de la época seca e inicio de la época de lluvias.

*Abies religiosa* produce estróbilos (polen) al final de la época seca e inicio de la época de lluvias y la producción de piñas (semillas) se concentra durante las lluvias, el consumo de semillas de los integrantes de la familia Pinaceae lo reportan Smartt (1978), Jameson (1952) y Hamilton (1941). *Lupinus* sp. fue de las especies que su floración y fructificación se concentró en la época seca durante los meses de noviembre a febrero.

Durante la época de lluvias los recursos disponibles y susceptibles de consumo son los frutos de *Smilax moranensis* (Smilacaceae); *Plantago australis* (Plantaginaceae); *Solanum brachycarpum* y *Cestrum thysoideum* (Solanaceae); *Phytolacca icossandra* (Phytolaccaceae); *Chimaphila umbellata* y *Comarostaphylis discolor* (Ericaceae); *Berberis moranensis* (Berberidaceae); *Prunus serotina* y *Rubus pringle* (Rosaceae).

También se observó que *Smilax moranensis*, *Valeriana clematitidis*, *Comarostaphylis discolor*, *Berberis moranensis*, *Prunus serotina*, *Rubus pringle*, *Geranium seemanni*, *Alchemilla procumbens* y *Cestrum thysoideum* inician con el reverdecimiento y mayor producción de hojas durante el mes de febrero hasta finales de agosto que corresponde al final de la época seca y toda el período de lluvias mientras que de septiembre a enero las hojas están secas y en menor cantidad, periodo que corresponde al final de las lluvias e inicio de la época seca.

Los frutos de *Prunus serotina* son consumidos por *Peromyscus* durante los meses de marzo a junio (Whitaker 1966, Hamilton 1941) que coincide con la producción de frutos en el área de estudio, también se reporta el consumo de *Rubus* en los meses húmedos del año en los trabajos de Vázquez *et al.* (2004) y Whitaker (1966). La fenología que muestran algunas especies que corresponden a alguna familia o género ya reportados como alimento de *Peromyscus* coincide con el consumo temporal de estas taxa en otros sitios de distribución del roedor.

## **Conclusión**

Para el sitio de estudio se encontró una marcada estacionalidad en el patrón de la precipitación, la época de lluvias abarca los meses de febrero a octubre y la época seca incluye los meses de noviembre a enero. De acuerdo con las imágenes MODIS el inicio del reverdecimiento ocurrió de finales de enero y finalizó a inicios de octubre con un máximo en junio, lo cual concuerda con las observaciones realizadas en el sitio de estudio, al presentarse la producción de hojas, flores y frutos en los meses de febrero a julio de *Salix paradoxa* y la

mayoría de las especies consideradas susceptibles de consumo por *Peromyscus*. A excepción de las asteráceas que el reverdecimiento de sus hojas se concentro de agosto a marzo.

Los recursos disponibles y susceptibles de ser consumidas todo el año fueron los frutos de *Solanum cervantessi* y *Physallis coztomatl*, las flores de *Salvia elegans* y *Fuchsia microphylla*, mientras en los meses de marzo a junio son disponibles frutos carnosos de *Prunus serotina*, *Rubus pringle*, *Comarostaphylis discolor* y *Berberis moranensis*, durante los meses de noviembre a marzo se observo que existe la disponibilidad de flores, frutos secos (*i.e.*, aquenios) y hojas de los integrantes de la familia Astereaceae, así como los frutos (legumbres) y flores de *Lupinus* sp.

Concluyendo que el hábitat proporciona una importante diversidad de recursos vegetales que pueden formar parte de la dieta de los *Peromyscus* a lo largo del año, variando la disponibilidad de los mismos en el tiempo pues esta depende de la fenología que presenten las especies vegetales que se encuentren en el sitio de interés.

## **CAPÍTULO IV: Obtención de muestras y técnica alternativa para análisis histológico en la determinación de la dieta en roedores.**

### **Introducción**

Los métodos para determinar los componentes de la dieta de los animales se pueden diferenciar en directos e indirectos. En los primeros, las muestras se extraen del aparato digestivo (i. e., estómago e intestinos), ya sea sacrificando al animal (Korschgen 1987), o bien, aplicando un lavado estomacal *in vivo* con solución salina (Kronfeld y Dayan 1998). Para los métodos indirectos las muestras se obtienen a partir de las heces, o bien, se recuperan los residuos de alimentos acarreados por los roedores silvestres, ya sea dentro de las trampas a la entrada o en el interior de sus madrigueras (Korschgen 1987).

Los lavados estomacales, obtención de heces y recuperación de residuos son empleados principalmente para determinar la dieta de organismos que están protegidos por la ley, en riesgo o cuyas poblaciones poseen un potencial reproductivo menor como son aves, reptiles o mamíferos de talla mediana a grande (Kronfeld y Dayan 1998, Korschgen 1987). Esta metodología se ha empleado en trabajos como los de Amico y Aizen (2005), Casas-Andreu y Barrios-Quiroz (2003), Aragón *et al.* (2002), y Aranda *et al.* (1995); en el caso de roedores están los trabajos de Vázquez *et al.* (2004) Cortés *et al.* (2002), Kronfeld y Dayan (1998) y Meserve (1976).

Las muestras que se obtienen a partir del lavado estomacal, a pesar de ser seguros para el animal, presentan la desventaja de que estos no hayan ingerido

nada antes de su captura (Kronfeld y Dayan 1998, Korschgen 1987) o por falta de práctica se puede producir algún daño físico o la muerte al animal. En el caso de las heces que es una técnica indirecta es recomendable para el análisis de mamíferos de talla mediana y de difícil captura (Murie 1946); aunque el problema principal en estos casos, es que no se puede saber a que fracción de la población pertenece, es decir no se sabe el sexo o la edad del individuo del cual provienen (Litvaitis 2000). Sin embargo, en animales de talla pequeña, como son los roedores, en los análisis se obtienen resultados subestimados (Korschgen 1987, Murie 1946), pues durante los procesos digestivos degradan de manera considerable los componentes vegetales y algunos artrópodos con cuerpo blando, como son las larvas (Kronfeld y Dayan 1998). Por lo que en el caso de roedores, lo más conveniente es la extracción del aparato digestivo; por ser el contenido estomacal idóneo para obtener muestras de buena calidad, ya que están poco digeridas, a diferencia de las que son obtenidas de la materia fecal, en donde el alimento ha recorrido todo el tracto digestivo (Romero-Almaraz *et al.* 2007, Fierro-Calderón *et al.* 2006, Kronfeld y Dayan 1998); e incluso, los residuos contenidos en el intestino llega a ser más abundantes que en el estómago, pues se acumula alimento de varios días (Korschgen 1987). Además, la calidad de las muestras también depende de la resistencia a la degradación que tienen distintas plantas durante los procesos digestivos (Garín *et al.* 2001).

A su vez, para la determinación de la dieta, sin importar cual haya sido el método de obtención de la muestra, son necesarias e imprescindibles las técnicas

histológicas, ya que estas facilitan el reconocimiento de las estructuras vegetales o animales resistentes a los procesos digestivos (Garín *et al.* 2001, Dusi 1949).

Las técnicas histológicas permiten reconocer estructuras duras y resistentes a las enzimas y ácidos digestivos, ya sea por su alto contenido de lignina o suberina (*i. e.* paredes celulares en las plantas) o de quitina (*i. e.*, exoesqueleto en artrópodos) y mediante la cuidadosa observación de sus características diagnósticas, es posible hacer la determinación taxonómica general (*i. e.*, componente vegetal o animal), o particular (*i. e.*, familia, género o especie) de los organismos de origen, dependiendo del estado de conservación que tengan y de las guías de referencia de que se disponga (*i. e.*, atlas microhistológicos, claves taxonómicas).

Las estructuras vegetales de valor taxonómico que se obtienen a partir de material fecal o de contenido estomacal que se pueden reconocer a través con ayuda de las técnicas histológicas son el arreglo, forma y tamaño de las células oclusivas del estoma, células acompañantes, de las epidérmicas apéndices epidérmicos como tricomas, papilas u otros; elementos xilemáticos, la presencia y variación de la forma y tamaño de los cristales; así como el reconocimiento de la calidad de las paredes celulares como son la cutinización, la suberización y la lignificación (Bauer *et al.* 2005b, Mandret 1989, Storr 1961, Davies 1959).

Las técnicas histológicas para la determinación de la dieta se desarrollaron hace 70 años con la propuesta pionera de Baumgardner y Martin (1939), la cual fue modificada por Dusi (1949), siendo ésta la más utilizada y modificada a lo largo

de la historia (v. gr., Castellaro *et al.* 2007, Wolff *et al.* 1985, Voth y Black 1973, Hansson 1970, Williams 1969, 1962 y Stewart 1967). Estas técnicas requieren, para la elaboración de laminillas, de tiempos estrictos y prolongados para la deshidratación, los lavados y la tinción del material, que si no se realizan apropiadamente, se debe repetir todo el proceso. De forma convencional se requiere de una técnica para obtener laminillas de referencia del material botánico proveniente del sitio de estudio, la cual difiere de la que se usa para las laminillas provenientes de contenido gastrointestinal o de las heces (Figura 7). Otro inconveniente para realizar las técnicas tradicionales para el análisis de la dieta es el uso de reactivos de acceso restringido y peligroso, como es el hidrato de cloral, el cual es riesgoso para la salud y presenta propiedades explosivas.

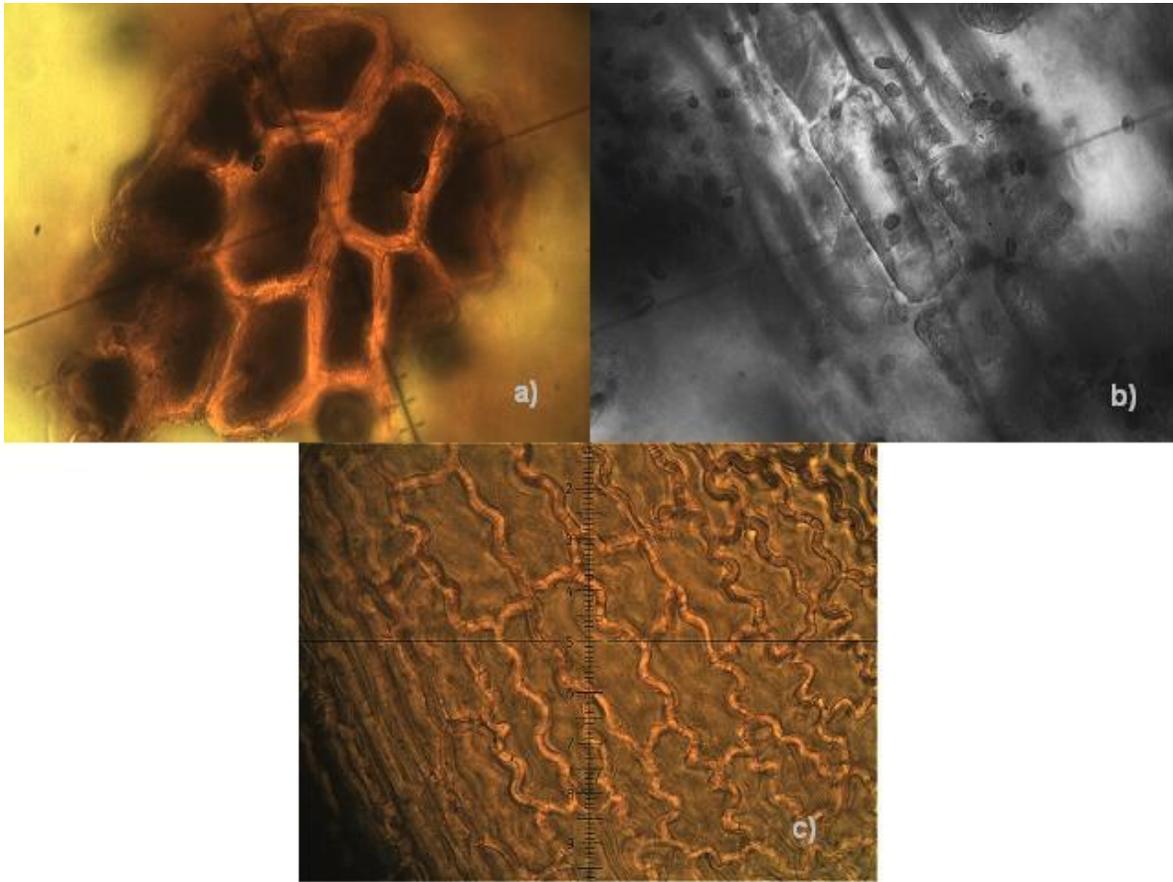


Figura 7.- a) y b) Fotomicrografías de residuos vegetales localizados en intestino de *Peromyscus difficilis*  
c) Fotomicrografía de la testa de la semilla de *Plantago australis*

## **Objetivo particular**

Desarrollar una técnica alternativa para la elaboración de laminillas de referencia y de contenido gastrointestinal.

## **Metodología**

Se llevó a cabo la búsqueda bibliográfica sobre las diferentes metodologías para la obtención de muestras para el análisis de la dieta, así como de diferentes técnicas histológicas para la identificación de los componentes de la misma, analizando su factibilidad en la obtención de reactivos, la complejidad de la técnica y el tiempo que requieren para su elaboración.

Para llevar a cabo la técnica histológica, fue necesaria la recolección de material botánico (trabajo de campo), su determinación taxonómica (trabajo de gabinete) y el tratamiento del material en laboratorio (trabajo de laboratorio y estandarización de la técnica).

## **Trabajo de campo**

**Recolección de material botánico.** En el muestreo del material botánico, sólo se incluyeron las especies vegetales susceptibles a ser consumidas por los roedores de acuerdo con los criterios propuestos durante el desarrollo de este trabajo (forma de vida y taxa), se siguieron los pasos usuales de recolección, prensado y secado para ejemplares de herbario (Lot y Chiang 1986, Jones y Luchsinger 1979).

## **Trabajo de laboratorio y gabinete**

**Determinación del material botánico.** El material vegetal obtenido en el campo fue determinado hasta la categoría taxonómica inferior posible (*i. e.*, familia, género o especie) con base en claves y literatura especializada (Villers-Ruiz *et al.* 2006, Rzedowski y Rzedowski 2001), algunos ejemplares fueron depositados en el Herbario Metropolitano “Ramón Riba y Nava Esparza” (UAMIZ).

**Preparación de laminillas de referencia.** Se elaboró una colección de laminillas histológicas para cada taxón que incluyeron, por separado, sus distintos órganos (*i. e.*, hoja, flor, fruto, semillas y polen) en los Laboratorios de Biosistemática de Leguminosas y en el de Mamíferos, del Departamento de Biología (DB), División de Ciencias Biológicas y de la Salud (DCBS) de la UAM-Iztapalapa. Las laminillas fueron usadas como referencia para el reconocimiento anatómico y taxonómico de las especies vegetales que se encuentran en la zona de estudio y que pueden servir de alimento a los roedores.

Para los órganos como, flores, frutos, hojas e incluso el polen, se realizaron una serie de ensayos con diferentes reactivos, colorantes y medios de montaje; mientras que para el caso de las semillas se usó la técnica propuesta por Dacar y Giannoni (2001) (ver Resultados: Técnicas histológicas). Las fotografías de las semillas completas fueron tomadas con un microscopio estereoscópico (Leica 2000) a un aumento de 20X, mientras que para las fotomicrografías se utilizó un microscopio óptico bajo la técnica de campo claro (Zeiss Axiophot 7082).

## **Resultados**

Las modificaciones que se realizaron a las técnicas histológicas convencionales en el análisis de la dieta en roedores se mencionan a continuación.

### **Técnicas histológicas**

#### Técnica para laminillas de referencia, de contenido estomacal y heces:

Las modificaciones que se realizaron a las técnicas histológicas convencionales en el análisis de la dieta en roedores se mencionan a continuación.

### **Maceración y aclaración**

Los primeros pasos de la técnica microhistológica incluyen la aclaración y maceración (remoción de la epidermis) del material biológico. La aclaración se logra mediante el uso de ácidos, seguidos de lavados y la maceración mecánica o química.

Para la aclaración y maceración del contenido gastrointestinal, se emplea tradicionalmente la solución de Herwing (Cuadro 4) la cual contiene hidrato de cloral. Éste último actualmente es una sustancia de acceso restringido que requiere autorización sanitaria para su introducción a México (Artículo 286 de la Ley General de Salud), ya que tiene propiedades psicotrópicas y, a pesar de su valor terapéutico, puede representar un problema para la salud pública (Artículo 245 de la misma ley).

Para unificar el procedimiento en la elaboración de las laminillas de referencia y de contenido gastrointestinal, se optó por reactivos de uso convencional y de fácil acceso, una alternativa fue el uso de hipoclorito de sodio al 30%, pero la desventaja que se presentó es que dependiendo de la textura del material el proceso de blanqueamiento implica horas hasta días. Posteriormente se decidió utilizar los reactivos de la solución de Herwing excepto el hidrato de cloral siendo sustituido por etanol al 96° e hipoclorito de sodio al 30% y se realizaron ensayos trabajando en las proporciones de los reactivos, hasta obtener la siguiente mezcla aclarante y maceradora (SAM). En el cuadro 4 se presentan una tabla comparativa de los reactivos y concentraciones utilizadas en la solución de Herwing y en la SAM.

**Cuadro 4.- Reactivos y concentraciones de la solución de Herwing y la solución propuesta SAM**

<b>Solución. Herwing</b>	<b>Solución aclarante y maceradora (SAM)</b>
Glicerina.....60ml	Glicerina.....12.5%
Cristales de hidrato de clora....270gr	Etanol al 96°.....12.5%
Ácido clorhídrico .....19ml	Ácido clorhídrico (solución acuosa al 25%).....10.0%
Agua destilada .....150ml	Agua destilada .....15.0%
	Hipoclorito de Sodio (NaClO al 30%) .....50.0%

Se recomienda que este procedimiento se realice bajo campana de extracción, preparar solo la cantidad necesaria de SAM para procesar el material que se trabajará en ese momento; dado que la combinación de reactivos genera una reacción exotérmica y la liberación de gases tóxicos (Cl<sub>2</sub>).

## Tinción y montaje

La tinción es uno de los pasos más importantes en el análisis histológico, ya que ciertas estructuras como las epidermis son difícilmente observables solo con el medio de montaje (Hansson, 1970).

Por lo que se llevaron a cabo diversos ensayos para lograr una técnica que fuera eficiente, en las primeras pruebas solo se teñía las muestras con azul de toluidina (solución acuosa al 1%) pero existían problemas de sobre tinción, posteriormente se decidió incluir la tinción en el medio de montaje, como lo propone Beattie (1971 citado en Kunz 1988) en la cual la gelatina glicerizada es teñida con fuchsina para la determinación del consumo de polen en murciélagos. El teñir el medio de montaje representa como ventaja el hacer en un solo paso la tinción y el montaje. Entre las pruebas realizadas se incluyo en el medio de montaje safranina "O", pero se requerían grandes cantidades del colorante para lograr teñir las muestras asimismo al almacenar la gelatina para su posterior uso el colorante se precipitaba, de igual manera se realizó una prueba con azul de toluidina pero a pesar de usar importantes cantidades del colorante no se lograba una adecuada tinción de las muestras.

Por lo tanto se tomo en consideración la tinción elaborada por Pérez-Cortéz *et al.* (2003) quienes emplearon tinción la mezcla de safranina "O"-azul de toluidina alcohólica (3:1), para el análisis microhistológico de algas, cabe mencionar que no incluyeron la tinción en el medio de montaje. A partir de esta propuesta se hicieron ensayos para obtener las concentraciones idóneas de los

colorantes para evitar la sobretinción y asimismo lograr ser visibles las estructuras taxonómicas importantes de los vegetales, también se encontró que al combinar los colorantes se evito utilizar grandes cantidades de colorante y que estos se precipitaran en el medio de montaje.

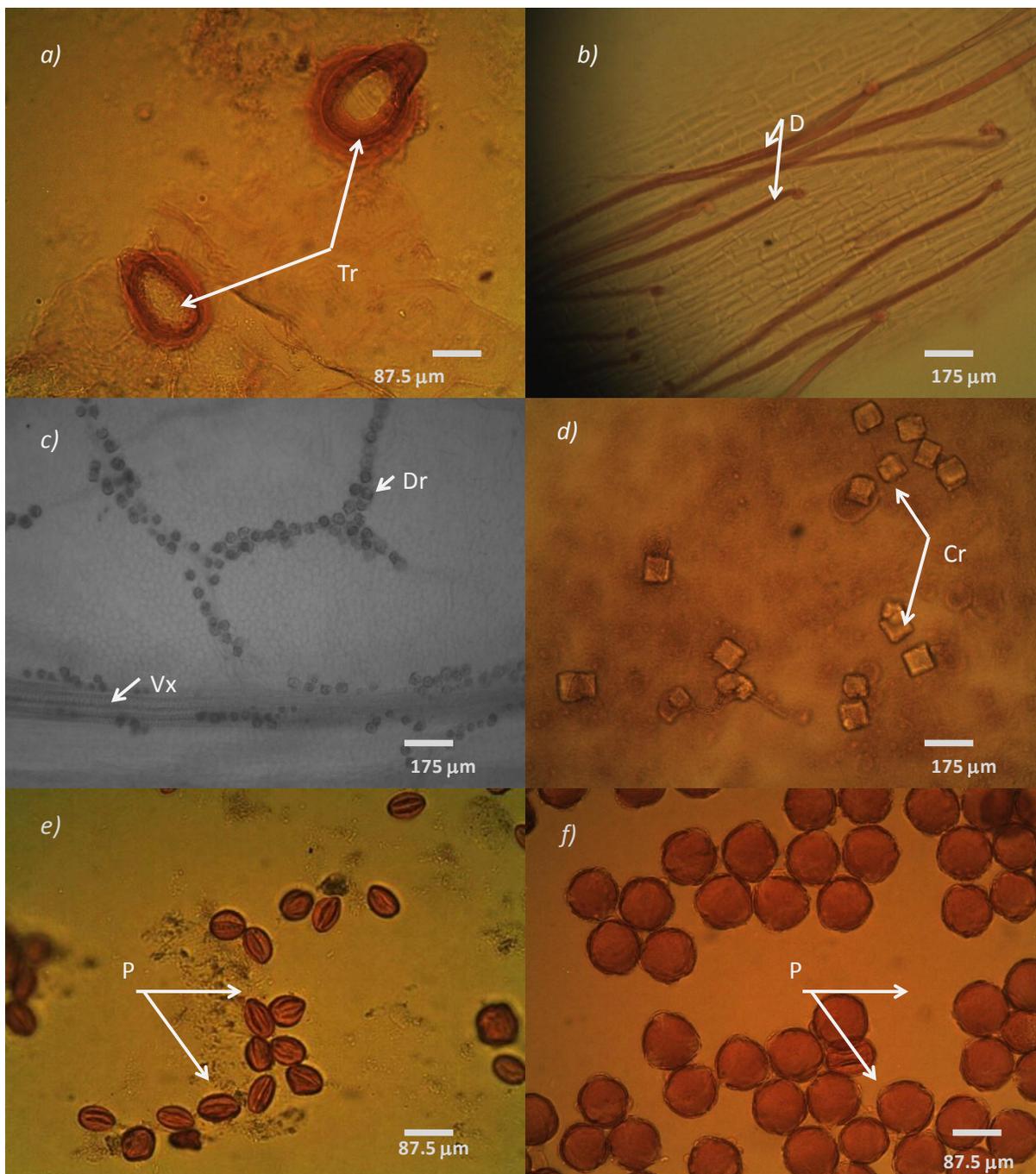
A continuación se mencionan las concentraciones y reactivos de la técnica desarrollada para el medio de montaje y tinción (Cuadro 5, Figura 8).

**Cuadro 5.- Reactivos y sus concentraciones para el medio de montaje de gelatina glicerinada teñido con safranina-azul de toluidina (2:1)**

---

Agua destilada.....	175ml
Glicerina.....	150ml
Gelatina.....	50gr
Cristales de fenol.....	5gr
Azul de toluidina (solución acuosa 1%).....	6.5ml
Safranina (solución acuosa 1%).....	13ml

---



**Figura 8.- Muestras de estructuras vegetativas usadas como referencia obtenidas a partir de material recolectado en el área de estudio y con la técnica propuesta en el presente estudio.**

Derivados epidérmicos: a) *Lupinus* sp., b) *Acaena elongata*

Cristales: c) *Acaena elongata*, d) *Lupinus* sp.

Granos de polen: e) *Prunus serotina*, f) *Lupinus* sp.

Tr y D: derivado epidérmico; Dr y Cr: cristales; P: granos de polen

## Procedimiento

Los pasos a seguir para la elaboración de las laminillas es la siguiente, fijar el material en FAA por lo menos durante 48 horas. Lavar con agua corriente el exceso de FAA para evitar que el fijador interfiera en la técnica de tinción. Se sumerge el material en la SAM dentro de un frasco cerrado, por el tiempo que el material lo requiera, es decir, hasta que alcance una coloración blanquecina; la duración de este procedimiento dependerá de la textura del tejido. Se retira el exceso de la solución, se lava con agua destilada y se coloca el material en un mortero con algunas gotas de agua destilada, hasta cubrir el material a macerar, teniendo cuidado de no disociar en su totalidad los tejidos, Pasar la muestra en un portaobjetos auxiliándose con el microscopio estereoscópico, agujas y pinzas de disección para seleccionar y separar los tejidos, procurando que la muestra quede extendida sobre el portaobjetos. Colocar la laminilla en una parrilla eléctrica para secarla, evitando que esta hierva. Inmediatamente después se pone la gelatina glicerinada teñida con safranina-azul de toluidina, la cual debe estar derretida a baño maría y procurando que no hierva. Finalmente se coloca el cubreobjetos y se sellan las orillas con barniz de uñas transparente.

### Técnica propuesta por Dacar y Giannoni (2001) para semillas:

Consiste en sumergir las semillas en una solución de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) al 17.5%, de 24-36 hrs, hasta que las testas se suavicen y sean fácilmente desprendibles. Estas son separadas auxiliándose de un microscopio estereoscópico, bisturí y pinzas de disección. Asimismo, se separa el endospermo

y el embrión. Para aclarar las testas se sumergen en la SAM por 20 min y se enjuaga con abundante agua destilada. Las muestras obtenidas son montadas en un portaobjetos con gelatina glicerinada teñida con safranina-azul de toluidina.

## **Discusión**

La metodología para la obtención de muestras para el análisis de dieta (e. g. lavado estomacal, recolección de heces, residuos o extracción del aparato digestivo) variara de acuerdo a la especie animal con que se trabaje y los objetivos que pretenda alcanzar el investigador.

Durante la realización de este proyecto se extrajeron los aparatos digestivos de algunos roedores, pero al analizar el contenido estomacal se presento el problema que éste contenía mayor cantidad de avena (atrayente), debido a que posiblemente fueron capturados al anochecer y pasaron mucho tiempo dentro de la trampa antes de sacrificarlos. Debido a que este material debía ser usado para otro tipo de estudios, los animales no podían ser capturados con trampas de golpe, que pudo haber sido la mejor opción para obtener muestras de alimento del estómago. Sin embargo, éste hecho nos permitió descubrir que la porción anterior del intestino grueso era el sitio más apropiado para obtener las muestras del alimento consumido por los roedores antes que cayera en la trampa.

Debido a que el hidrato de cloral era difícil obtenerlo en México, éste fue sustituido con hipoclorito de sodio y el etanol, agentes con los que se obtuvo un imágenes aceptables.

Las diferentes técnicas de tinción utilizadas en los análisis histológicos para dieta son normalmente complejos por el número de deshidrataciones y tiempos requeridos. Por ejemplo, Baumgardner y Martin (1939) y Wolff *et al.* (1985) utilizaron Hematoxilina o solución Hamalum de Mayer, la cual es una solución acuosa de hematoxilina, alumbre, timol y alcohol, que proporcionan un buen contraste y coloración (Hansson 1970, Dorland *et al.* 2005). Otra tinción recomendada es la safranina "O"- verde rápido, la cual brinda buenos contrastes y ayuda al fácil reconocimiento de estructuras, pero esta llega a ser muy compleja (Hansson, 1970), Pérez-Cortéz *et al.* (2003) utilizaron una solución de Safranina-azul de toluidina alcohólica (3:1). En el caso del presente estudio se utilizó Safranina-Azul de toluidina acuosa, colorantes que permiten el reconocimiento de los compuestos que forman las paredes celulares como la cutina, la suberina, la lignina, así como el arreglo, forma y tamaño de las células oclusivas del estoma, la presencia y forma de cristales, elementos xilemáticos y granos de polen. Estructuras que normalmente se utilizan para diferenciar entre taxa de vegetales en la dieta de los herbívoros.

Asimismo, en la técnica propuesta la tinción y el montaje se llevan a cabo en un solo paso, lo cual evita la pérdida de material y ahorra tiempo al no realizarse deshidrataciones y lavados que requieren otras técnicas. Además que como medio de montaje se utilizó gelatina glicerinada, la cual tiene un tiempo de secado de pocos minutos. Éste medio resulta una alternativa accesible y económica en comparación con el uso de resinas sintéticas que tardan varios días en secar, además por ser de importación, resultan costosas y poco accesibles.

## **Conclusión**

Los estudios de dieta en herbívoros silvestres están limitados a la elaboración de las laminillas, que normalmente usan los procedimientos histológicos convencionales, los cuales implican varios días para su elaboración. En cambio, la técnica histológica desarrollada resultó ser una alternativa práctica, eficaz y económica al optimizar tiempo y recursos en la realización de preparaciones histológicas de estructuras vegetativas de referencia y las de contenido estomacal.

## **CAPÍTULO V: Integración de un atlas histológico a partir de fotomicrografías de estructuras vegetativas.**

### **Introducción**

En los trabajos de dieta se requiere de gran cantidad de material que incluya estructuras vegetativas u otras que sirvan de referencia, el cual debe ser práctico y accesible; desafortunadamente mucho de este material solo se limita al uso del investigador que lo realizó y la gente involucrada en el proyecto (Korschgen 1987). Y aunque existen fuentes bibliográficas valiosas para reconocer la anatomía e histología vegetal (*e. g.*, Azcárraga *et al.* 2010, Marchi *et al.* 2008, Chiarini y Barboza 2007, Arambarri *et al.* 2006, Pulido-García *et al.* 2002, Mandret 1989 y Metcalf y Chalk 1988); artrópodos (*e. g.* Triplehorn *et al.* 2005) y hongos (*e. g.* Arx 1981, Carmichael *et al.* 1980 y Barron 1968), su utilidad es limitada. Ya que en éstos catálogos, las imágenes y fotografías de los tejidos se presentan en planos elegidos por el autor para mostrar cierta estructura, que muchas veces no se corresponden con las obtenidas del tracto digestivo de los ratones, ya que estos se encuentran fragmentados y alterados mecánica y químicamente, y no se observan como cortes en una posición u orientación y en un plano determinado.

Con base en lo anterior, es necesario contar con material de referencia el cual, además de práctico y accesible para la comunidad científica, debe mostrar las imágenes histológicas de estructuras susceptibles de ser consumidos (*i. e.* hojas, flores y frutos) tal como se observan después de ser sometidas a

tratamientos mecánicos y químicos que emulan las condiciones del tracto digestivo en los ratones silvestres (técnicas histológicas). Asimismo, debe contener la descripción general de las especies, fotografías de las plantas en el campo para facilitar su reconocimiento e información asociada con su contenido de nutrientes o sustancias tóxicas, lo que nos ayudará a discriminar entre una variedad de opciones.

Con esta información se pretende sentar las bases para la integración de un atlas con fotomicrografías de estructuras vegetativas de especies botánicas susceptibles de ser consumidas por los ratones de campo en un bosque templado como lo es el Parque Nacional “Desierto de los Leones”.

### **Objetivo particular**

Asentar las bases para la formación de un atlas con fotomicrografías de estructuras vegetativas que facilite el reconocimiento de los taxa y las estructuras vegetales que han consumidos por ratones silvestres.

### **Metodología**

**Recolección de material botánico.** En el muestreo del material botánico, sólo se incluyeron las especies vegetales susceptibles de ser consumidas por los roedores de acuerdo con los criterios propuestos durante este proyecto (forma de vida y taxa), se siguieron las técnicas usuales de recolección, prensado y secado para ejemplares de herbario (Lot y Chiang 1986, Jones y Luchsinger 1979).

Además se tomaron fotografías digitales de la vegetación a lo largo del año de muestreo con una cámara Cannon PowerShot A630.

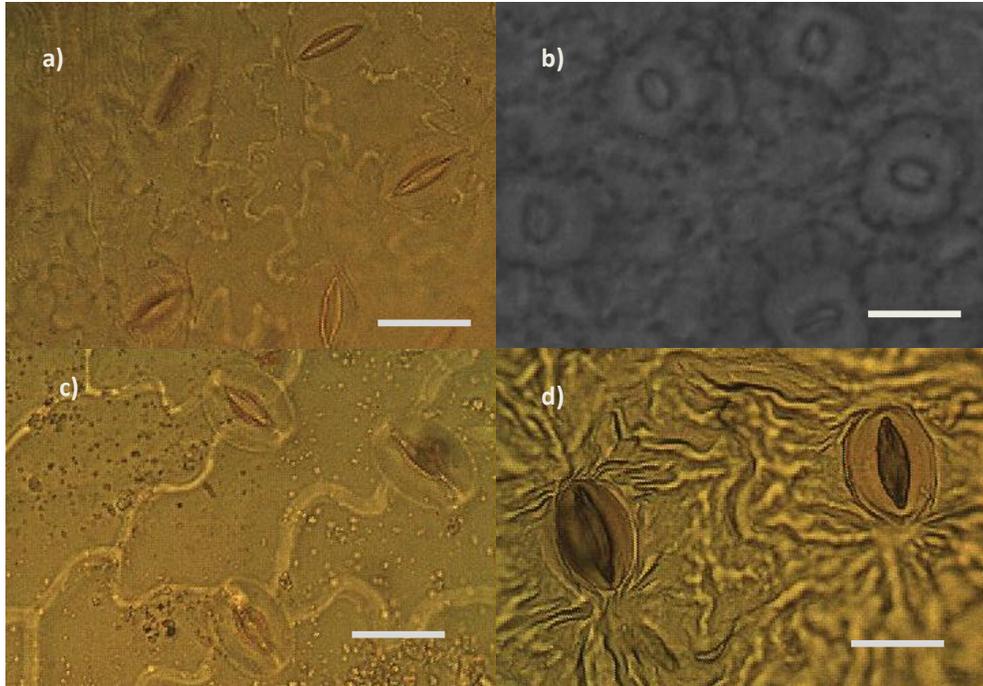
**Trabajo de laboratorio** Se llevo a cabo la elaboración de laminillas de referencia de las especies y estructuras que probablemente son consumidas por *Peromyscus*, para comparar laminillas de contenido estomacal, con la técnica microhistológica desarrollada durante este proyecto (ver Capítulo IV). Asimismo se realizó la toma de fotomicrografías, a diferentes aumentos del objetivo, utilizando un microscopio óptico en campo claro (Zeiss Axiophot 7082), una cámara digital para microscopio (Moticam 2000) y software de captura y edición de imágenes (Motic Imágenes Plus 2.0).

**Procesamiento del material botánico.** El material vegetal obtenido en el campo fue determinado hasta la categoría taxonómica inferior posible (*i. e.*, familia, género o especie) con base en claves y literatura especializada (Villers-Ruiz *et al.* 2006, Rzedowski y Rzedowski 2005 y 2001).

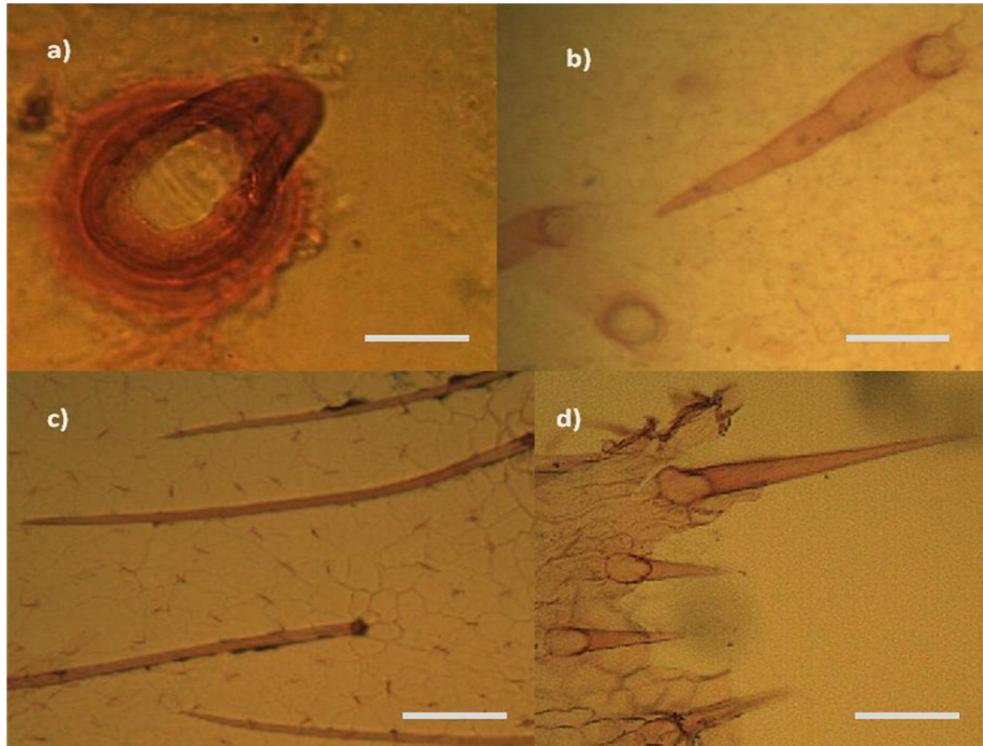
**Recopilación de literatura** La información de Rzedowski y Rzedowski (2001) es la que se incluye en la descripción y distribución de las especies consideradas en este trabajo. Asimismo se realizó la búsqueda de literatura referente a los componentes químicos que poseen las especies colectadas y determinas, durante el proyecto.

## Resultados

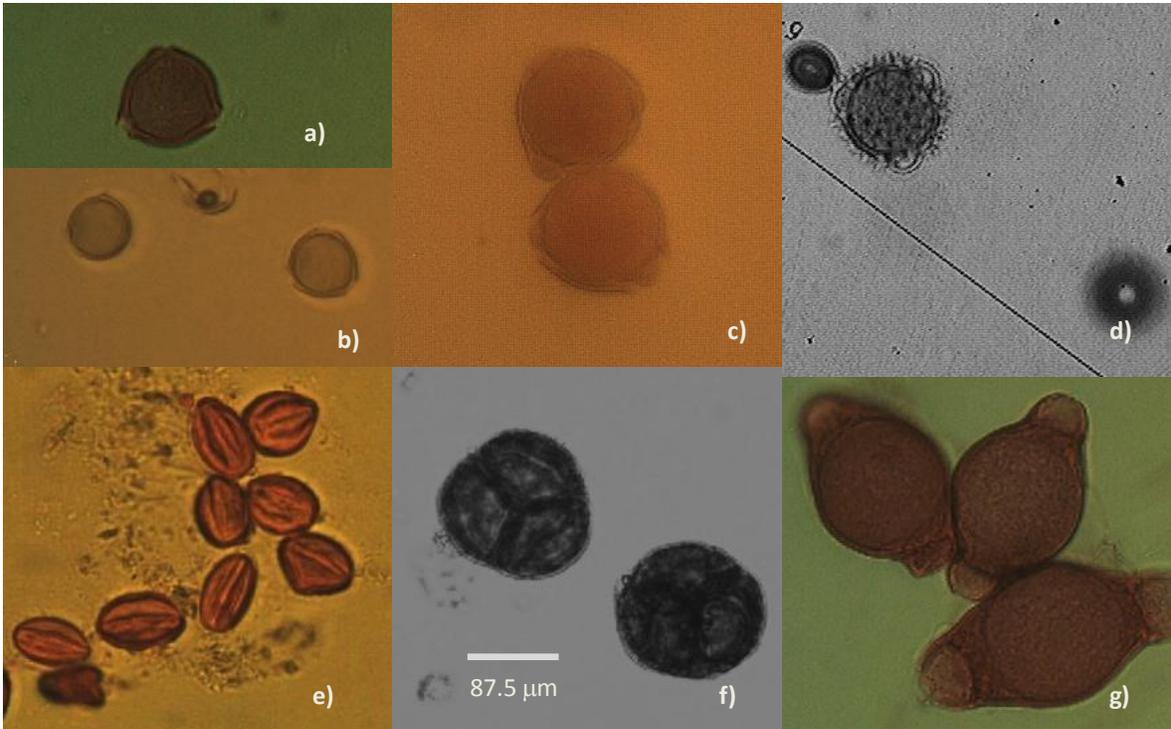
Se obtuvieron fotografías donde se aprecian los caracteres de utilidad taxonómica de las diferentes especies consideradas susceptibles de ser consumidas por los roedores del género *Peromyscus* en el paraje Cementerios, Parque Desierto de los Leones, Distrito Federal, México (Figura 9, 10, 11 y 12). Como ejemplo de ficha se presenta la información de *Prunus serotina*. Asimismo, se muestran algunas fotomicrografías de material alimenticio extraído de los estómagos e intestinos de ratones del género *Peromyscus*, que es el roedor más abundante en el ecosistema del área de estudio (Castro-Campillo *et al.* 2008; Figura 12), así como el más estudiado por cuanto a su dieta en otros ecosistemas.



**Figura 9.- Material vegetal usado como referencia en el presente estudio (estomas).**  
 a) *Geranium seemanni*, b) *Berberis moranensis*, c) *Plantago australis*, d) *Smilax moranensis*  
 a),c) y d) Complejo estomático anomocítico; b) Complejo paracítico  
 Cada barra equivale a 87.5  $\mu\text{m}$



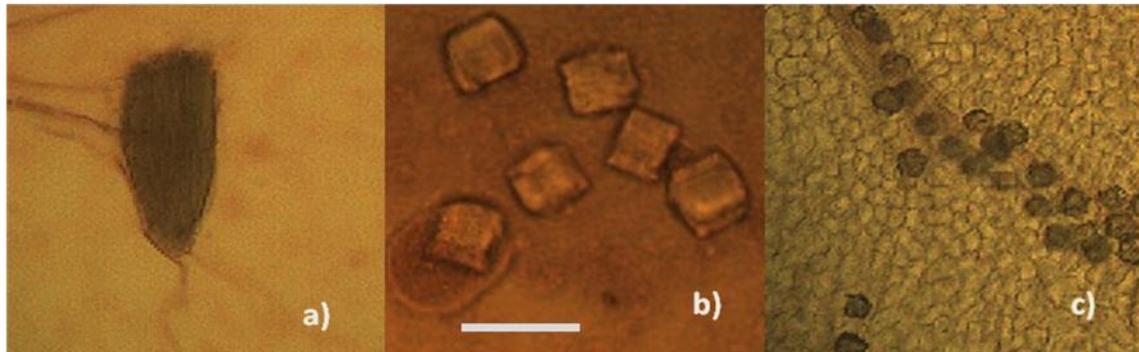
**Figura 10.- Material vegetal usado como referencia en el presente estudio (Derivados epidérmicos).**  
 a) *Lupinus* sp., b) *Solanum cervantessi*, c) *Alchemilla procumbens*, d) *Geranium seemanni*  
 a), c) y d) tricomas unicelulares; b) tricoma unicelular uniseriado  
 b), c) y d) cada barra vale 350  $\mu\text{m}$  y a) 87.5  $\mu\text{m}$



**Figura 11.- Material vegetal usado como referencia en el presente estudio (Granos de polen).**

a) *Solanum brachycarpum*, b) *S. cervantessi*, c) *Physallis coztomatl*, d) *Senecio barba-johannis*,  
e) *Prunus serotina*, f) *Comarostaphylis discolor*, g) *Fuchsia microphylla*.

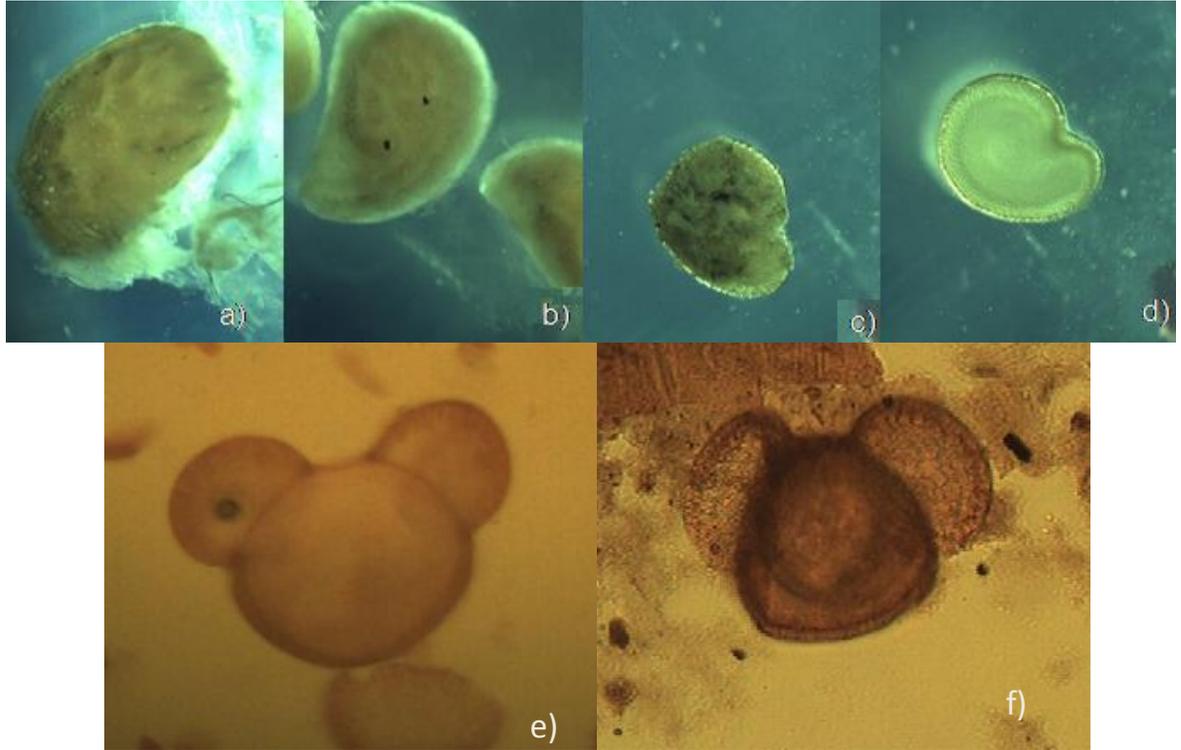
a), b) y c) Triporados; d) Triporado con ornamentaciones; e) Bicolpados; f) y g) Tricolpados



**Figura 12.- Material vegetal usado como referencia en el presente estudio (Cristales).**

a) *Phytolacca icossandra*, b) *Lupinus* sp. c) *Alchemilla procumbens*

Formas: a) macla (conjunto de rafidios), b) prismáticos, c) drusas lobuladas



**Figura 13.- Comparación de material de referencia vs material de intestino de *Peromyscus*:**  
b), d), e) material de referencia; a), c) y f) material de contenido intestinal.  
*Rubus pringle* (a y b)  
*Physallis coztomatl* (c y d)  
*Abies religiosa* (e y f)

**División** Magnoliophyta

**Familia** Rosaceae

**Clase** Magnoliopsida

*Prunus serotina* subsp. *capuli* (Cav.)

McVaugh

**Nombre común:** Capulín (Rzedowski y Rzedowski 2005 y 2001).

**Descripción:** Árbol de 5 a 15 m de alto; Perennifolio/Caducifolio.

Pierde el follaje durante un lapso breve, de copa ancha, corteza café – rojiza o grisácea, casi lisa, glabra o a

veces pubescente en los peciolas o ramas tiernas; peciolas delgados; hojas lanceoladas a ovadas, ápice largamente acuminado, borde finamente aserrado, base aguda u obtusa, delgadas, brillantes, con nervio prominente en el envés; racimos generalmente laxos, alargados, de 10 a 15 cm de largo, con uno o más hojas cerca de la base, flores numerosas, de pétalos blancos sobre pedicelos delgados; fruto globoso, rojo a negro de 1 a 2.5 cm de diámetro, sabor agridulce y astringente, con una sola semilla (Rzedowski y Rzedowski 2005 y 2001).

**Fórmula floral** \*♀K<sub>5</sub> C<sub>5</sub> A<sub>∞</sub> Ḡ

**Distribución:** Se le encuentra en las regiones montañosas del Valle de México.

Elemento común, principalmente en la vegetación secundaria derivada de



bosques de encino, de coníferas y de los mesófilos de montaña, a menudo protegido y cultivado, sobre todo en cercas y a orillas de caminos. Guanajuato, y de Jalisco a Chiapas hasta Guatemala. Altitud: hasta 2,300 m a 2900 (Rzedowski y Rzedowski 2005 y 2001).

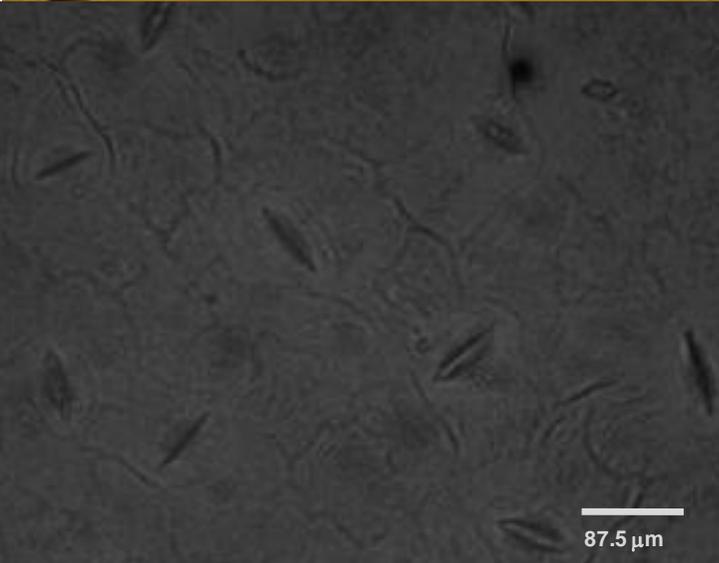
**Fenología:** Floración febrero a mayo y fructificación de mayo a junio.

**Contenido nutricional, toxico y usos:** Plantas pertenecientes a la familia rosaceae se caracterizan por poseer taninos, principalmente galotaninas, los taninos se son el resultado de la condensación de flavanoles (Carretero-Accame, 2000), los cuales pertenecen al grupo de compuesto fenólicos los cuales están presentes generalmente en forma de glucósidos en los extractos de las frutas, estos son muy importantes como constituyentes de las plantas debido a su habilidad para secuestrar radicales libres (Muñiz-Jáuregui *et al.*, 2007). Se ha estudiado ampliamente las capacidades antioxidantes de frutos pertenecientes a las rosáceas, por poseer compuestos fenólicos.

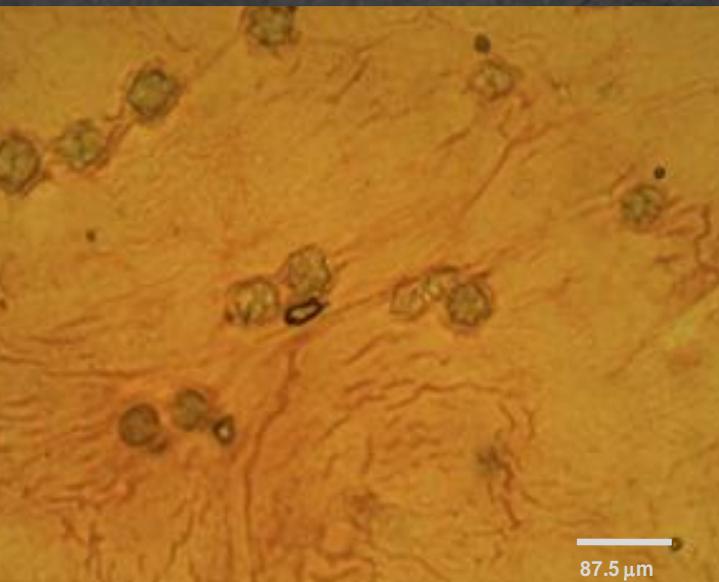


**Lámina 1:**

Granos de polen  
bicolporados.

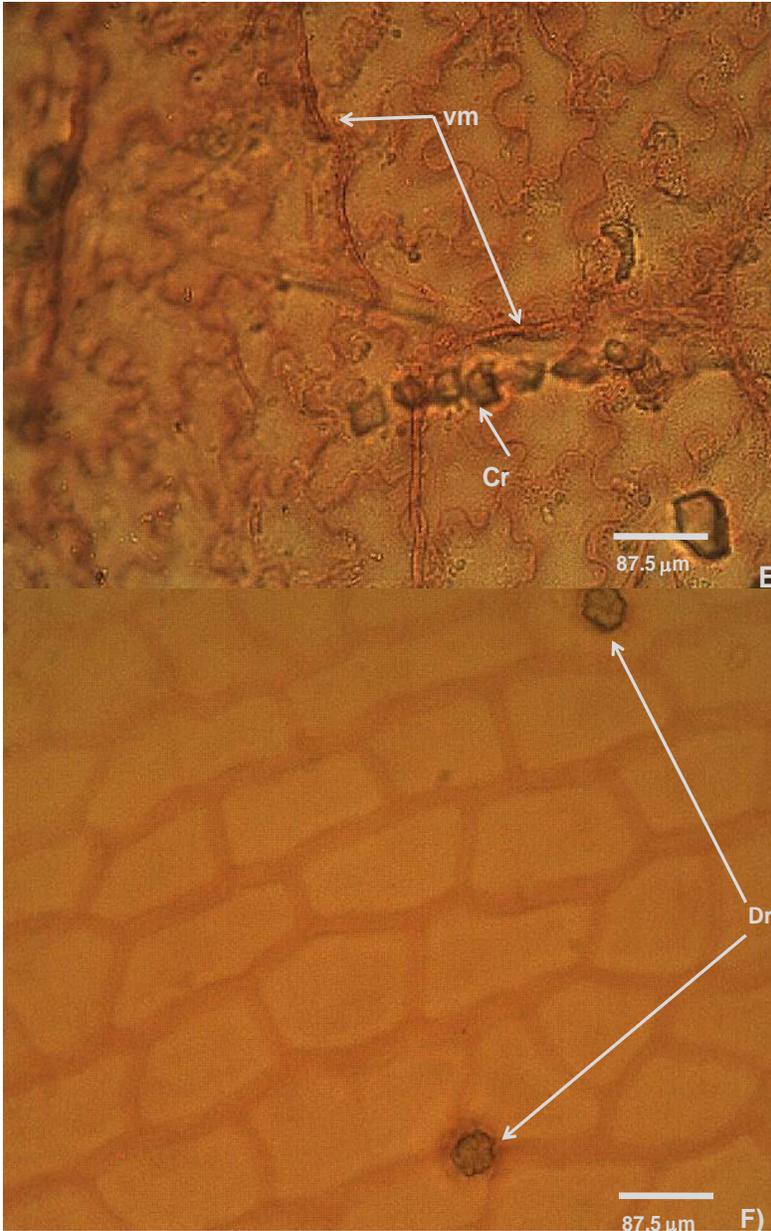


Hoja, vista superficial con  
estomas anomocíticos y  
dispersos.



Hoja, drusas lobuladas.

## Lámina 2



Hoja, nótese células epidérmicas de membranas anticlinales onduladas (CE), venas menores (vm) y cristales prismáticos (Cr).

Hoja, patrón de las células epidérmicas, nótese la presencia de drusas (Dr).

## Discusión

Los estudios de dieta requieren de extensas colecciones de referencia, las cuales son consultadas con frecuencia, por lo que el material debe encontrarse bien determinado taxonómicamente y ser accesible, actividad que representa inversión tiempo y recursos humanos (Korschgen 1987). Asimismo, el investigador que hace uso de este material debe poseer conocimientos sobre botánica, taxonomía, anatomía y técnicas histológicas; además debe memorizar las características detalladas de varias especies u órganos o consultar repetidas veces el material de referencia, por lo que resulta difícil que una persona maneje en todas las disciplinas requeridas, por lo que llega a ser necesario el apoyo de personas especialistas en las diferentes áreas (Korschgen 1987).

Debido a lo antes expuesto, se hace necesario iniciar con la integración de un atlas que auxilie al investigador para la determinación de la dieta, y no tenga que recurrir continuamente a revisar una colección de referencia. Éste atlas debe incluir fotomicrografías de las especies y sus órganos, así como información existente sobre su contenido químico, tóxico y nutricional, información que ayudara a interpretar la alimentación de los animales y a discriminar entre especies que por su grado de toxicidad no son opción a ser consumidas..

Los resultados del presente estudio muestran que existen diferencias entre los taxa distribuidos dentro del parque. Por ejemplo, los miembros de la familia Solanaceae se caracterizan principalmente por la forma de sus granos de polen los cuales son triporados y sin ornamentaciones, entre especies la diferencia

ocurre a nivel del tamaño. En cambio, las asteráceas presentan gran variedad de ornamentaciones, mientras que el polen de las coníferas se distingue por la presencia de dos sacos aéreos muy evidentes. Los complejos estomáticos y los derivados epidérmicos, son caracteres que ayudan a diferenciar familias y como ejemplo de ello encontramos a los miembros de la familia Fabaceae (leguminosas) que presenta un complejo estomático paralítico, aunque no es único.

Por otro lado, existen estructuras que nos son tan diagnósticas, como los cristales de oxalato de calcio en los residuos gastrointestinales, los que solo llegan a indicar un consumo importante de elementos de origen vegetal, pues estos cristales llegan a conservarse durante la digestión hasta la formación de las heces (Castro-Castillo y Guerrero Bermúdez 2006).

De manera que un atlas histológico que contenga la mayor información posible será de gran ayuda para diferenciar los diversos taxa que componen la dieta de los roedores y algunos otros herbívoros.

En este trabajo se presenta la integración de una ficha de *Prunus serotina*, especie localizada en el Desierto de los Leones, de la cual está confirmado su consumo donde se distribuye *Peromyscus*. El atlas se conformará con todas las especies susceptibles de consumo, contará con una descripción, fotografía del ejemplar en campo, su fenología, imágenes histológicas de diversas estructuras que han sido tratadas mecánicamente y químicamente para simular en lo más posible a los localizados en el tracto digestivo así como información sobre su contenido químico, con toda esta información además de auxiliar al investigador en la en la

determinación de los componentes dietarios permitirá conocer la temporalidad en que estos están siendo ingeridos.

## **Conclusión**

Debido a la falta de colecciones de laminillas de referencia de material botánico susceptible de ser consumido por herbívoros y a que el uso de estas colecciones está restringido a personas con un mínimo de experiencia para determinar los taxa vegetales, se propone la integración de un Atlas que presente fotografías de los tejidos con las diferentes estructuras diagnósticas de los taxa probablemente consumidos por ratones del género *Peromyscus* del Desierto de los Leones, así como información complementaria que apoyará al investigador al facilitarle la interpretación de sus laminillas de contenido estomacal.

## CONCLUSIÓN GENERAL

Este proyecto inicio con la pretensión de poder describir la composición vegetal de la dieta de *Peromyscus difficilis* y *P. melanotis*, especies que cohabitan y distribuyen dentro del Parque Nacional Desierto de los Leones.

Los estudios que sobre dieta se han llevado a cabo tomando como modelo al género *Peromyscus*, registra que consume 147 especies de vegetales, de las cuales sobresalen miembros de las familias Poaceae, Asteraceae, Chenopodiaceae, Fabaceae y Rosaceae.

Las formas de vida más consumidas fueron herbáceas y arbustos.

Debido a que la mayoría de los estudios se han llevado a cabo en pastizales y en Estados Unidos de Norteamérica, no todos los taxa consumidos tienen distribución en el área de estudio, por lo que se utilizó como criterio para determinar aquellos susceptibles de ser consumidos la forma de vida y la cercanía filogenética, lo cual resulto en el registro de 31 especies probables de consumo.

En el Desierto de Leones se encontró que existen 3 patrones fenológicos en las plantas ahí distribuidas y consideradas susceptibles de consumo por *Peromyscus*: plantas que producen frutos y flores todo el año, plantas en que se concentra la floración en secas y el fructificación en lluvias y plantas que su floración se concentra en lluvias y el fructificación en secas.

La falta de una colección de material de referencia modificó los objetivos iniciales, por lo que se abocó a realizar está colección.

La disponibilidad del hidrato de cloral, sustancia clave en las técnicas histológicas tradicionales, nos llevo a modificar y desarrollar una técnica alternativa para la elaboración del material de referencia y los residuos vegetales del tracto digestivo del roedor.

Debido a que existen pocas colecciones de referencia con material botánico que es consumido por herbívoros silvestres y a que quienes deben usar dichas colecciones deben contar con un mínimo de experiencia en la determinación de los taxa, se propone la elaboración de un atlas microhistológico que servirá a un público más amplio y no necesariamente con experiencia en el manejo de la terminología técnica.

## LITERATURA CITADA

- Amico, G. C. y M. A. Aizen. 2005. Dispersión de semillas por aves en un bosque templado de Sudamérica austral: ¿Quién dispersa a quién?. *Ecología Austral*, 15:89-100
- Aragón, E. E., B. Castillo y A. Garza. 2002. Roedores en la dieta de dos aves rapaces nocturnas (*Bubo virginianus* y *Tyto alba*) en el noreste de Durango, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 86:29-50
- Arambarri, A. M., S. E. Freire, M. Colares, N. D. Bayón, M. C. Novoa, C. Monti y S. A. Stenglein. 2006. Leaf anatomy of medicinal shrubs and trees from gallery forests of the Paranaense Province (Argentina). Part 1. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 41(3-4): 233-268.
- Aranda, M., N. López Rivera y L. López-de Buen. 1995. Hábitos alimentarios del coyote (*Canis latrans*) en la sierra del Ajusco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 65:89-99
- Arx, J. A. 1981. The genera fungi sporulating in pure cultura, 3ra edición. Cramer, Vaduz. Pp. 424
- Azorín-Arrúe, J. y D. Gómez-García. 2008. Estrategias de las plantas frente al consumo por los herbívoros. Capítulo 13, Pág. 189-204 En: F. Fillat, D. García-Gonzalez, D. Gómez-García y R. Reine (Eds.). Pastos del Pirineo. Madrid, España. Pp. 308
- Banoff, M. B. y D. H. Janzen. 1980. Small terrestrial in eleven habitats in Santa Rosa National Park, Costa Rica. *Brenesia*, 17:163-174
- Barron, G. L. 1968. The genera of hyphomycetes from soil. Williams and Wilkins, Baltimore. Pp 364.
- Bauer, M. O., J. A. Gomide, E. A. Moneiro da Silva, A. J. Regazzi y J. F. Chichorro. 2005a. Análise comparativa de fragmentos identificáveis de forrageiras, pela técnica micro-histológica. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(6):1841-1850.
- Bauer, M. O., J. A. Gomide, E. A. Moneiro da Silva, A. J. Regazzi y J. F. Chichorro. 2005b. Análise microhistológica de composicao botánica de misturas

- preestablecidas, submetidas ao proceso de digestao *in vitro*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(6):1851-1859.
- Baumgardner, L. L. y H. C. Martin. 1939. Plant histology as an aid in squirrel food-habits studies. *Journal of Wildlife Management*, 3:266-268.
- Belovsky, G. E. 1978. Diet optimization in a generalist herbivore: the mouse. *Theoretical Population Biology*, 14: 105-134
- Berchielle, T. T., S. G. Oliveira y A. V. García. 2005. Application of techniques for intake, diet composite and digestibility studies. *Archives of Veterinary Science*, 10(2):29-40.
- Bozinovic, F. 1997. Diet selection in rodents: an experimental test of the effect of dietary fiber and tannins on feeding behavior. *Revista Chilena de Historia Natural*, 70:67-71.
- Brandan, Z. J. 1995. Contribución al conocimiento de la dieta de *Akodon simulator simulator* (Thomas, 1916) (Rodentia: Cricetidae). *Acta Zoológica Lilloana*, 43(1):73-79.
- Braun-Blanquet, J. 1951. *Planzensoziologie*. Springer, Vienne.
- Brown, D. 1954. Methods of surveying and measuring vegetation. Bull. 42. Commonwealth Bur. of Pastures and Field Crops. 223 pp. Hurley, Berks, England.
- Cadena-Salgado, M. 2003. Efectos de la perturbación y estacionalidad en la comunidad de roedores en una selva baja caducifolia en Morelos, México. Tesis de Licenciatura. Universidad de las Américas, Puebla, México. Pp 75.
- Call, M. W. 1986. Rodents and insectivores. Pág. 429- 452 *En*: Cooperrider, A. Y., R. J. Boyd y H. R. Stuart (Eds.). Inventory and monitoring of wildlife hábitat. United States Department of the Interior(USDI). Bureau of Land Management. Service Center. Denver, Company.
- Carmichael, J. W., W. B. Kendrick, I. L. Connors y L. Singler. 1980. Genera of hyphomycetes. The University of Alberta Press, Edmonton. Pp.386.
- Carretero-Acceme, M. E. 2000. Compuestos fenológicos: Taninos, panorama actual. *Medica (Plantas medicinales)*, 24(235):633-636.

- Casas-Andreu, G. y G. Barrios-Quiroz. 2003. Hábitos alimenticios de *Crocodylus acuatatus* (Reptilia: Crocodylidae) determinados por el análisis de sus excretas en la costa de Jalisco, México. *Anales del Instituto de Biología. UNAM. Serie de Zoología*, 74(1):35-42.
- Castellaro G., F. Squella N., T. Ullrich R., F. León C. y A. Raggi S. 2007. Algunas técnicas histológicas utilizadas en la determinación de la composición botánica de dietas de herbívoros. *Agricultura técnica (Chile)*, 67(1):86-93.
- Castro-Campillo, A., A. Salame-Méndez, J. Vergara-Huerta, J. Ramírez Pulido y A. Castillo. 2008. Fluctuaciones de micromamíferos terrestres en bosques templados aledaños a la Ciudad de México, Distrito Federal. Cap. 20, pp. 391-410 *En: Avances en el Estudio de los Mamíferos de México. II* (C. Lorenzo Monterubio, E. Espinoza Medinilla y J. Ortega, eds.), Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., CIBNOR, ECOSUR, UNAM, UAM. BCS, México, 691 pp.
- Chiarini, F. y G. Barboza. 2007. Anatomical study of different fruit types in Argentine species of *Solanum* subgen. *Leptostemonum* (Solanaceae). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 64(2):165-175.
- Clark, D. R. y C. M. Bunck. 1991. Trends in North American small mammals found in common barn owl dietary studies. *Canadian Journal of Zoology*, 69:3093-3102.
- Cole, F. R., L. L. Loop, A. C. Medeiros, J. A. Raikes y C. S. Wood. 1995. Conservation implications of introduced game birds in high-elevation Hawaiian shrubland. *Conservation Biology* 9: 306-313.
- Collazo, R. y J. Castro. 1997. Los roedores dañinos: algunos aspectos de control químico y bacteriológico. *Revista de Investigaciones Veterinarias Perú IVITA*
- CONABIO: [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
- CONANP-SEMARNAT (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas – Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2006. Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Desierto. México. 166 pp.

- Cook, C.W. y J. Stubbendieck. 1986. Range Research: Basic Problems and Techniques. Society for Range Management. 317 pp. Denver, Colorado (USA).
- Cortés, A., J. R. Rau, E. Miranda y J. E. Jiménez. 2002. Hábitos alimenticios de *Lagidium viscacia* y *Abrocoma cinerea*: Roedores sintópicos en ambientes altoandinos del norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 75:583-593.
- Cronquist, A. 1988. The evolution and classification of flowering plans. 2da edición. The New York Botanical Garden, New York. Pp 555.
- D.G.S.P.A.y F. (Dirección General de Sanidad y Protección Agropecuaria y Forestal). 1985. Problemática del Parque Recreativo y Cultural Desierto de los Leones. México, D. F.:1-11 pp.
- Dacar, M. A. y S. M. Giannoni. 2001. A simple method for preparing reference slides of seed. *Journal of Range Management*, 54(2):191-193.
- Daget, P.H. y J Poissonet. 1971. Une methode d'analyse phytologique des prairies, critères d'application. *Annales Agronomiques* 22:5-41.
- Davies, I. 1959. The use of epidermal characteristics for the indication of grasses in the leafy stage. *Journal British Grassland Society*, 14:7-16.
- Del Carmen-Silva, L., F. J. Romero, A. Velázquez y L. Almeida-Leñero. 1999. La vegetación de la región de montaña del sur de la Cuenca de México, Capítulo 3, Pág.65-93. En: F. J. Romero, A. Velázquez (Comp.). Biodiversidad de la región de montaña del sur de la Cuenca de México: bases para el ordenamiento ecológico, 1ra. Edición. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco: Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente. Pp 351.
- Dellafiore, C. y J. Polop. 1994. Feedings habits of *Calomys musculinus* in the crop fields and its borders. *Mastozoología Neotropical*, 1:45-50
- Dirzo, R. y C. Domínguez. 1995. Plant-herbivore interactions in Mesoamerican tropical dry forests, Pág. 304-345. En: S. Bullock, S. Mooney y E. Medina (eds.). Seasonally dry tropical forests. Cambridge University, Massachussets Pp 439

- Dorland, S, Dorland, R. Luna-Méndez, I. Álvarez-Baleriola y E. Thomas. 2005  
Diccionario enciclopédico ilustrado de medicina.30va edición. Elsevier,  
Madrid, España. Pp 2210
- Dorst, J. 1972. Morphologie de l'estomac et regime alimentaire de quelques  
rongeurs des hautes Andes du Perou. *Mammalia*, 36(4):647-656.
- Durant, P. y A. Díaz. 1995. Aspectos de la ecología de roedores y musarañas de  
las cuencas hidrográficas Andino-Venezolanas. *Caribbean Journal of  
Science*, 31(1-2):83-94.
- Dusi, J. L. 1949. Methods for the determination of food habits by plant  
microtechniques and histology and their application to cottontail rabbits food  
habits. *The Journal of Wildlife Management*, 13(3):295-298.
- Eklundh, L. and P. Jönsson. 2009, Timesat 3.0 Software Manual, Lund University,  
Sweden.
- Ellis, B. A.; E. M. Russell, T. J. Dawson, C. J. F. Harpo. 1977. Seasonal changes  
in diet preferences of free-ranging red kangaroos, uros and sheep in  
western New South Wales. *Australian Wildlife Reseach*, 4:127-144.
- Ellis, J. E. C. F. Wiens, C. F. Rodell, J. C. Anway. 1976. A conceptual model of diet  
selection as an ecosystem process. *Journal of Theoretical Biology*, 60:93-  
108.
- Fernández-Olalla, M.; A. San Miguel. 2007. La selección de dieta en los fitófagos:  
conceptos, métodos e índices. *Pastos* 37(1): 5-47.
- Fierro-Calderón, K., F. A. Estela y P. Chacón-Ulloa. 2006. Observaciones sobre  
las dietas de algunas aves de la cordillera oriental de Colombia a partir del  
análisis de contenidos estomacales. *Ornitología Colombiana*, 4:6-15
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen.  
Talleres Larios, S. A. México, 150 pp.
- García-Alonso J., M. J. Periago, M. L. Vidal-Guevara y E. Cantos. 2002.  
Evaluación de las propiedades antioxidantes en concentrados de uva y  
frutas rojas. *Anales de Veterinaria (Murcia)*, 18:103-114.

- Garín, I., A. Aldezabal, R. García-González y J. R. Aihartza. 2001. Composición y calidad de la dieta del ciervo (*Cervus elaphus* L.) en el norte de la península ibérica. *Animal Biodiversity and Conservation*, 24(1): 53-63.
- Garín, I., J. Azorín, A. Aldezabal, R. García-González. 1996. Implicaciones nutritivas del contenido en taninos de varias especies leñosas. En: Actas XXXVI Reunión Científica de la SEEP. 293-298. Ed. SEEP. (Logroño).
- Giannoni, S. M., C. E. Borghi, M. Dacar y C. M. Campos. 2005. Main food categories in diets of sigmodontine rodents in the Monte (Argentina). *Mastozoología Neotropical*, 12(2): 181-187
- González, A. C. 1990. Algunas interacciones entre *Dioon edule* (Zamiaceae) y *Peromyscus mexicanus* (Rodentia: Cricetidae). *Ciencia y el Hombre. Universidad Veracruzana*, 5:77-92.
- Granados, D., S., P. Ruíz P. y H. Barrera E. 2008. Ecología de la herbívoría. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 14:51-64.
- GraphPad Prism™ 1994-95. GraphPad Prism™ 1994-95
- Hamilton, W. J., 1941. Food small forest mammals in Eastern United States. *Journal of mammalogy*, 22(3):250-263.
- Hansson, L. 1970. Methods of morphological diet micro-analysis in rodents. *Oikos*, 21(2):255-266.
- Hayward, G. F. y J. Phillipson. 1979. Community structure and functional role of small mammals in ecosystems. Chapter 4, pp. 135-211 *in*: Ecology of Small Mammals (D. M. Stoddert, ed.). Chapman and Hall. London, UK, 386 pp.
- Heady, H. F. 1964. Palatability of herbage and animal preference. *Journal Range Management*, 17: 76-82.
- Heithaus, E. R. 1981. Seed Predation by Rodents on Three Ant-Dispersal Plants. *Ecology*, 62(1):136-145.
- Historical common names of great plains plants, University of Nebraska Lincon:  
<http://www.unl.edu/agnicpls/gpcn>
- Howe, H. F. y L. C. Westley. 1988. Ecological Relationships of Plants and Animals. Oxford University Press. NY, USA, 273 pp.

- Ibañez, J. y P. J. Soriano. 2004. Hormigas, aves y roedores como depredadores de semillas en un ecosistema semiárido andino de Venezuela. *Ecotropicos*, 17(1-2): 38-51.
- Jameson, E. W. 1952. Food of deer mice, *Peromyscus maniculatus* and *Peromyscus boylei* in norther Sierra Nevada, California. *Journal of Mammalogy*, 33:50-60.
- Johnson, D. R. 1961. The food habits of rodents on rangelands of Southern Idaho. *Ecology*, 42(2):407-410.
- Jones, S. B., Jr., y A. E. Luchsinger. 1979. Plant Systematics. McGrawhill Book Co., New York, p.138-156.
- Jönsson, P. y L. Eklundh. 2002, Seasonality extraction and noise removal by function fitting to time-series of satellite sensor data, *IEEE Transactions of Geoscience and Remote Sensing*, 40, No 8, 1824 – 1832.
- Jönsson, P. y L. Eklundh. 2004, Timesat - a program for analyzing time-series of satellite sensor data, *Computers and Geosciences*, 30, 833 – 845.
- Kähkönen, M. P., A. I. Hopia y M. Heinonen. 2001. Berry phenolics and their antioxidant activity. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 49(8):4076-4082.
- Korschgen, L. J. 1987. Procedimientos para el Análisis de los hábitos alimentarios. Págs. 119- 134.. En Tarres R. R. (editor) Manual de técnicas de gestión de vida silvestre. The Wildlife Society, Washington DC. Pp. 703
- Krebs, C. J. 1989. Ecological methodology. Harper Collins Publisher, New York, New York. 654 pp.
- Kronfeld, N. y T. Dayan. 1998. A New Method of Determining Diets of Rodents. *Journal of Mammalogy*, 79(4):1198-1202.
- Ley General de Salud. 2009. Secretaria de Salud. Diario Oficial de la Federación el 7 de febrero de 1984 y última reforma el 31 de mayo del 2009.
- Litvaitis, J. A. 2000. Investigating food hábitats of terrestrial vertebrates. Pág 165-190 *En*: L. Boitani y T. K. Fuller (Eds.). *Research Techniques in Animal Ecology, Controversies and Consequences*. USA, Columbia University Press.

- Lot, A. y F. Chiang (eds.). 1986. Manual de Herbarios. Administración y Manejo de Colecciones. Técnicas de Recolección y Preparación de Ejemplares Botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C. Pp. 142
- Mandret, G. 1989. Regime alimentaire des ruminants domestiques (bovins, ovins, caprins) exploitant des parcours naturels sahéliens et soudano-sahéliens. III. Caractères épidermiques des principales espèces végétales consommées au pâturage: Constitution d'un atlas de référence en vue de l'étude du régime alimentaire. *Revue Élevage Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 42(2):237-243.
- Marchi, S., R. Tognetti, A. Minnocci, M. Borghi y L. Sebastiani. 2008. Variation in mesophyll anatomy and photosynthetic capacity during leaf development in a deciduous mesophyte fruit tree (*Prunus persica*) and an evergreen sclerophyllous Mediterranean shrub (*Olea europaea*). *Trees*, 22(4):559-571.
- Matamoros-Trejo, G. J., F. A. Cervantes. 1992. Alimentos de los roedores *Microtus mexicanus*, *Reithrodontomys magalotis* y *Peromyscus maniculatus* del ex Lago de Texcoco, México. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie de Zoología*, 63(1):135-144.
- Meserve, P. L. 1976. Food relationships of a rodent fauna in a California coastal sage scrub community. *Journal of Mammalogy*; 57(2):300-319.
- Metcalf, C.R y L. Chalk. 1988. Anatomy of the dicotyledons. Oxford: Clarendon Press, pp 276.
- Milla-Gutiérrez, R. 2005. Fenología y variaciones estacionales de nutrientes en fanerófitos mediterráneos. *Ecosistemas*, 14(3):148-152.
- MODIS/NASA: imágenes de mapas obtenidas de: <http://modis.gsfc.nasa.gov/>
- Muñiz-Jauregui, A. M., D. F. Ramos Escudero, C. Alvarado-Ortiz, B. Castañeda-Castañeda. 2007. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenidos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Revista de la Sociedad Química de Perú*, 73(3):142-149.
- Muñoz, A. y R. Bonal. 2008. Seed choice by rodents: learning or inheritance? *Behavior Ecology and Sociobiology*, 62:913-922.

- Murie, O. J. 1946. Evaluating duplications in analysis of coyote scats. *Journal Wildlife Manage*, 10(3):275-276
- Norbury, G.L. y G. D. Sanson. 1992. Problems measuring diet selection of terrestrial mammalian herbivores. *Australian Journal of Ecology*, 17:1-7.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-Ecol-2001, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su conservación. Diario Oficial de la Nación 438:2-60
- Novoa, M. C., C. Monti y C. E. Vizcaíno. 2005. Anatomía y etnobotánica de cuatro especies de Labiateae de la provincia biogeográfica Pampeana, usadas en medicina popular. *Acta Farmacologica (Boraerense)*, 24(4):512-520.
- O'Connell, M. A. 1982. Population biology of North and South American grassland rodents: a comparative review. pp. 167-185 *En* M. A. Mares and H. H. Genoways (eds.), *Mammalian biology in South America*. Pymat, Symposium Ecology University, Pittsburg.
- OMS. 1967. Presentación de la rata. *Salud mundial revista de la OMS* (Abril)
- Pérez-Cortéz, S., B. Vera y C. Sánchez. 2003. Técnica de coloración útil en la interpretación anatómica de *Gracilariopsis tenuifrons* y *Gracilaria chilensis*(*Rhodophyta*). *Acta Botanica Venezuelana* 26(2):237-244.
- Pulido-García, L., O. Botella-Miralles y C. A. Borso Di Carminati. 2002. Estudio anatómico de cuatro especies de labiadas de la Provincia de Albacete. *Revista de Estudios Albacetenses*, 3:123-135.
- Reichman, O. J. y M. V. Price. 1993. Ecological aspects of heteromyd foraging. Pág. 539-574. *En*: Genoways, H. H. y J. H. Brown (eds.). *Biology of the Heteromidae*. Special Publication the American Society of Mammalogist, Publication 10.
- Romero-Almaraz, M. de la L., C. Sánchez-Hernández, C. García-Estrada. y R. D. Owen. 2007. Mamíferos pequeños: Manual de Técnicas de Captura, Preparación y Estudio. 2ed. Págs 201.

- Rozo-Mora, M. y A. Parrado-Rosselli. 2004. Dispersión primaria diurna de semillas de *Dacryodes chimantensis* y *Protium paniculatum* (Burseraceae) en un bosque de tierra firme de la Amazonia Colombiana. *Caldasia*, 26(1):111-124.
- Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski. 2001. Flora Fanerogámica del Valle de México. 2ª ed. CONABIO, Instituto de Ecología, A. C. México, 1406.
- Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski. 2005. Rosaceae. *Flora del Bajío y Regiones adyacentes*. Fascículo 135:1-163.
- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.432pp
- S.E.D.E.S.O.L. (Secretaría de Desarrollo Social). 1993. The Protected Natural Areas of México. México, D. F., 215 pp.
- S.E.D.U.E. (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología). 1983. Proyecto de programa de manejo del Parque Cultural y Recreativo Desierto de los Leones. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Subsecretaria de Ecología, Dirección General de Parques y Reservas y Áreas Ecológicas Protegidas. México, D. F.: 1-15.
- S.M.A. (Secretaría del Medio Ambiente). 2000. Departamento del Distrito Federal. Programa Áreas Naturales Protegidas del Distrito Federal. Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural. [http://www.sma.df.gob.mx/sma/corenader/areas\\_naturales](http://www.sma.df.gob.mx/sma/corenader/areas_naturales)
- Sandoval, E., A. Rojas L., C. Guzmán R., L. Carmona J., R. M. Ponce S., C. León G., C. Loyola B., M. A. Vallejo Z. y A. Medina A. 2005. Técnicas aplicadas al estudio de la anatomía vegetal. 1ra edición. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Cuadernos 38. Pp. 278.
- Shomita, M., S. P. Goyal, A. J. T. Johnsingh y M. R. P. Leite Pitman. 2004. The importance of rodents in the diet of jungle cat (*Felis chaus*), caracal (*Caracal caracal*) and golden jackal (*Canis aureus*) in sariska Tiger Reserve, Rajasthan, India. *Journal of Zoology*, 262:405-411.
- Silva, S. I. 2005. Posiciones tróficas de pequeños mamíferos en Chile: una revisión. *Revista Chilena de Historia Natural*, 78:589-599.

- Smartt, R. A: 1978. A Comparison of Ecological and Morphological Overlap in a *Peromyscus* Community. *Ecology*, 59(2):216-220.
- Stancampiano, A. J. y W. Caire. 1995. Food Habits of *Peromyscus* and *Reithrodontomys* in the Wichita Mountains Wildlife Refuge, Oklahoma. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Sciences*, 75:45-49.
- Stewart, D. R. M. 1967. Analysis of Plant Epidermis in Faeces: A Technique for Studying the Food Preferences of Grazing Herbivores. *The Journal of Applied Ecology*, 4(1):83-111.
- Storr, G.M.1961. Microscopic analysis of faeces, a technique for ascertaining the diet of herbivorous mammals. *Australian Journal Biology Science*, 14:157-162.
- TIMESAT, es propiedad intelectual de Per Jönsson, Malmö University, Sweden y Lars Eklundh, Lund University, Sweden.
- Triplehorn, C. A. N. F. Johnson y D. J. Borror, D. J. 2005. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. 7a edición. Thompson Brooks/Cole, New York U.S.A. Pp. 864
- USDA: <http://plants.usda.gov>
- Vargas-Márquez, F. 1984. Parques Nacionales de México y Reservas Equivalentes. Pasado, presente y futuro. Colección: Grandes Problemas Nacionales. Serie: Los Bosques de México. Instituto de Investigaciones Económicas. U.N.A.M. México, D. F. 266 pp.
- Vargas-Márquez, F. 1997. Parques Nacionales de México I. Aspectos físicos, sociales, legales, administrativos, recreativos, biológicos, culturales, situación actual y propuestas en torno a los parques nacionales de México. Instituto Nacional de Ecología (I.N.E.). Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Áreas Protegidas (SEMARNAP). 1a ed. México, D. F. 343 pp.
- Vázquez L. B., G. N. Cameron y R. A. Medellín. 1999-2000. Hábitos alimentario y Biología poblacional de dos especies de roedores en el occidente de México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 4:5-21

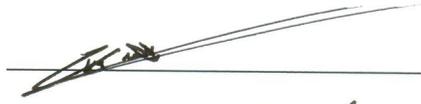
- Vázquez L. B., G. N. Cameron y R. A. Medellín. 2004. Characteristics of diet of *Peromyscus aztecus* and *Reithrodontomys fulvescens* in Montane Western Mexico. *Journal of Mammalogy*, 85(2):196-205.
- Villa, B. R. 1952. Mamíferos silvestres del Valle de México. *Anales del Instituto de Biología*. Universidad Autónoma de México, 23:269-492
- Villa, B. R. y Cervantes F. A. 2003. Los mamíferos de México. Grupo Editorial Iberoamericana. Instituto de biología UNAM. México. 140 pp.
- Villers-Ruiz, L., F. Rojas-García y P. Tenorio-Lezama. 2006. Guía Botánica del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala-Puebla. Centro de Ciencias de la Atmósfera e Instituto de Biología, UNAM. México pp.
- Virginia Hayssen (Index for Mammalian Species Systematic list)  
[www.science.smith.edu/departments/Biology/VHAYSEN/msi/default.html](http://www.science.smith.edu/departments/Biology/VHAYSEN/msi/default.html)
- Voth, E. H. y H. C. Black. 1973. A histologic technique for determining feeding habits of small herbivores. *The Journal of Wildlife Management*, 37(2):223-231.
- Westoby, M. 1978. What are the biological bases of varied diets? *American Naturalist* 112: 627-631
- Whitaker, Jr., J. O. 1966. Food of *Mus musculus*, *Peromyscus maniculatus bairdi*, and *Peromyscus leucopus* in Vigo Country, Indiana. *Journal of Mammalogy*, 47(3):473-486
- Williams, O. 1962. A technique for studying microtine food habits. *Journal of Mammalogy*, 43(3):365-368
- Williams, O. B. 1969. An Improved Technique for Identification of Plant in Herbivore Feces. *Journal of Range Management*, 22(1):51-52.
- Wolff, J. O., R. D. Dueser y K. S. Berry. 1985. Food habits of sympatric *Peromyscus leucopus* and *Peromyscus maniculatus*. *Journal of Mammalogy*, 66(4):795-798
- Zimmerman, E. G. 1965. A comparison of Habitats and Food of Two Species of *Microtus*. *Journal of Mammalogy*, 46(4):605-612.

El jurado designado por la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la  
Unidad Iztapalapa aprobó la tesis que presentó

**Biól. Xazmín Morales Medina**

El día 29 de Abril del 2010

**DIRECTORA:** Dra. A. Alondra Castro Campillo



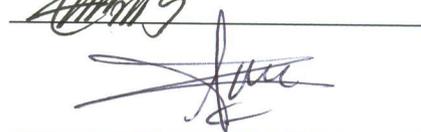
**ASESORA:** M. en C. María Eugenia Fraile Ortega



**ASESOR:** M. en C. Matías Martínez Coronel



**SINODAL:** Dr. Alberto Enrique Rojas Martínez



**SINODAL:** M. en C. Estela Sandoval Zapotitla

