



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Comparación de la abundancia de *Peromyscus gratus*  
(Rodentia: Muridae) en dos tipos de vegetación del Área  
Natural Protegida “Ecoguardas”, Ciudad de México  
(México)**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**BIÓLOGA**

**P R E S E N T A:**

**ALMA GUADALUPE ORTEGA MEDINA**



**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. ZENÓN CANO SANTANA**

**2018**

**CD.MX.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1. Datos del Alumno  
Ortega  
Medina  
Alma Guadalupe  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Biología
2. Datos del Tutor  
Dr.  
Zenón  
Cano  
Santana
3. Datos del Sinodal 1  
Dr.  
Fernando Alfredo  
Cervantes  
Reza
4. Datos del Sinodal 2  
M. en C.  
Iván Israel  
Castellanos  
Vargas
5. Datos del Sinodal 3  
Dr.  
Miguel Ángel  
Armella  
Villalpando
6. Datos del Sinodal 4  
M. en C.  
Yolanda  
Hortelano  
Moncada
7. Datos del trabajo escrito  
Comparación de la abundancia de *Peromyscus gratus* (Rodentia: Muridae) en dos tipos de vegetación del Área Natural Protegida “Ecoguardas”, Ciudad de México (México)  
53 p.  
2018

## CONTENIDO

	Resumen.....	5
I.	Introducción.....	6
	1.1 Factores que afectan la abundancia de los roedores.....	6
	1.2 La relación entre la vegetación y los roedores.....	6
	1.2.1 Efecto de los roedores sobre la vegetación.....	6
	1.2.2 Efecto de la vegetación sobre las poblaciones y comunidades de roedores.....	7
	1.3 Distribución de las especies y variables del hábitat.....	8
	1.4 Justificación.....	9
II.	Objetivos y predicciones.....	10
III.	Métodos.....	11
	3.1 Sitio de estudio.....	11
	3.2 Especie de estudio.....	12
	3.3 Selección de sitios.....	12
	3.4 Efecto del cebo.....	13
	3.5 Muestreo.....	14
	3.6 Toma de datos.....	14
	3.7 Temperatura y humedad diurnos.....	15
	3.8 Heterogeneidad topográfica.....	15
	3.9 Análisis estadístico.....	16
IV.	Resultados.....	18
	4.1 Efecto del cebo.....	18
	4.2 Densidad poblacional.....	18
	4.3 Tamaño corporal.....	19
	4.4 Heterogeneidad topográfica.....	22
	4.5 Diferencias microclimáticas.....	22
	4.5.1 Temperatura.....	22
	4.5.2 Humedad relativa.....	23
V.	Discusión.....	24

5.1 Diversidad de roedores y estado de conservación.....	24
5.2 Abundancia diferencial entre tipos de vegetación.....	24
5.3 Variación estacional.....	26
5.4 Densidad.....	27
5.5 Efecto del cebo.....	28
5.6 Variación del tamaño corporal.....	29
5.7 Recomendaciones.....	30
5.8 Conclusiones.....	31
Agradecimiento.....	32
Literatura citada.....	34
Apendice I.....	43
Apendice II.....	44

Ortega, A. 2018. Comparación de la abundancia de *Peromyscus gratus* (Rodentia: Muridae) en dos tipos de vegetación del Área Natural Protegida “Ecoguardas”, Ciudad de México (México). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 53 pp.

## RESUMEN

Existe una estrecha relación entre la vegetación y los pequeños mamíferos. Los roedores, por ejemplo, alteran la composición florística y modifican la estructura de las plantas, en tanto que el tamaño, la forma y disposición espacial de la vegetación puede afectar la dinámica y la abundancia de sus poblaciones debido a que éstos son sensibles a los rasgos ambientales y a la calidad del hábitat, lo que conlleva que los roedores hagan un uso diferencial de las comunidades vegetales que componen un paisaje.

Los objetivos de este trabajo fueron evaluar las diferencias en la abundancia del ratón piñonero *Peromyscus gratus* en dos tipos de vegetación (matorral xerófilo y bosque de encino) del Área Natural Protegida “Ecoguardas”, Tlalpan, Ciudad de México, así como conocer las diferencias en la heterogeneidad topográfica y los niveles de temperatura y humedad relativa entre los dos tipos de vegetación. Por otra parte, se buscó el cebo más efectivo para la captura de esta especie de roedor. Para ello, se hicieron dos muestreos de roedores con trampas Sherman en dos periodos: abril y mayo, que correspondió a la temporada de secas, agosto y septiembre, que se ubica en la temporada de lluvias. Esto se realizó en diez parcelas de estudio, cinco localizadas en el matorral xerófilo y cinco en el bosque de encino, de modo que se capturó a los roedores de manera pareada en el tiempo. A los ratones capturados se les tomaron medidas morfométricas y en cada parcela se registró la temperatura y humedad relativa, así como su heterogeneidad topográfica. El cebo con el que se logró capturar a los ratones fue una mezcla de pan + mermelada + avena. En el matorral xerófilo se registró la mayor densidad de ratones de esta especie ( $6.85 \pm e.e. 2.00$  ind/ha) que en comparación con el bosque de encino ( $4.44 \pm 1.23$  ind/ha), y durante el mes de mayo hubo mayor densidad ( $9.0 \pm 2.1$  ind/ha) que en agosto ( $5.3 \pm 1.1$  ind/ha) y septiembre ( $1.7 \pm 0.7$  ind/ha). La densidad registrada en abril ( $7.2 \pm 5.3$  ind/ha) no difirió con la encontrada en el resto de los meses. La temporada de colecta tuvo un efecto significativo sobre las medidas de longitud total, longitud de la cabeza y longitud del cuerpo y esta especie presenta la cabeza más grande en el matorral xerófilo. No hubo diferencias en tamaño corporal entre sexos. En el matorral xerófilo, en general, se registra mayor temperatura, mientras que en el bosque de encino la humedad relativa es en general más alta que en matorral. Se encontró que la topografía en los sitios de matorral xerófilo ( $2.183 \pm 0.010$ ) fue significativamente más alta que en el bosque de encino ( $2.045 \pm 0.014$ ), lo cual explica la mayor abundancia en el matorral dado que ofrece una mayor cantidad de refugios, aunque no se descarta que el matorral ofrezca alimentos más adecuados a los ratones piñoneros.

**Palabras clave:** bosque de encino, matorral xerófilo, roedor, vegetación.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Factores que afectan la abundancia de los roedores

Los roedores son pequeños mamíferos, cuyo tamaño varía entre los 6 cm de longitud y 5 g de peso que registra el ratón pigmeo africano (*Mus minutoides*), hasta 130 cm y 6000 g que registra el capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) (Tzab y Macswiney, 2014). El carácter más distintivo de los roedores son sus incisivos con crecimiento continuo y la carencia de caninos (Ceballos, 2005). Son cosmopolitas y sus hábitos alimentarios son variados, pues hay especies herbívoras, frugívoras, insectívoras, omnívoras y carnívoras (Riechers y Yorleni de la Cruz, 2012). Desempeñan roles muy importantes en los ecosistemas terrestres dado que son dispersores de semillas y de esporas de líquenes (Pearce y Venier, 2005), consumidores primarios (Paine y Bec, 2007) y presas de diferentes tipos de animales, como serpientes, mamíferos y aves (Andersson y Erlinge, 1977; Aragón *et al.*, 2002; Cockle y Richardson, 2003).

Hay varias especies de roedores que tienen altas tasas de natalidad y sobreviven en zonas perturbadas (Tzab y Macswiney, 2014) por lo que no suelen presentar problemas de conservación (Ceballos, 2005). Por otra parte, constituyen un buen sistema para probar distintos aspectos ecológicos (Tzab y Macswiney, 2014) y suelen ser buenos indicadores del nivel de conservación de un hábitat (Garmendia, 2009).

A nivel mundial, los roedores representan cerca del 42 % de los mamíferos con 2,277 especies (Wilson y Reeder, 2005), mientras que en México hay aproximadamente 240 especies agrupadas en ocho familias (Ceballos, 2005).

### 1.2 La relación entre la vegetación y los roedores

*1.2.1 Efecto de los roedores sobre la vegetación.* Existe una estrecha relación entre el tipo de vegetación y los roedores. Se sabe, por ejemplo, que la remoción de tejidos vegetales por parte de los roedores puede estimular la producción vegetal, alterar la composición florística y modificar la estructura de las comunidades de plantas (Ceballos y Galindo, 1984). Los roedores poseen estrechas asociaciones con las especies vegetales del lugar que habitan y ejercen influencia sobre los ecosistemas terrestres debido a su abundancia y diversidad taxonómica (Hafner *et al.*, 1998).

La depredación y remoción de semillas llevada a cabo por los animales en los ecosistemas es de gran importancia en algunos procesos. Por ejemplo, los roedores juegan un papel muy preponderante en la depredación de semillas en bosques y, si esta depredación es intensa, puede afectar el grado, la composición y la invasión de árboles dentro de un hábitat (Flores, 2005; Gill y Marks, 1991).

1.2.2 Efecto de la vegetación sobre las poblaciones y comunidades de roedores. La observación directa y el registro constante de cambios que puedan presentarse en la vegetación permiten determinar la dinámica poblacional de los roedores, lo cual ofrece información sobre su ecología e historia de vida y nos da a conocer si éstos son organismos que representan una plaga o si dada su biología son importantes transmisores de enfermedades (Hafner *et al.*, 1998).

Por otra parte, el tamaño, la forma y disposición espacial de la vegetación puede afectar la dinámica poblacional y la abundancia, así como la diversidad de las comunidades de roedores (Roff, 1974; Paine y Levin, 1981). Un factor que determina esta estrecha relación es que los roedores son sensibles a los rasgos ambientales y a la calidad del hábitat, lo que conlleva que estos hagan un uso diferencial de las comunidades vegetales que componen un paisaje (Hernández *et al.*, 2005).

Las características de los sitios, como lo son la complejidad estructural de la comunidad vegetal, las lluvias y la productividad primaria afectan la diversidad de especies, mientras que la densidad de roedores se relaciona con la estacionalidad y la disponibilidad de recursos (Aragón, 2011). Las características del hábitat y la heterogeneidad del paisaje afectan, por su parte, el comportamiento, la reproducción, la alimentación y el desplazamiento (August, 1983). De hecho, Arita (1993) discute que los mamíferos no voladores dependen más de la heterogeneidad de los bosques que de los factores climáticos.

En el delta de Paraná, Argentina la distribución de los roedores está estrechamente influida por la vegetación, pues las ratas *Akodon azarae* y *Oxymycterus rutilans* tienen una preferencia marcada por hábitats con alta cobertura herbácea (Bonaventura *et al.*, 1991). Por otra parte, en Uruguay *Scapteromys timidus* prefiere llevar a cabo sus actividades en vegetación que tenga una altura de más de 50 cm (Cueto *et al.*, 1995), en tanto que *Oligoryzomys delticola* prefiere hábitats boscosos y arbustivos (Barlow, 1969; Langguth, 1963). Esta distribución diferencial parece responder a la disponibilidad de alimento y a las condiciones del hábitat (Suárez y Bonaventura, 2001). Asimismo, en un estudio realizado en bosques del norte de México se reporta que la riqueza, la cobertura vegetal y las características del suelo se correlacionan positivamente con la diversidad de roedores (Cuautle, 2007).

Dentro de los bosques, los árboles de gran altura brindan sombra, lo cual puede determinar cambios en la luz, temperatura y humedad provista bajo sus copas (Morera *et al.*, 2010) y estos cambios, a su vez, pueden afectar a los roedores.

Estas características microclimáticas que proporcionan los árboles pueden favorecer la presencia de ciertas especies de roedores, ya que estos se ven favorecidos principalmente por el alimento (cantidad necesaria de semillas) y refugio (túneles y madrigueras) (Janzen, 1971; Greenwood, 1985).

Los matorrales, por su parte, se componen de varias especies vegetales con diferentes formas de crecimiento: arbustos, cactáceas, suculentas y espinosas, entre otras (Zamora, 2013). A su vez, la topografía y las características edafológicas de los ambientes



áridos como lo son los matorrales propicia una gran gama de comunidades vegetales (Muñoz-Pedrerros *et al.*, 2010), por lo que estas características permiten albergar una fauna diversa (González-Romero, 1995).

En matorrales y pastizales de Querétaro, México los roedores de los géneros *Peromyscus*, *Baiomys*, *Reithrodontomys* y *Neotoma* están muy bien representados, y habitan en una amplia variedad de sustratos, comúnmente en suelos rocosos y con alta densidad de cactáceas, suculentas y arbustos (Álvarez y Álvarez-Castañeda, 1991; Hope y Parmenter, 2007).

Por otra parte, en un estudio realizado por Álvarez y Álvarez-Castañeda (1991) en El Cedral, San Luis Potosí se encontró que existe una asociación específica entre los roedores y siete tipos de vegetación. *Onychomys torridus*, por su parte, está presente donde la gobernadora y el mezquite son abundantes, mientras *Sigmodon hispidus* prefiere vegetación alterada, en tanto que *Neotoma albigula* y *Dipodomys ordii* no tienen preferencias, pero *Neotoma goldmani* se le encuentra más en el matorral rosetófilo. La especie del género *Perognathus* prefieren áreas donde la gobernadora, *Larrea tridentata*, es escasa, en tanto que *Peromyscus eremicus*, *P. maniculatus*, *P. melanophrys*, *P. pectoralis*, y *Reithrodontomys fulvescens* no tienen ninguna afinidad por tipo de vegetación, pues se encuentran en los siete tipos

### **1.3 Distribución de las especies y variables del hábitat**

La selección del hábitat no se da de manera aleatoria, pues los organismos muestran cierto tipo de relación con características del ambiente, y esto suele afectar la abundancia de las poblaciones (Begon *et al.*, 1996). Todos los organismos terrestres, incluyendo los roedores, seleccionan su hábitat en función de las características del ambiente, por lo cual consideran la temperatura, la humedad, la cantidad e intensidad de luz, la disponibilidad de agua, la cobertura vegetal, la pendiente del terreno y la pedregosidad, entre otras variables (Patton, 1992). Del mismo modo, la cantidad y calidad del alimento, así como la densidad poblacional de los roedores limita el área de actividad de éstos (Hernández-Betancourt, 2003; Sánchez-Cordero y Canela-Rojo, 1991). Mendoza (2002) discute que algunas especies de ratones tienen preferencia por diferentes tipos de hábitat y sus dinámicas poblacionales responden a la disponibilidad de alimento.

Las poblaciones de roedores cambian con el tiempo de un lugar a otro y hay una interacción con su ambiente (Polop *et al.*, 2003). Por ejemplo, los estudios de las comunidades de roedores en zonas áridas así como en regiones templadas muestran la relación de los roedores con la disponibilidad de recursos, siendo el alimento el más importante, aunque también interviene la competencia y la conducta de los organismos (Hernández *et al.*, 2005), la cual puede determinar su reproducción, su alimentación y su desplazamiento (August, 1983; Cuatle, 2007).

Otros factores que afectan la abundancia de una población son los eventos históricos de la especie, los rasgos del ambiente actual, los procesos evolutivos (Brown, 1984), la geomorfología y el clima (Chávez, 1993).

#### 1.4 Justificación

El Área Natural Protegida (ANP), denominada Zona de Conservación Ecológica, Parque Ecoguardas, localizada al suroeste de la zona urbana de la Ciudad de México, en la Delegación Tlalpan (GODF, 2006) protege biota silvestre representativa de la Cuenca del Valle de México, y alberga dos tipos de vegetación: matorral xerófilo y bosque de encino (GODF, 2006). Lamentablemente, no existen registros publicados de los roedores del Parque Ecoguardas por lo cual no se ha realizado estudios sobre la abundancia de *Peromyscus gratus*. Asimismo, no se sabe cómo afecta el tipo de vegetación a su distribución y abundancia.

Para capturar roedores se utilizan trampas Sherman con distintos tipos de cebos, y el más utilizado es la avena con hojuelas, una mezcla de crema de cacahuete con avena, extracto de vainilla, o semillas de trigo o girasol (Romero-Almaraz *et al.*, 2000). Son numerosos los tipos de alimento usados para capturar roedores, hay diferentes preparados comerciales, señuelos artificiales y esencias siendo el más utilizado la avena en hojuelas, pero también suele usarse mezcla de avena y plátano, avena y crema de cacahuete, plátano, crema de cacahuete, extracto de vainilla, semillas de trigo, semillas de girasol o maíz molido (Romero-Almaraz *et al.*, 2000). Para los roedores arborícolas se usa una mezcla de avena, plátano y vainilla, mientras que para los roedores terrestres las hojuelas de avena son ideales (Romero-Almaraz *et al.*, 2000). Se ha mencionado que el éxito de trampeo para captura animales depende del tipo de cebo (González-Romero, 2012), por lo que se considera importante que se reportaran las diferencias en eficiencia que tienen distintos cebos para distintas especies de roedores.

## II. OBJETIVOS Y PREDICCIONES

El objetivo general de esta tesis es conocer las diferencias en la abundancia del ratón piñonero *Peromyscus gratus* en los dos tipos de vegetación (matorral xerófilo y bosque de encino) que tiene el Parque Ecoguardas. Los objetivos particulares son los siguientes:

1. Comparar el microclima entre los dos tipos de vegetación, en términos de temperatura y humedad relativa para entender si las diferencias entre sitios ayudan a explicar su papel sobre los tamaños poblacionales de ratones piñoneros.
2. Comparar si los diferentes tipos de cebos contribuyen a la captura de ratones de esta población.
3. Comparar el tamaño corporal de *P. gratus* entre tipos de vegetación y entre fechas.
4. Analizar la heterogeneidad topográfica del sustrato en ambos tipos de vegetación.

Las predicciones biológicas que se abordan en esta tesis se enlistan a continuación:

- (1) El ratón piñonero será más abundante en aquellas partes que presenten vegetación de matorral xerófilo y derrames lávicos con ambientes rocosos, tal como sugiere Chávez (2005).
- (2) La población de *Peromyscus gratus* que habita este sitio guardará preferencia por un tipo de cebo particular.
- (3) La temperatura y la humedad relativa serán distintos entre los dos tipos de vegetación (Geiger, 1950; Richards, 1952; Uribe de Camargo, 1981; Yoshino, 1975).
- (4) El tamaño corporal de los ratones serán diferentes en el matorral xerófilo y el bosque de encino en función del mes de muestreo.
- (5) La topografía del sustrato será diferente entre tipos de vegetación, pues la topografía suele afectar el tipo de vegetación que se asienta en un lugar (Cano-Santana, 1994a, b).

### III. MÉTODOS

#### 3.1 Sitio de estudio

Este estudio se llevó a cabo en el ANP Parque Ecoguardas (132 ha, 19° 16'18" norte, 99° 11'55" oeste, 2420-2600 m s.n.m). Se encuentra en la Serranía del Ajusco Medio (SEDEMA, 2012) y su mayor superficie se ubica dentro del Pedregal de San Ángel en campo de basalto cuyo origen se remonta al año 330 d.n.e por el derrame de lava del volcán Xitle (Siebe, 2000). Su clima es templado-semifrío, con una temperatura media anual oscila entre los 9° C y 11°C y la precipitación anual es de 1200 mm (Martínez-Romero, 1997), la cual se distribuye diferencialmente en el año, de modo que se presenta una estacionalidad marcada con la temporada de seca de noviembre a mayo y temporada de lluvia de junio a octubre (Martínez-Romero, 1997).

Su sustrato es muy heterogéneo y accidentado, rasgo que es determinado por la solidificación de lava y la formación de roca ígnea basáltica durante el derrame volcánico, ya que su superficie presenta oquedades y grietas de profundidad (Diego, 1970), así como cuevas y hondonadas que ofrecen a los organismos diferentes microambientes (Álvarez *et al.*, 1982).

Se observan dos tipos de vegetación en el área: matorral xerófilo y bosque de encino. En el matorral xerófilo, el palo loco (*Pittocaulon* [ex *Senecio*] *praecox* [Cav.] H. Rob. y R.D. Brettell) es el elemento más notorio, aunque también son frecuentes plantas de las familias Asteraceae, Leguminosae y Cactaceae (Zamudio *et al.*, 1992; Rzedowski, 2006), mientras que en el bosque domina *Quercus rugosa*, aunque también hay elementos de *Q. crassipes* y *Q. laeta* (Rzedowski, 1954).

El sitio protege una biota silvestre representativa del Pedregal de San Ángel, y alberga 239 especies vegetales (11 de las cuales están bajo categorías especiales de protección) y 139 especies de vertebrados, 15 de las cuales se encuentran consideradas como especies bajo categorías de especies de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, e incluyen, por ejemplo pájaros carpinteros y cacomixtles (GODF, 2006).

La Ciudad de México (denominación actual con la que se describe el territorio urbano, rural y natural de lo que hasta 2015 fuera el Distrito Federal; DOF, 2016) aún cuenta con zonas importantes que provee de servicios ambientales, como es el caso del Parque Ecoguardas. Entre los servicios ecosistémicos que este sitio ofrece se encuentran los de provisión (especies alimenticias, medicinales, ornamentales, recursos genéticos, maderables y no maderables y combustible), los de regulación (cantidad y calidad del agua, captación de agua e infiltración para la recarga del acuífero, polinización, producción de oxígeno y captura de bióxido de carbono), los de soporte (barrera contra el viento, polvo y ruido, producción primaria, ciclaje de nutrientes y descomposición, flujo de energía y cadenas tróficas) y los culturales (aprovisionamiento de un espacio proporcionado para la

investigación científica, la educación ambiental, la recreación, la belleza escénica y la herencia cultural) (GODF, 2006; Nava *et al.*, 2009; Castillo *et al.*, 2016). Este sitio es utilizado para realizar visitas guiadas e impartir talleres sobre huertos urbanos, uso racional de agua, ecotecnias, biodiversidad, cambio climático y energías alternativas. (E. Ramírez y A. Ocampo, com. perss.; SEDEMA, 2016).

### 3.2 Especie de estudio

*Peromyscus gratus* Merriam, 1898 (Rodentia: Muridae), según Chávez (2005), es un ratón mediano de 20-30 g, cuya coloración puede ser de color gris mezclado con amarillento, sobre fondo gris, ocre mezclado ligeramente con pardo sobre fondo gris o bien pardo mezclado levemente con ocre sobre fondo gris. Presenta una línea lateral de color ante y tanto las patas como el vientre son de color blanco. La cola es bicolor, parda arriba y blanquecina debajo, y tiene grandes orejas (Figura 1). Se localiza en altitudes de 1710 a 2700 m en matorrales áridos, bosques húmedos, bosque de pino-encino, derrames lávicos, valles abiertos y terrenos de cultivo. Sus madrigueras las hace en las fisuras de las rocas y tiene grandes habilidades semiarborícolas.

Su época reproductiva es de mayo a diciembre, pero con mayor frecuencia en la temporada de lluvias (Chávez, 2005). El periodo de gestación es de 25 a 27 días y suelen tener tres crías (Chávez, 2005). Son destetados entre los 21 y 28 días y a los 50 días ya son sexualmente maduros (Chávez, 2005). Es omnívoro; su alimentación consiste en materia vegetal verde, hierbas de *Erodium* sp (Meserve, 1976), bellotas de *Quercus* sp y frutos secos (Wolff *et al.*, 1985), tejidos de *Distichlis spicata* y *Suaeda torreyana* (Matamoros-Trejo y Cervantes, 1992), semillas y hongos y puede llegar a consumir insectos y otros invertebrados (Chávez, 2005). Se distribuye desde Nuevo México en los Estados Unidos hasta el centro y sur de México y habita las partes altas del Altiplano Mexicano y el Eje Neovolcánico, y debido a su amplio rango de distribución, no enfrenta problemas de conservación (Chávez, 2005).

### 3.3 Selección de sitios

Se hizo un muestreo estratificado no aleatorio seleccionando cinco parcelas de 60 × 50 m en matorral xerófilo y cinco del mismo tamaño en el bosque de encino. La selección de parcelas no fue aleatoria por cuestiones de seguridad, pues se evitaron las zonas con actividad de jaurías de perros ferales o de personas no autorizadas que pudiesen robar las trampas colocadas en el campo.

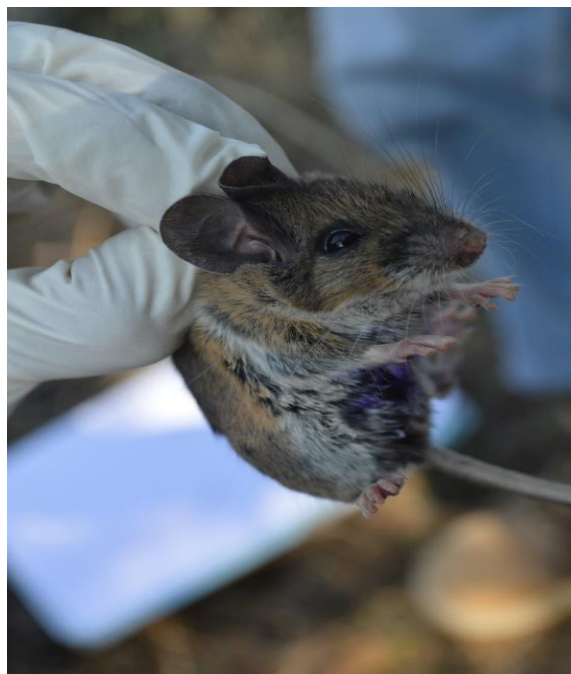


Figura 1. *Peromyscus gratus* (ratón piñonero) en el Parque Ecoguardas. Foto: Alma Ortega.

### 3.4 Efecto del cebo

Para determinar el cebo más efectivo para el muestreo, se probaron cinco mezclas de manera simultánea en el matorral y el bosque:

1. Avena + crema + vainilla. Se preparó con 40 g de avena (QUAKER 3 minutos®; México, D.F.), una cucharada de crema de cacahuate (SKIPPY®; EE.UU.) y de tres a cuatro gotas de esencia de vainilla (La Anita®, Mérida, Yucatán).
2. Avena + alimento + vainilla. Se preparó con 25 g de avena, tres a cuatro gotas de esencia de vainilla y 2 g alimento para cuyo y hámster (ABENE®; Ciudad de México).
3. Cacahuates. 2.5 g de semillas de cacahuates (*Arachis hypogae*, Linneo) sin cáscara.
4. Girasol. 2 g de semillas de *Helianthus annuus* Linneo, con cáscara.
5. Pan + mermelada +avena. 1/9 de pan integral (Bimbo®, Ciudad de México), 0.9 g de mermelada (McCormick®; México, D.F.) y 1.5 g de avena.

En cada parcela seleccionada se colocaron durante dos noches 20 trampas Sherman, separadas entre sí por una distancia entre trampas de 10 m, con una disposición de cuatro filas por cinco columnas, cuya área abarcaba 1200 m<sup>2</sup>, pero con un área de influencia de 3000 m<sup>2</sup>, tomando en consideración que una trampa tiene un área de influencia de 10 m (Muñoz-Pedrerros, 1992; Pacheco *et al.*, 2013).

### 3.5 Muestreo

Para conocer las diferencias en la abundancia del ratón piñonero entre los dos tipos de vegetación se hicieron cuatro muestreos: dos durante la temporada de secas (abril y mayo de 2015) y dos en la de lluvias (agosto y septiembre de 2015). En cada parcela se colocaron durante dos noches 20 trampas Sherman de  $7.5 \times 7.5 \times 25$  cm separadas entre sí por una distancia entre trampas de 10 m, con una disposición de cuatro filas por cinco columnas, con un área de influencia de  $3,000 \text{ m}^2$ . Las trampas se cebaron con pan+mermelada+avena, que fue el que resultó ser el más efectivo. El muestreo se hizo de tal manera que un sitio de cada tipo de vegetación fuera muestreado de manera pareada, de modo que 40 trampas eran utilizadas en cada día de trapeo. En el muestreo de abril solamente se logró tener el registro de tres pares de parcelas.

Las trampas se activaron por la tarde, antes del ocaso y se revisaron al día siguiente al amanecer. El trapeo se realizaba durante la fase de luna nueva y cuarto menguante, ya que los roedores presentan una mayor actividad durante las noches más oscuras, tal vez debido a que en las noches iluminadas éstos pueden ser vistos más fácilmente por sus depredadores (Artavia *et al.*, 2011).

### 3.6 Toma de datos

Se utilizó la técnica de captura-marcaje-recaptura (Pielou, 1974; Krebs, 1999; White *et al.*, 1982). Los roedores capturados fueron marcados con violeta de genciana en el tórax, y fueron liberados en el mismo lugar de captura.

Con el fin de conocer las diferencias en el tamaño corporal de los ratones provenientes de los dos tipos de vegetación y en distintas fechas a los ratones capturados se les tomaron las siguientes medidas somáticas, de acuerdo con Hall (1981) y Villalobos-Chaves *et al.* (2016) (ver Figura 2): 1) peso, 2) sexo, 3) longitud total (desde la punta de la nariz hasta la punta de la cola), 4) longitud de la cabeza (de la punta de la nariz hasta el cráneo), 5) longitud del cuerpo (o cabeza-cuerpo; de la punta de la nariz hasta la base de la cola), 6) longitud de la cola, 7) longitud de la oreja (desde la muesca de la oreja hasta la punta de la misma), y 8) longitud de la pata trasera (desde su base hasta la parte distal de la uña del dedo más largo). La especie de los animales capturados se determinó con la ayuda de Cuauhtémoc Chávez y Guillermo Gil, expertos en mamíferos.

Un ejemplar encontrado muerto en el campo fue llevado a la Colección de Mamíferos del Museo de Zoología Alfonso L. Herrera de la Facultad de Ciencias para su identificación y depósito.

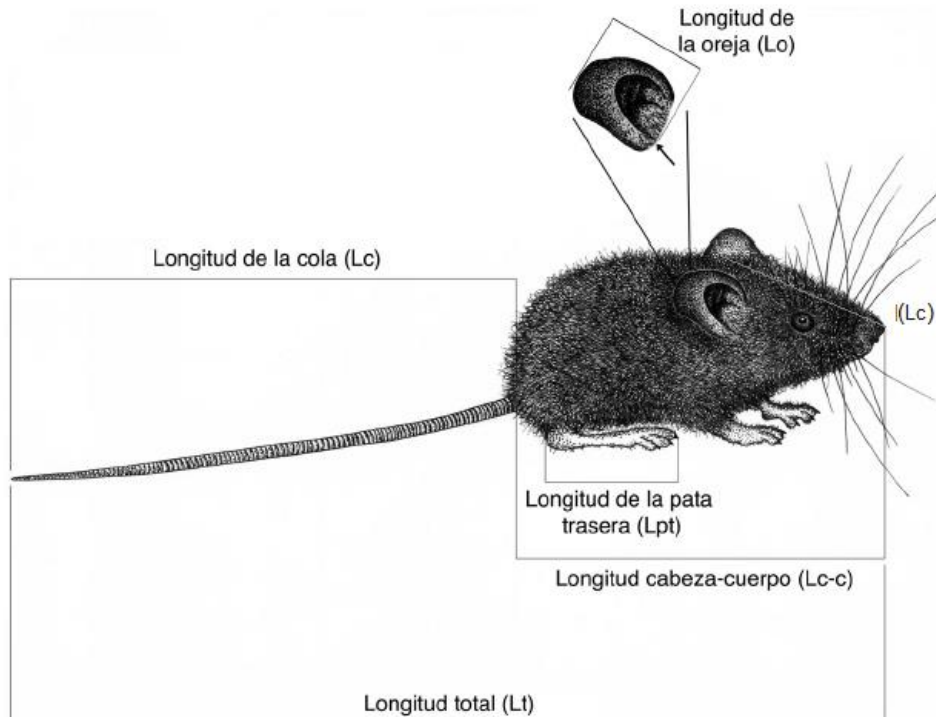


Figura 2. Medidas de la morfología general de un roedores utilizadas para su identificación. Lo: Longitud de la oreja. Lc: Longitud de la cabeza. LC: longitud de la cola. Lpt: Longitud de la pata trasera. Lc-c: Longitud cabeza-cuerpo. Y Lt: Longitud total. Imagen tomada de Villalobos-Chaves *et al.* (2016).

### 3.7 Temperatura y humedad diurnos

Durante los meses de abril, agosto y septiembre de 2015 se colocaron dos sensores de temperatura y humedad relativa (HOBO onset mod. Pro v2 U23-001; Bourne, Massachusetts, EE.UU.), uno en una parcela de matorral xerófilo y otro en el bosque de encinos a la sombra y a una altura aproximada de 1-1.60 m, los cuales se programaron para registrar dichas variables cada 15 min. Los sensores se movieron a los cinco pares de sitios cada 48 h de modo que se integraban los datos de variación entre los distintos sitios, excepto en abril que se movieron solamente a tres pares de sitios. En mayo no se registraron lecturas debido a que uno de los sensores fue sustraído ilegalmente.

### 3.8 Heterogeneidad topográfica

La heterogeneidad del terreno se midió seleccionando al azar cinco cuadros de 10 × 10 m dentro de cada parcela. A lo largo de la diagonal, se midió la heterogeneidad depositando una cadena de metal de 2m de largo con eslabones de 2 cm de largo × 1 cm de ancho.



Dado que la diagonal de cada cuadrado mediría 14.14 m si el terreno fuera completamente plano la heterogeneidad se midió como un cociente de la longitud que se obtiene de la cadena depositada a lo largo de ésta entre 14.14 m. De esta manera la heterogeneidad indica el número de veces que una línea sigue el perfil topográfico respecto a un terreno plano (que tendría un cociente de 1).

### 3.9 Análisis estadístico

Se calculó la abundancia de ratones ( $\check{N}$ ) con el estimador propuesto por Seber (1982) del índice de Lincoln-Petersen (Krebs, 1999)

$$\check{N} = \left[ \frac{(M + 1)(C + 1)}{R} + 1 \right] - 1$$

donde  $M$  es el número de individuos marcados el primer día,  $C$  es el número total de individuos capturados el segundo día y  $R$  es el número de individuos con marca (i.e., recapturados) en el segundo día.

Para calcular la densidad de ratones por hectárea (10,000m<sup>2</sup>) se utilizó la siguiente fórmula, considerando que la parcela utilizada tiene un área de 3,000 m<sup>2</sup>.

$$\frac{\text{Densidad}}{\text{ha}} = \frac{(\check{N})(10000)}{3000}$$

Para determinar el efecto del tipo de vegetación y el mes sobre la densidad del ratón piñonero *Peromyscus gratus* se llevó a cabo un análisis de varianza (ANDEVA) de dos vías.

Adicionalmente, se utilizó una prueba del signo (Zar, 2010) para comparar las densidades de ratones en cada par de parcelas muestreadas durante todo el programa de muestreo agrupando los datos obtenidos en los cuatro muestreos.

Para evaluar el efecto del mes de muestreo sobre las medidas de talla de los ratones piñoneros (peso, longitud total, longitud de la cabeza, longitud del cuerpo, longitud de la cola, longitud de la oreja, y longitud de la pata) se realizaron siete análisis de varianza de una vía (ANDEVA; uno por variable de respuesta)

Por otra parte, se realizaron pruebas de  $t$  de Student para ver el efecto del tipo de vegetación sobre las medidas de la talla de los ratones *P. gratus* (peso, longitud total, longitud de la cabeza, longitud del cuerpo, longitud de la cola, longitud de la oreja y longitud de la pata). También para determinar si existen diferencias entre sexos en las medidas promedio de talla de los ratones se aplicaron pruebas de  $t$  de Student, en tanto que para comparar la heterogeneidad del terreno entre tipos de vegetación se hizo un análisis de varianza de una vía.

Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el programa Statistica versión 8.0 (Stat Soft, 2007).

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Efecto del cebo

Se encontró que de los cinco cebos utilizados, la combinación de pan con mermelada y avena fue la única efectiva para lograr capturar a *P. gratus*. Con esta combinación se logró atrapar un ejemplar en el bosque la noche del 14 al 15 de abril, así como cuatro en el ejemplares en el matorral xerófilo un ejemplar en el bosque de encino y uno en la noche del 15 al 16 de ese mismo mes (Tabla 1).

Tabla 1. Número de especímenes de *P. gratus* capturados con cinco tipos de cebo en el Parque Ecoguardas, Tlalpan, Cd. Mx. Datos de abril de 2015.

Cebo	No ratones capturados		Fecha
	Matorral xerófilo	Bosque de encino	
Avena, crema de cacahuete y vainilla	0	0	Abr. 6-7
Avena, alimento para hámster y vainilla	0	0	Abr. 8-9
Cacahuates	0	0	Abr. 10-11
Semillas de girasol	0	0	Abr. 12-13
Pan, mermelada y avena	0	1	Abr. 14-15
Pan, mermelada y avena	4	1	Abr. 16-17

### 4.2 Densidad poblacional

Al comparar la variación de las densidades de *P. gratus* a lo largo del tiempo entre los dos tipos de vegetación (Figura 3), se observó que las parcelas de matorral registran mayor densidad de ratones que las de bosque de encino, y que durante los meses de mayo y agosto hubo una mayor densidad de ratones que en septiembre.

Al agrupar los datos de todas las fechas y eliminar las parejas de datos en los que se registra empate en su densidad entre tipos de vegetación (cuatro registros; ver Apéndice I), en 11 ocasiones la densidad fue más alta en matorral y en sólo tres en el bosque, lo que implica que la densidad de ratones fue significativamente más alta en el matorral que en el bosque, según la prueba del signo ( $P = 0.011$ ; bosque:  $1.16 \pm 0.40$  ind/ha intervalo: 0-7 ind/ha; matorral:  $2.17 \pm 0.63$  ind/ha, intervalo: 0-10.6 ind/ha;  $n = 14$  parejas no empatadas). Al incluir los datos de densidad de las parejas empatadas se tiene un densidad de ratones de  $6.85 \pm 2.00$  ind/ha en el matorral y  $4.44 \pm 1.23$  ind/h en el bosque.

Por otro lado, al agrupar los datos de los dos tipos de vegetación, se encuentra que efectivamente hay un efecto significativo del mes sobre la densidad de *P. gratus* (prueba de Kruskal-Wallis:  $H_{(3, N=36)} = 9.077$ ,  $P = 0.028$ ). Durante el mes de mayo hubo mayor densidad

( $9.0 \pm 2.1$  ind/ha) que en agosto ( $5.3 \pm 1.1$  ind/ha) y septiembre ( $1.7 \pm 0.7$  ind/ha) (Figura 4). La densidad registrada en abril ( $7.2 \pm 5.3$  ind/ha) no difirió con la encontrada en el resto de los meses.

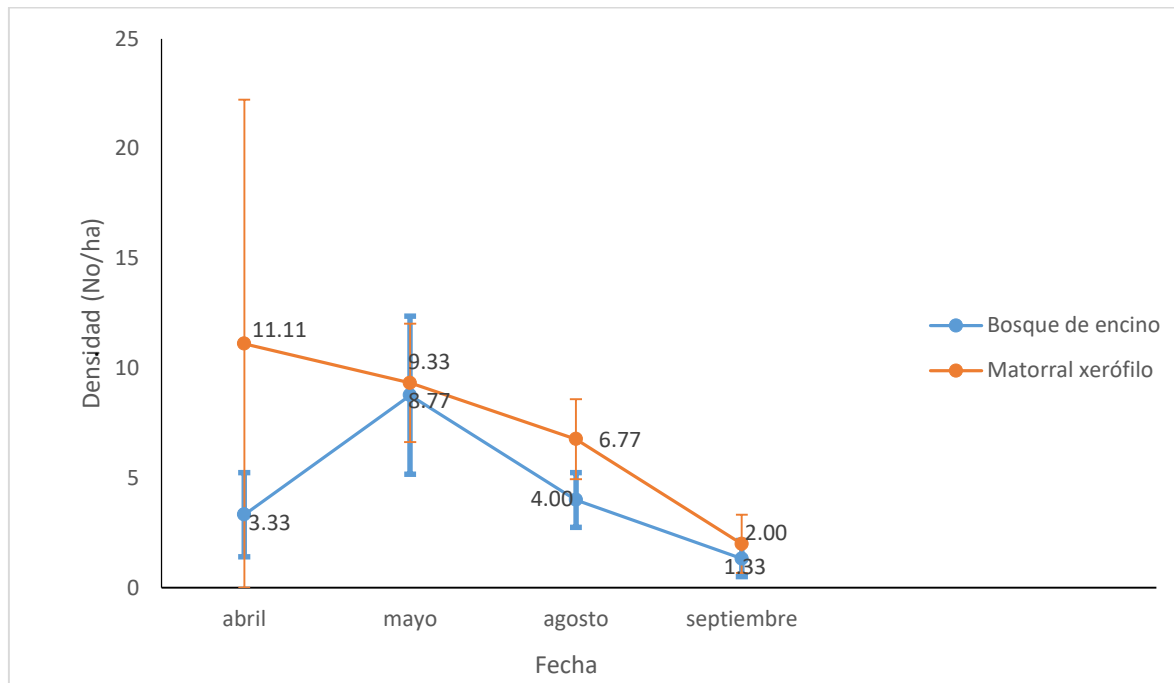


Figura 3. Variación temporal de las densidades poblacionales de *P. gratus* (No/ha  $\pm$  e.e.) en el bosque de encino y matorral xerófilo del Área Natural Protegida “Ecoguardas” durante 2015.

### 4.3 Tamaño corporal

Se encontró un efecto significativo del mes sobre la longitud total ( $F_{3,46} = 7.637$ ,  $P < 0.001$ ), la longitud de la cabeza ( $F_{3,46} = 9.796$ ,  $P < 0.001$ ) y sobre la longitud del cuerpo ( $F_{3,46} = 7.185$ ,  $P < 0.001$ ), pero no sobre el peso, la longitud de la cola, la longitud de las orejas y el tamaño de la pata de los ratones de esta especie (Tabla 2).

Los resultados muestran que la longitud total es más alta en agosto ( $175.7 \pm 3.0$  mm) y septiembre ( $169.1 \pm 2.8$  mm) que en abril ( $149.1 \pm 4.6$  mm) y mayo ( $162.3 \pm 3.4$  mm). La longitud de la cabeza, por su parte, fue significativamente más grande en abril ( $40.8 \pm 1.3$  mm) que en mayo, agosto y septiembre, en tanto que la longitud del cuerpo de los ratones sigue el siguiente patrón de tamaño: agosto > mayo = abril, agosto = septiembre > abril y septiembre = mayo (Tabla 2). El peso de los ratones varió de 25 a 45 g (promedio:  $32.4 \pm 1.3$ ), en tanto que la longitud de su cola varió de 63.6 a 102 mm (promedio:  $86.7 \pm 1.8$  mm), mientras que su pata midió entre 10.0 y 22.4 mm (promedio:  $19.1 \pm 0.4$  mm).

Al probar si había diferencias en la talla de los ratones entre tipos de vegetación se encontró que sólo hubo diferencias significativas en la longitud de la cabeza ( $P = 0.007$ ): los ratones del bosque registraron una cabeza más corta ( $34.4 \pm 0.8$  mm; intervalo: 30.0-39.2 mm) que los del matorral ( $36.6 \pm 0.9$  mm; intervalo: 27.0-49.0 mm) (Tabla 3).

No hubo diferencias significativas entre sexos en las medidas de talla en *P. gratus* (Tabla 4).

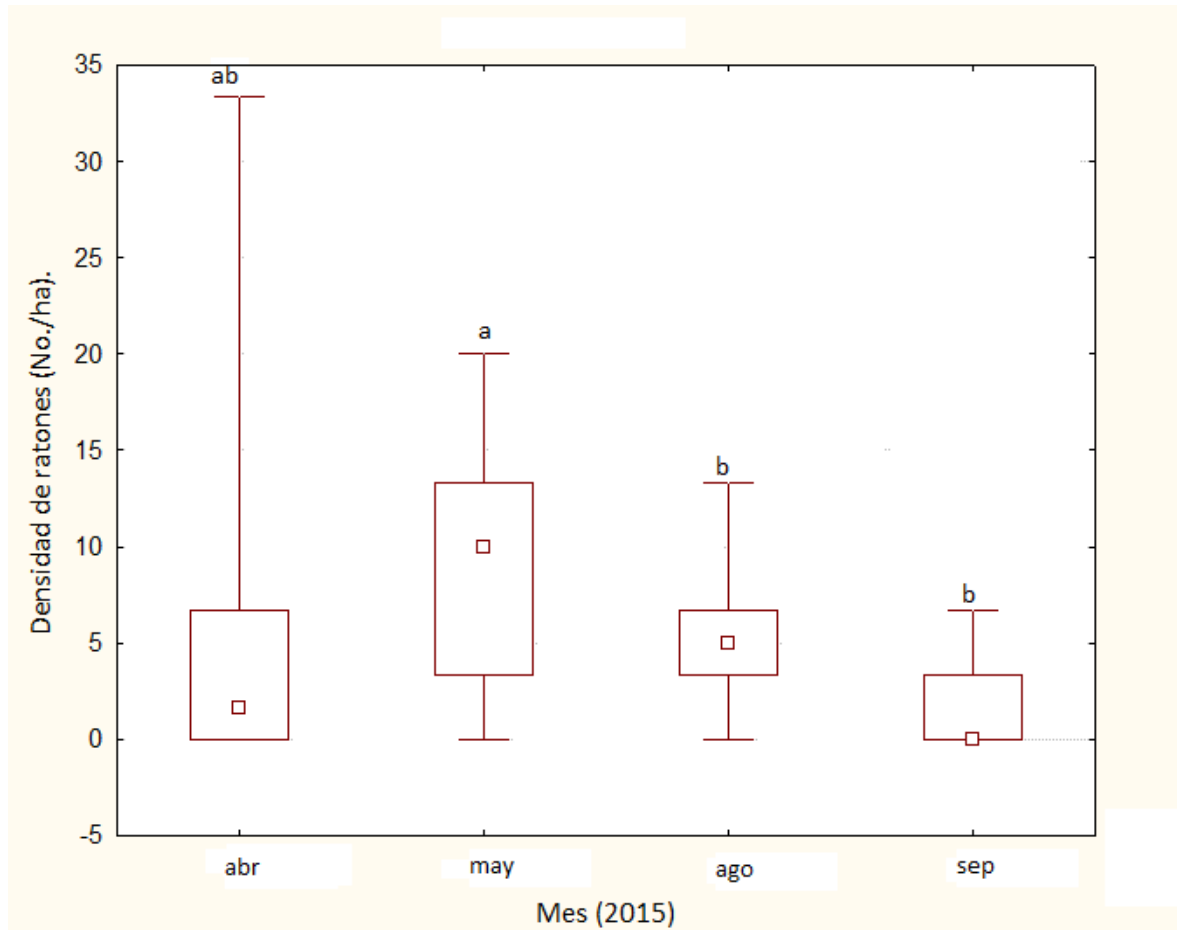


Figura 4. Variación temporal de las densidades poblacionales de *P. gratus* (No/ha) prueba en el Área Natural Protegida "Ecoguardas" durante 2015. Letras diferentes denotan diferencias significativas entre medianas con  $P < 0.05$  (prueba de comparación múltiple de rango).

Tabla 2. Resultados de los ANDEVAS de una vía para determinar el efecto del mes sobre las medidas de talla de los ratones *P. gratus* en el ANP Ecoguardas. Datos (promedio  $\pm$  e.e., intervalo entre paréntesis) de 2015 g.l = 3,46. Long. = Longitud. Letras diferentes denotan diferencias significativas con  $P < 0.05$  (prueba de Tukey). *N* denota el número de ejemplares.

Variable dependiente	<i>F</i>	<i>P</i>	abril	mayo	agosto	septiembre
Peso (g)	2.227	0.098	34.4 $\pm$ 1.6 <sup>a</sup> (28-45)	31.1 $\pm$ 0.9 <sup>a</sup> (26-38)	34.1 $\pm$ 1.4 <sup>a</sup> (25-43)	30.2 $\pm$ 1.4 <sup>a</sup> (27-35)
Long. total (mm)	7.637	<0.001	149.1 $\pm$ 4.6 <sup>b</sup> (125.8-175.2)	162.3 $\pm$ 3.4 <sup>b</sup> (117-188.3)	175.7 $\pm$ 3.0 <sup>a</sup> (152-194)	169.1 $\pm$ 2.8 <sup>a</sup> (160-175)
Long. cabeza (mm)	9.796	<0.001	40.8 $\pm$ 1.3 <sup>a</sup> (36.0-49.9)	35.6 $\pm$ 0.9 <sup>b</sup> (27.0-44.0)	34.3 $\pm$ 0.7 <sup>b</sup> (30.0-39.0)	30.8 $\pm$ 1.4 <sup>b</sup> (27.0-35.0)
Long. cuerpo (mm)	7.185	<0.001	67.0 $\pm$ 1.4 <sup>c</sup> (57.1-73.2)	73.7 $\pm$ 3.1 <sup>b-c</sup> (27-88.6)	86.2 $\pm$ 2.1 <sup>a</sup> (67.7-95.6)	83.1 $\pm$ 4.3 <sup>a-b</sup> (68-92)
Long. cola (mm)	1.692	0.182	82.0 $\pm$ 3.7 <sup>a</sup> (68-102)	89.0 $\pm$ 1.9 <sup>a</sup> (68.9-100.28)	90.0 $\pm$ 2.6 <sup>a</sup> (63.6-102)	85.8 $\pm$ 2.2 <sup>a</sup> (80-92)
Long. orejas (mm)	1.889	0.144	14.6 $\pm$ 0.7 <sup>a</sup> (11.3-17.5)	16.2 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup> (12.0-19.0)	15.1 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup> (12.4-19.7)	15.7 $\pm$ 2.0 <sup>a</sup> (15.0-16.0)
Long. pata (mm)	0.981	0.410	17.9 $\pm$ 1.1 <sup>a</sup> (10.0-22.0)	19.5 $\pm$ 0.6 <sup>a</sup> (12.0-22.4)	19.3 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup> (17.2-22.4)	19.7 $\pm$ 0.3 <sup>a</sup> (19.0-20.3)
n			10	21	14	5

Tabla 3. Resultados de las pruebas de *t* para efecto del tipo de vegetación sobre distintas medidas de la talla de los ratones *P. gratus* en el ANP Ecoguardas. Datos (promedio  $\pm$  e.e., intervalo entre paréntesis) de 2015. g.l = 48 Long. = Longitud. *N* = 19 (bosque de encino) y 31 (matorral xerófilo).

Variable	<i>t</i>	<i>P</i>	Bosque de encino	Matorral xerófilo
			32.3 $\pm$ 1.0 <sup>a</sup>	32.6 $\pm$ 0.9 <sup>a</sup>
Peso (g)	0.491	0.629	(25.0-39.0)	(26.0-45.0)
			161.7 $\pm$ 4.2	165.5 $\pm$ 2.7
Long. total (mm)	0.319	0.753	(117.0-189.0)	(125.8-194.0)
			34.4 $\pm$ 0.8 <sup>b</sup>	36.6 $\pm$ 0.9 <sup>a</sup>
Long. cabeza (mm)	3.023	0.007	(30.0-39.2)	(27.0-49.9)
			76.5 $\pm$ 3.0	78.6 $\pm$ 1.7
Long. cuerpo (mm)	0.670	0.510	(57.0-95.3)	(57.1-95.6)
			87.9 $\pm$ 1.9	87.3 $\pm$ 1.9
Long. cola (mm)	0.488	0.631	(68.9-100.0)	(63.6-102.0)
			15.4 $\pm$ 0.6	15.6 $\pm$ 0.3
Long. orejas (mm)	0.298	0.769	(12.0-18.1)	(11.3-19.7)
			19.5 $\pm$ 0.6	18.9 $\pm$ 0.5
Long. pata (mm)	0.743	0.467	(12.0-22.0)	(10.0-22.8)

#### 4.4 Heterogeneidad topográfica

Se encontró que la heterogeneidad topográfica (medida como el cociente de heterogeneidad del sustrato) en los sitios de matorral xerófilo fue significativamente más alta que en el bosque de encino (ANDEVA de una vía: matorral xerófilo, 2.183  $\pm$  0.010; bosque de encino, 2.045  $\pm$  0.014;  $F_{1,8} = 107.9$ ,  $P < 0.0001$ ). La línea que sigue el perfil topográfico del matorral es en promedio 6.7 % más larga que la que sigue el perfil de bosque.

#### 4.5 Diferencias microclimáticas

**4.5.1 Temperatura.** En general durante abril y septiembre la temperatura fue mayor en el matorral xerófilo que en el bosque de encino, mientras que para agosto la mayor parte del periodo la temperatura no tuvo variación, salvo en algunos lapsos que era mayor en el matorral que en el bosque (ver datos detallados en el Apéndice II).

4.5.2 *Humedad relativa*. En abril y septiembre la agosto la humedad relativa fue mayor en el bosque de encino que en el matorral xerófilo, y en agosto fue igual en ambos tipos de vegetación (ver datos detallados en el Apéndice II).

Tabla 4. Resultados de las pruebas de *t* de Student para efecto del sexo sobre distintas medidas de la talla de los ratones *P. gratus* en el ANP Ecoguardas. Datos (promedio  $\pm$  e.e., intervalo entre paréntesis) de 2015. g.l. = 2. Long. = Longitud.

<b>Variable</b>	<b>t</b>	<b>P</b>	<b>Hembras</b>	<b>Machos</b>
			32.9 $\pm$ 1.0	32.192 $\pm$ 0.9
Peso (g)	0.512	0.611	(25.0-45.0)	(26.0-43.0)
			165.8 $\pm$ 2.4	162.5 $\pm$ 3.8
Long. total (mm)	0.711	0.480	(142.3-188.3)	(117.0-194.0)
			35.5 $\pm$ 0.8	36.0 $\pm$ 1.0
Long. cabeza (mm)	0.372	0.711	(29.0-44.3)	(27.0-49.9)
			76.5 $\pm$ 2.2	77.1 $\pm$ 2.9
Long. cuerpo (mm)	0.830	0.411	(57.0-95.3)	(57.1-92.4)
			89.6 $\pm$ 1.6	85.7 $\pm$ 2.1
Long. cola (mm)	1.471	0.148	(68.9-100.2)	(63.6-102.0)
			16.0 $\pm$ 0.4	15.1 $\pm$ 0.4
Long. orejas (mm)	1.712	0.093	(11.3-20.0)	(12.0-19.7)
			19.1 $\pm$ 0.4	19.2 $\pm$ 0.6
Long. pata (mm)	-0.100	0.922	(14.8-22.8)	(10.0-24.0)



## V. DISCUSIÓN

### 5.1 Diversidad de roedores y estado de conservación

El parque Ecoguardas forma parte integral del derrame de lava del Volcán Xitle conocido genéricamente como Pedregal de San Ángel. En este ecosistema que alcanzó una extensión de 80 km<sup>2</sup> se registraron siete especies nativas de roedores (*Baiomys taylori*, *Neotoma mexicana*, *Peromyscus maniculatus*, *P. melanophrys*, *Reithrodontomys fulvescens*, *R. megalotis* y *Sigmodon hispidus*) y dos exóticas (*Mus musculus* y *Rattus rattus*) (Chávez y Ceballos, 1994; Negrete y Soberón, 1994; Granados, 2008; Garmendia, 2009; Hortelano-Moncada *et al.*, 2009); no obstante con la realización de esta tesis sólo se corroboró la presencia de *Peromyscus gratus* tanto en el matorral xerófilo como en el bosque de encino en la porción de pedregal que ocupa el Parque Ecoguardas.

Chávez (1993) discute que los remanentes de áreas naturales que forman parte del Pedregal de San Ángel están prácticamente aisladas, lo que ha impedido el flujo de especies y reduce los tamaños poblacionales de plantas y animales. Asimismo, discute que el gradiente altitudinal que tiene el derrame de lava (2,300 m s.n.m.), promueve una distribución diferencial de especies. Los resultados de densidad de *P. gratus* sugieren que esta especie domina la rodentofauna de la localidad y reduce las probabilidades de la existencia de otras especies. Esto concuerda con la idea de Hoffmeister (1951), quien discute que en área donde hay gran abundancia de *P. gratus* no se presentan otras especies.

Por otra parte, los roedores domésticos se encuentran en lugares perturbados habitados por humanos (Musser *et al.*, 2008; Blanco *et al.*, 2012), pues tienden a localizarse en sitios donde se deposita basura y donde hay una fuente de alimento (Nowak, 1991). La ausencia de roedores exóticos en el sitio de estudio, permite inferir el estado de conservación del área. Asimismo, la presencia de una especie nativa indica que este lugar está siendo poco afectado por las actividades humanas.

### 5.2 Abundancia diferencial entre tipos de vegetación

La prueba del signo mostró que el matorral tiene una densidad de ratones más alta que en el bosque. De acuerdo con los resultados obtenidos esto puede deberse a que el matorral xerófilo presenta una topografía heterogénea lo que significa que este hábitat ofrece grietas, fisuras y depresiones que están presentes en las rocas y que *P. gratus* puede utilizar como madrigueras, como protección ante los depredadores y como refugio ante condiciones extremas de temperatura, humedad, viento y luz solar, debido a que son animales nocturnos. Es posible que *P. gratus* prefiera el matorral xerófilo por que las características de esta vegetación, lo cual provoca un incremento de la comunidad de hierbas (Rzedowski, 1954; Cano-Santana, 1994a), de los cuales el ratón piñonero obtiene alimento, como podría ser el caso de la inflorescencia de flores de *Manfreda brachystachya*

(Cano-Santana, 1994b; Rojo, 1994), lo cual debe corroborarse. A pesar de lo anteriormente observado, también se ha reportado que en la Reserva La Michilía *P. gratus* es abundante en los bosques de pino-encino donde dominan los enebros (*Juniperus deppeana*), debido a que sus frutos son utilizados como alimento (Servín *et al.*, 1994). Por otra parte, Flores (2005), al comparar la abundancia de roedores en dos tipos de vegetación: bosque y pastizal de la Reserva Ecológica San Juan del Monte, Veracruz, encontró que ambos tipos de vegetación presentaron abundancias similares de *P. gratus*, aunque esta especie se alimenta sobre todo de semillas depositadas bajo los árboles.

En el matorral del Pedregal la escasez del suelo es, una limitante para el establecimiento de las especies arbóreas, lo que provoca que las hierbas sean abundantes (Diego, 1970) y a su vez predominan las gramíneas, las compuestas y las leguminosas (Chávez, 1994). Probablemente algunas hierbas sirven de alimento al ratón piñonero, pero se necesitan estudios que permitan identificar específicamente de cuáles se trata.

Los resultados aquí obtenidos concuerdan con lo reportado por Álvarez y Álvarez-Castañeda (1991) y por Hope y Parmenter (2007), en el sentido que ambos coinciden en que *P. gratus* habita en una amplia variedad de sustratos, pero es más común en suelos rocosos con alta densidad de arbustos, cactus y suculentas. Así mismo, Núñez (2005) discute que los ambientes rocosos y campos de lava donde habita el ratón piñonero son áreas poco utilizadas por el hombre por lo que resulta un lugar seguro para esta especie, ya que no sufre disturbios.

La temperatura y humedad relativa entre el bosque y el matorral son muy diferentes; de manera general durante el periodo de muestreo la temperatura en el matorral es 2.6 °C más alta que en bosque, mientras que la humedad es 7.4 % más alta en el bosque que en matorral. Estas diferencias microclimáticas entre los bosques y otros tipos de vegetación es bien conocido en la literatura (Brunt, 1946; Geiger, 1950; Richards, 1952; Yoshino, 1975; Uribe de Camargo, 1981). Es posible que estas diferencias afecten en cierta medida a las poblaciones de *P. gratus*. En el matorral xerófilo existe una topografía accidentada (con hondonadas y oquedades) y la prevalencia de pocos arbustos y árboles, todo lo cual favorece que los rayos solares penetren hasta el sustrato, lo que aumenta la temperatura del aire. Es probable que en estas altitudes los ratones encuentren condiciones más confortables durante los momentos más fríos del día. En contraste, en el bosque, la cubierta vegetal impide la insolación directa del suelo, pues gran parte de la radiación queda detenida y absorbida al nivel de las copas (Gómez, 2004).

Al analizar por separado las variables microclimáticas, se puede observar que la temperatura, la topografía y la cobertura vegetal están actuando de manera determinante en la población de *P. gratus*, pero para poder entender completamente estas interacciones es necesario realizar más estudios detallados y a largo plazo.

### 5.3 Variación estacional

La estacionalidad determina los ciclos de vida y plantas (Abramski, 1978). Los estudios de las comunidades de roedores relacionados con su hábitat muestran que tanto en las regiones templadas como en zonas áridas, la estacionalidad influye en las características del hábitat, y esto puede determinar el comportamiento poblacional, reproductivo, patrones de alimentación, desplazamientos locales, migraciones de especies, tasa de depredación y densidad poblacional (August, 1983; Galindo y Weber, 1998; Torre *et al.*, 2002; Hernández *et al.*, 2005). En este trabajo se encontró un efecto significativo del mes sobre la densidad de *P. gratus*.

San José (2010) hizo un muestreo de *P. gratus* en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA) dentro del mismo derrame donde domina matorral de palo loco (*Pittocaulon praecox*) y a 2,300 m.s.n.m. donde registró su pico de abundancia en febrero-mayo y una reducción en agosto-noviembre, al igual que lo reportado por Garmendia (2009) y Chávez y Ceballos (1994) en la misma localidad. Asimismo, Ceballos (1989) y Canela (1981) registraron en zonas templadas del sur de la Ciudad de México (el Pedregal de San Ángel y el Parque Nacional Cumbres del Ajusco) un máximo poblacional de roedores en la temporada de secas, de marzo a abril. Esta información coincide con los resultados obtenidos para esta especie en el Parque Ecoguardas, ya que en abril y mayo la abundancia del ratón piñonero fue mayor que en agosto y septiembre.

En este sentido, la mayor densidad poblacional de *P. gratus* en Ecoguardas y en la REPSA se da durante la época de secas. Durante esta temporada la vegetación del matorral no pierde por completo sus hojas, pues hay plantas con follaje cuyas poblaciones son abundantes como *Eupatorium petiolare*, el tepozán (*Buddleja cordata*) y el palo loco (*Pittocaulon praecox*) (Meave *et al.*, 1994). Se sabe que los ratones del género *Peromyscus* que viven en pastizales se alimentan de muchas especies de gramíneas perennes, por lo que su disponibilidad no es una limitante durante invierno (Morales, 2010). Asimismo, en el Pedregal de San Ángel algunas especies florecen y fructifican durante la sequía (César-García, 2002). Chávez (1993) discute que algunas especies del género, como *P. truei* y *P. maniculatus* presentan un crecimiento poblacional de noviembre a abril, lo cual se debe a que durante la época de secas no sufren la inclemencia del frío o heladas.

Las razones de una mayor densidad poblacional de *P. gratus* durante la época de secas no se conocen con claridad debido a que hacen falta datos de la historia natural del ratón tales como hábitos alimentarios, dieta preferida, plantas que ofrecen recursos para anidar, procesos de termorregulación, tipo de madriguera preferido y uso diferencial del recurso. El entendimiento de la disponibilidad de plantas y las características del hábitat durante la temporada de secas, por ejemplo, nos podrían arrojar información importante sobre el papel que éstos tienen en el ratón piñonero.

#### 5.4 Densidad

En todo el muestreo, *P. gratus* presentó bajas densidades poblacionales (11.1 ind/ha) comparadas con las registradas por esta misma especie en la REPSA (38-58 ind/ha) (Tabla 5). Asimismo, estas densidades son muy bajas comparadas con las registradas en otros roedores (13-39 ind/ha; ver Tabla 5), aunque sus tamaños poblacionales son similares a las que se registra *Sorex saussurei* en la REPSA y mayores a las de *Reithrodontomys fulvescens*, y *Neotoma mexicana* en ese mismo lugar (0.6-9 ind/ha; Tabla 5).

Como se observa, este ratón es muy abundante en la REPSA (2,300 m s.n.m), por lo cual se esperaba que en el Parque Ecoguardas (2,600 m s.n.m) se registraran densidades similares, ya que ambos sitios forman parte del Pedregal de San Ángel. Pero los resultados obtenidos demuestran una baja abundancia de roedores en comparación con lo registrado en aquella localidad, puede deberse a las diferencias de altitud, lo que provoca que el Parque Ecoguardas sea más frío para los ratones, lo cual puede afectar negativamente el tamaño de sus poblaciones.

Tabla 5. Densidades de roedores (valores máximos; ind/ha) en distintas localidades.  
REPSA: Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.

Especie	Densidad (No./ha)	Localidad	Referencia
<i>Peromyscus gratus</i> Merriam	65	REPSA, CDMX, México	Negrete y Soberón, 1994
<i>Peromyscus gratus</i> Merriam	58	REPSA, CDMX, México	Chávez y Ceballos, 1994
<i>Peromyscus maniculatus</i> Wagner	47	Great Slave Lake, North West, Canadá	Millar, 1989
<i>Peromyscus yucatanicus</i> Allen y Chapman	39	Reserva Ecológica "El Edén" Q. Roo, México	MacSwiney <i>et al.</i> , 2012
<i>Peromyscus gratus</i> Merriam	37	REPSA, CDMX, México	Chávez, 1993
<i>Peromyscus mexicanus</i> Saussure	34	Parque Nacional Volcán Poás, Costa Rica	Rojas y Barboza, 2007
<i>Neotoma mexicana</i> Baird	31	REPSA, CDMX, México	Granados, 2008

Tabla 5. (Continúa).

<b>Especie</b>	<b>Densidad (No./ha)</b>	<b>Localidad</b>	<b>Referencia</b>
<i>Peromyscus maniculatus</i> Wagner	30	Cerro del Ajusco, CDMX, México	Sánchez-Cordero y Canela, 1992
<i>Peromyscus yucatanicus</i> Allen y Chapman	26	Reserva Estatal de Dzilam , Yuc., México	Hernández- Betancourt <i>et al.</i> , 2012
<i>Peromyscus aztecus</i> Saussure	15	Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jal., México	Vázquez <i>et al.</i> , 2000
<i>Baiomys taylori</i> Thomas	13	REPSA, CDMX, México	Granados, 2008
<i>Peromyscus gratus</i> Merriam	9	Parque Ecoguardas, CDMX, México	Este estudio
<i>Reithrodontomys fulvescens</i> Allen	9	REPSA, CDMX, México	Granados, 2008
<i>Neotoma mexicana</i> Baird	9	REPSA, CDMX, México	Chávez y Ceballos, 1994
<i>Reithrodontomys fulvescens</i> Allen	0.6	REPSA, CDMX, México	Chávez y Ceballos, 1994

### 5.5 Efecto del cebo

En los estudios de trapeo de mamíferos, los cebos son elementos claves para la captura de los animales, tal como describe González-Romero (2012). Son muchos los tipos de alimento, señuelos artificiales y esencias utilizados para cada especie de estudio, por ejemplo para los venados bura las peras y manzanas son muy efectivas, al igual que el maíz, la alfalfa o plantas nativas suelen utilizarse. También menciona que las especies carnívoras son atraídas con carne de pollo, res o sardinas, mientras que para los roedores las hojuelas de avena y crema de cacahuete tienen alto éxito de captura.

Romero-Almaraz *et al.* (2002), por su parte, señalan que para la captura de roedores se utilizan con más frecuencia mezclas de avena en hojuelas, avena+plátano, avena+crema de cacahuete, extracto de vainilla, semillas de trigo, semillas de girasol o maíz molido. Este autor discute que en el caso de los roedores arborícolas puede usarse avena, plátano y vainilla, en tanto que los roedores terrestres son capturados con hojuelas de avena. Para mamíferos insectívoros suele usarse una mezcla de avena con pescado (sardina o atún) o tocino (Baker y Sánchez-Hernández, 1973; Martín *et al.*, 2001).

La información obtenida en este trabajo demuestran que a pesar de utilizar los cebos más recomendados para la captura de roedores, la eficiencia no fue la misma porque de cinco mezclas utilizadas sólo con una fue posible capturar al roedor *P. gratus*: pan, mermelada y avena. Tal vez esto se deba a que los animales en el Parque Ecoguardas al encontrar el pan con mermelada lo consideran un alimento novedoso y atractivo en cuando al olor, sabor y textura. Se necesitan realizar otros estudios que nos permitan saber cuáles son las preferencias en cuanto a olores y sabores entre diferentes especies de roedores, así como entre roedores de distintas localidades.

### **5.6 Variación del tamaño corporal**

Se encontró un efecto significativo de la fecha de colecta sobre la longitud total, longitud de cabeza y la longitud del cuerpo, pero no sobre el peso, la longitud de la cola, longitud de las orejas y el tamaño de la pata de *P. gratus*. En los meses de agosto y septiembre los ratones presentan un cuerpo más largo, por lo tanto la longitud total es mayor, mientras que durante abril y mayo los ratones son más pequeños. Estos datos difieren de los resultados de la literatura y de los trabajos de Chávez y Ceballos (1994) realizados en la REPSA, pues los meses de agosto y septiembre representan la temporada reproductiva y los ratones son juveniles, por lo que se esperaba que durante estos meses su talla sea pequeña, y no sea, sino hasta abril y mayo que lleguen a la etapa adulta. En este estudio los ratones capturados durante agosto y septiembre mostraron ser más grandes.

Asimismo, durante abril y mayo *P. gratus* presentó una cabeza más grande. También se encontró que *P. gratus* tiene la cabeza más grande en el matorral que en el bosque de encino. Martínez-Coronel *et al.* (1991) informa que los factores para que los roedores alcancen el tamaño ideal están en relación directa con las condiciones del hábitat: un hábitat con mayores recursos alimenticios permitirá un mejor y más rápido desarrollo de los individuos, en comparación con uno empobrecido. Estas observaciones deberán ser corroboradas en estudios futuros debido a que este patrón de variación no coincide con ninguna de las demás medidas de talla. También se sugiere hacer un estudio encaminado a conocer en detalle la variación en el tamaño corporal con muestreos mensuales para estimar en qué etapa reproductiva se encuentran los ratones en cada muestreo sucesivo.

En este trabajo no se encontraron diferencias entre sexos en las medidas corporales del ratón piñonero, lo que sugiere que no hay dimorfismo sexual. Esto concuerda con lo reportado por Cervantes *et al.* (1993) para *Peromyscus melanocarpus*, quienes tampoco encontraron diferencias significativas entre las medidas somáticas entre machos y hembras. De hecho, se conocen algunos estudios previos donde se registra que no existe dimorfismo sexual entre los roedores (Ralls, 1977; Rogers y Schmidly, 1982).

## 5.7 Recomendaciones

Este estudio es el primero realizado en el Parque Ecoguardas y si bien casi cumple con todos los objetivos, es posible mejorar el muestreo para enriquecer la calidad de los datos. Se sugiere utilizar más trampas para lograr más capturas y prolongar el período de muestreo para tener datos más precisos.

Otra recomendación es que se tomen en cuenta las características de cada uno de los tipos de vegetación en cada parcela, por ejemplo la abundancia y cobertura de cada especie de plantas para ver si estas variables afectan la densidad de *P. gratus*.

Asimismo, para futuros estudios se recomienda identificar la etapa de vida por la cual estaban pasando cada uno de los ratones capturados y a su vez ver si están activos reproductivamente.

El Parque Ecoguardas es una de las pocas Áreas Naturales Protegidas que están dentro de la Ciudad de México, y que nos provee de muchos recursos y alberga especies importantes que forman parte del ecosistema (SEDEMA, 2012). Lamentablemente, no se cuentan con los estudios necesarios que nos informen de cuáles son estas especies y cómo interactúan entre ellas y con los tipos de vegetación del parque. Este trabajo es muy importante porque nos permite saber cómo se comporta *P. gratus* en esta parte del Pedregal de San Ángel. A su vez, estos datos darán la pauta para futuras investigaciones, porque dadas las características de esta ANP es necesario implementar acciones que permitan la divulgación de la importancia que tiene este espacio natural dentro de la mancha urbana.

## 5.8 Conclusiones

Por todo lo anterior, y con los resultados obtenidos en este estudio se puede concluir que:

1. El ratón piñonero es más abundante en el matorral xerófilo (6.85 ind/ha) que en el bosque de encino (4.44 ind/ha), lo cual se atribuye a la topografía más heterogénea del matorral que puede ofrecer más refugios y condiciones de temperatura más elevadas.
2. El perfil topográfico del matorral xerófilo es de 6.7% más alto que el que tiene el bosque, lo cual le confiere mayor heterogeneidad topográfica, con más cavidades, por lo que *P. gratus* se ve beneficiado ya que utiliza estos lugares como madrigueras y refugio.
3. El mejor cebo para capturar a *P. gratus* con trampas Sherman en esta localidad es una mezcla de pan blanco de caja, mermelada y hojuelas de avena.
4. Existe una baja abundancia de roedores (9 ind/ha) en comparación con lo registrado en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, localizada a 2,300 m s.n.m (65 ind/ha), lo cual se atribuye a las diferencias de altitud. El Parque Ecoguardas al encontrarse a una mayor altitud (2600 m s.n.m) origina que este lugar sea mucho más frío para los ratones.
5. No hay dimorfismo sexual: los machos y hembras tienen las mismas medidas corporales.
6. El matorral registra mayores niveles de temperatura y menores niveles de humedad que el bosque, lo cual puede afectar el desempeño del ratón piñonero.
7. No hay evidencia de presencia de otras especies de roedores en los dos tipos de vegetación de esta Área Natural Protegida, y la ausencia de especies exóticas domésticas.

La implementación de estudios comparativos sobre la abundancia de los roedores entre diferentes tipos de vegetación permitirá conocer que hábitats reúnen las mejores condiciones y provee de más recursos para que estos animales tengan un mejor desarrollo. El alto grado de conservación del Parque Ecoguardas, medido a través de la ausencia de roedores exóticos y la presencia de una población sana de ratones piñoneros sugiere que se debe seguir conservando este sitio para que los habitantes de la Ciudad de México sigan disfrutando de sus valiosos servicios ambientales.



## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Zenón Cano Santana que confió en mí y me brindó su apoyo cuando más lo necesitaba, gracias por su tiempo, conocimientos y sobre todo su paciencia para lograr que este trabajo cumpliera su objetivo. Sin él este proyecto no hubiera sido posible.

A mis sinodales, el Dr. Fernando Cervantes, el Dr. Miguel Armella, el M. en C. Iván Castellanos Vargas y la M. en C. Yolanda Hortelano, por dedicarme el tiempo y contribuir con sus conocimientos y comentarios para mejorar este trabajo.

Agradezco a todas las personas que me apoyaron en campo: el Dr. Cuauhtémoc Chávez, el Biól. Guillermo Gil, el M. en C. Iván Castellanos Vargas, Daniel, Alberto, Ricardo, José, Erika, Adriana, Reyes, Roberto y Kevin. Su apoyo fue muy importante para que este tuviera éxito.

En especial, agradezco al M. en C. Iván Castellanos Vargas, técnico académico del laboratorio, muchas cosas. Por ser un gran profesor y siempre estar dispuesto a apoyarme, ya sea manipulando un ratón o analizando los datos. Gracias por brindarme su conocimiento, sus consejos y por impulsarme a seguir adelante.

Agradezco a mi familia que me ha apoyado toda la vida y, por supuesto, durante este periodo de mi carrera. Cada integrante de ésta siempre ha estado presente, brindándome su amor. Con ellos nunca me ha faltado nada. Gracias por ayudarme a vencer mis miedos. Los amo mucho.

A mi mamá Adriana por cuidarme y procurarme. Es mi más grande apoyo. Gracias por llorar y reír conmigo. Siempre he sabido que con un solo abrazo suyo todo estará bien. Gracias por alentarme a cumplir mis sueños y a no darme por vencida. Me enseñó que si una va hacer algo (hasta lo más mínimo), esto debe hacerse bien poniendo todo el empeño.

A mi papá Reyes por su paciencia, su tiempo y su esfuerzo durante todo el periodo en campo. Sin él no sé qué hubiera hecho. Gracias por ser mi compañero. No cualquier padre se arriesga a caerse en el bosque, a espinarse en el matorral y a experimentar calor, hambre y cansancio junto a su hija. Fue una gran aventura estar a tu lado.

A mi hermana Adriana que es mi mitad y mi mayor ejemplo. A pesar de que vive al otro lado del mundo siempre está ahí cuando la necesito, alentándome a seguir adelante y dándome sus consejos. Me ha enseñado lo más importante: “los sueños sí se hacen realidad, pero hay que ‘darle’”. Muchas gracias, gemela. Te amo.

A mi novio Kevin que me ha enseñado a ver la vida de otra forma, que todo tiene solución y que, pase lo que pase, no es el fin del mundo. Gracias por tu apoyo, amor incondicional, por los ánimos, los abrazos brindados y las risas en los momentos inesperados. Te amo mucho.

Al Laboratorio de Interacciones y Procesos Ecológicos y al taller Ecología Terrestre y Manejo de Recursos Bióticos por aceptarme y no dejarme al final de mi carrera.

A las autoridades del Parque Ecoguardas, por darme autorización para realizar mi proyecto y brindarme apoyo.

A mis mejores amigos de carrera: Diana, Fermín y Gaby. Juntos aprendimos las maravillas de la biología. Gracias por hacer de las clases y las prácticas de campo algo muy divertido. También gracias a mis demás compañeros con los que compartí esta carrera.

A mis amigos de secundaria (Luis Enrique, Ana Lilia, Érika, Omar, Abraham y Karen) y a mis amigas de prepa (Sofía y Sharon) por siempre brindarme su amistad. Los quiero mucho.

Por último, agradezco a mis “tritos”, Mushu, Zizou, Remy, Lille y Kiara, los cuales son mi motor y mi más grande alegría. Me enseñaron lo que es el amor incondicional. Los amo mucho.

*¿Qué sería de la vida si no tuviéramos el valor de intentar cosas nuevas?*

Vincent Van Gogh

*“A medida que avanzamos en la vida, se vuelve más y más difícil, pero en la lucha contra las dificultades se desarrolla la fuerza del corazón”*

Vincent Van Gogh

## LITERATURA CITADA

- Abramski, Z. 1978. Small mammal community ecology: Changes in species diversity in response to manipulated productivity. *Oecologia* 34:113-451.
- Álvarez, T. y S.T. Álvarez-Castañeda. 1991. Análisis de la fauna de roedores del área de El Cedral, San Luis Potosí. México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 62(2):169-180.
- Álvarez, F., J. Carabias, J. Meave del Castillo, P. Moreno, D. Nava, F. Rodríguez, C. Tovar y A. Valiente. 1982. *Proyecto para la recreación de una reserva en el Pedregal de San Ángel*. Laboratorio de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 369 pp.
- Andersson, M. y S. Erlinge. 1977. Influence of predation on rodent populations. *Oikos* 29:591-597.
- Aragón, E. 2011. Composición y estructura de una comunidad de pequeños roedores mamíferos de la sierra madre occidental, Durango, México. Tesis doctoral. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 79 pp.
- Aragón, E., B. Castillo y A. Garza. 2002. Roedores en la dieta de dos aves rapaces nocturnas (*Bubo virginianus* y *Tyto alba*) en el noroeste de Durango, México. *Acta Zoológica Mexicana* 86:29-50.
- Arita, H.T. 1993. Riqueza de especies de la mastofauna de México. Pp. 109-128, en: *Avances en el estudio de los mamíferos de México* (Medellín, R.A. y G. Ceballos, eds.). Publicaciones Especiales vol.1, Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C., México.
- Artavia, A., R. Moreno y A. Bustamente. 2011. Efectos de la luna en mamíferos de la Península de Osa, Costa Rica: Resultados preliminares. *Revista Mesoamericana* 15(2): 136 pp.
- August, P.V. 1983. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. *Ecology* 1495-1507.64:
- Baker, R.H. y C. Sánchez-Hernández. 1973. Observaciones sobre el zorrillo pigmeo manchado, *Spilogale pygmaea*. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 44:61-64.
- Barlow, J.C. 1969. Observations on the biology of rodents in Uruguay. *Life Scientific* 75:1-59.
- Blanco, T.P, A.H. Corrales, M.S. Arroyo, J. Pérez, G. Álvarez y M.A. Castellar. 2012. Comunidad de roedores en el municipio de San Marcos, Sucre, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 4(1):89-101.

- Begon, M., C. Townsend y J. Harper. 1996. *Ecology: individuals, populations and communities*. 3a. ed. Blackwell Science, Liverpool. 746 pp.
- Bonaventura, S.M, M.J. Piantanida y L. Gurini y M. Sánchez-López. 1991. Habitat selection in population of Cricetinae rodents in the region Delta (Argentina). *Mammalia* 55:339-354.
- Brown, J.H. 1984. On the relationship between abundance and distribution of species. *American Naturalist* 124:255-279.
- Brunt, D. 1946. Some factors in microclimatology. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 72:185-188.
- Canela, R.M. 1981. Ámbito hogareño del ratón de los volcanes *Neotomodon alstoni* (Rodentia: Cricetinae) en la Sierra del Ajusco. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 71 pp.
- Cano-Santana, Z. 1994a. Flujo de energía a través de *Sphenarium purpurascens* (Orthoptera: Acrididae) y productividad primaria neta aérea en una comunidad xerófila. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 198 pp.
- Cano-Santana, Z. 1994b. La Reserva del Pedregal como ecosistema. Pp. 149-158, en: *Reserva Ecológica "El Pedregal de San Ángel": ecología, historia natural y manejo* (Rojo, A. ed.). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Castillo, S., Y. Martínez, M. Nava y L. Almeida-Leñero. 2016. El matorral xerófilo de la Reserva del Pedregal de San Ángel y sus servicios ecosistémicos. Pp. 50-68, en: *La biodiversidad en la Ciudad de México*. Vol II (CONABIO Y SEDEMA). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Secretaria del Medio Ambiente, México.
- Ceballos, G. 2005. Orden Rodentia. Pp. 657-672, en: *Los mamíferos silvestres de México* (Ceballos, G. y G. Oliva, eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Fondo de Cultura Económica, México.
- Ceballos, G.G. y C.L. Galindo. 1984. *Mamíferos silvestres de la Cuenca de México*. Limusa, México. 299 pp.
- Ceballos, G. 1989. Population and community ecology of small mammals from tropical deciduous and arroyo forest in western Mexico. Tesis de doctorado. Universidad de Arizona, Tucson, Arizona. 84 pp.
- Cervantes, F.A. 1987. Population and community responses of grassland small mammals to variation of vegetative cover in central Mexico. Tesis doctoral. Universidad de Kansas, Kansas. 90 pp.

- Cervantes, F., M. Martínez-Coronel y Y. Hortelano. 1993. Variación morfométrica intrapoblacional de *Peromyscus melanocarpus* (Rodentia: Muridae) de Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 64 (2):153-168.
- César-García, F. 2002. Análisis de algunos factores que afectan la fenología reproductiva de la comunidad vegetal de la Reserva del Pedregal de San Ángel, D.F. (México). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 105 pp.
- Chávez, J.C. 1993. Dinámica poblacional y uso de hábitat por roedores en un matorral de palo loco (*Senecio praecox*). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 63 pp.
- Chávez, J. 2005. *Peromyscus gratus*. Pp. 735-736, en: *Los mamíferos silvestres de México* (Ceballos, G. y G. Oliva, eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Fondo de Cultura Económica, México.
- Chávez, J.C. y G. Ceballos. 1994. Historia natural comparada de los pequeños mamíferos de la Reserva El Pedregal, Pp. 229-238 en: *Reserva Ecológica "El Pedregal de San Ángel": ecología, historia y manejo* (Rojo, A., comp.). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Cockle, K. y J. Richardson. 2003. Do riparian buffer strips mitigate the impacts of clearcutting on small mammals? *Biological Conservation* 113:133-140.
- Cuatle, L. 2007. Diversidad de roedores en la Reserva de la Biosfera la Michilía en relación con la heterogeneidad ambiental a nivel macrohábitat y microhábitat. Tesis de maestría. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz, México. 84 pp.
- Cueto, V.R., M.C. Cagnoni y M.J. Piantanida. 1995. Habitat use of *Scapteromys tumidus* (Rodentia: Cricetidae) in the delta of Parana river, Argentina. *Mammalia* 59:24-34.
- Diego, N. 1970. Contribuciones a la flora silvestre de los alrededores del Jardín Botánico de la UNAM. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 186 pp.
- Dof.gob.mx. (2016). *DOF-Diario Oficial de la Federación*. Acuerdo General del Pleno del Consejo de la Judicatura Federal por el que se cambia la denominación de Distrito Federal por Ciudad de México en todo su cuerpo normativo. [online] Disponible en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5424565&fecha=05/02/2016&print=true](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5424565&fecha=05/02/2016&print=true) [Consultado 18 Enero 2016].
- Flores, F. 2005. Efecto de la vegetación sobre la abundancia y diversidad de depredadores de semillas de *Pinus teocote* Schl. et Cham. en hábitats contrastantes del estado de Veracruz. Tesis de maestría. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. 52 pp.

- Galindo, C y M. Weber. 1998. *El venado de la Sierra Madre Occidental. Ecología, manejo y conservación*. Ediciones Culturales/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 272 pp.
- Garmendia, A. 2009. Distribución y abundancia de roedores en Ciudad Universitaria con énfasis en *Peromyscus gratus*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 81 pp.
- Geiger, R. 1950. *The climate near the ground*. Harvard University Press, Cambridge. 518 pp.
- Gill, D.S. y P. Marks. 1991. Tree and shrub seedling colonization of old fields in central New York. *Ecological Monographs* 61:183-205.
- GODF, Gaceta Oficial del Distrito Federal. 2006. Decreto de Área Natural Protegida del Distrito Federal, con categoría de zona de conservación ecológica, el área con el nombre de "Ecoguardas". Gobierno del Distrito Federal. México. 216 pp.
- Gómez, V. 2004. Cubiertas forestales y respuesta climática. *Investigación Agraria: Sistema de Recursos Forestales* 7:84-100.
- González-Romero, A. 1995. Cambios en la composición de las comunidades de roedores en relación a los tipos de vegetación y geomorfología en el Pinacate, Sonora, México. *Acta Zoológica Mexicana* 64:45-58.
- González-Romero, A. 2012. Métodos de captura y contención de mamíferos. Pp. 117-126, en: *Manual de técnicas para el estudio de la fauna* (Gallina, S. y C. López, eds.). Instituto de Ecología/Universidad Autónoma de Querétaro/Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
- Granados, Y. 2008. Ecología de mamíferos silvestres y ferales de la Reserva Ecológica "El Pedregal": Hacia una propuesta de manejo. Tesis de maestría. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 74 pp.
- Greenwood, J.S. 1985. Frequency dependent selection by seed predators. *Oikos* 44:195-210.
- Hafner, D., E. Yensen y G. Kirkland. 1998. *North American rodents. Status survey and conservation action plan*. Rodent Specialist Group/International Union for Conservation of Nature, Cambridge. 171 pp.
- Hall, E.R. 1981. The mammals of North America. *Journal of Mammalogy* 4:718-719.
- Hernández-Betancourt, S. 2003. Dinámica poblacional de *Heteromys gaumeri* Allen y Chapman 1897 en una selva mediana al sur de Yucatán. Tesis doctoral. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México. 272 pp.
- Hernández-Betancourt, S., A. Ciné, S. Medina y C. Duran. 2012. Parámetros poblacionales del ratón yucateco *Peromyscus yucatanicus* de una selva baja caducifolia del norte de Yucatán. Pp. 151-164, en: *Estudios sobre la biología de roedores silvestres*

- mexicanos* (Cervantes, F. y C. Ballesteros-Barrera, eds.). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Hernández, L., A. González-Romero, J. W. Laundré, D. Lightfoot, E. Aragón y J. López-Portillo. 2005. Changes in rodent community structure in the Chihuahuan Desert México: Comparisons between two habitats. *Journal of Arid Environments* 60:239-257.
- Hoffmeister, F.D. 1951. *Peromyscus truei*. Mammalian Species. *American Society of Mammalogists* 161:1-5.
- Hope, A.G., y R.R. Parmenter, 2007. Food habits of rodents inhabiting arid semi-arid ecosystems of central New Mexico. *Special Publications, Museum of Southwestern Biology* 9:1-75.
- Hortelano-Moncada, Y., F. Cervantes y A. Trejo. 2009. Mamíferos silvestres. Pp. 277-293, en: *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel* (Lot, A. y Z. Cano-Santana, eds.). Universidad Nacional Autónoma de México/Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel/Coordinación de la Investigación Científica, México.
- Janzen, D.H. 1971. Seed predation by animals. *Annual Review Ecology Systematics* 2:465-492.
- Krebs, C. 1999. *Ecological methodology*. 2ª ed. University of British Columbia, Nueva York. 620pp.
- Langguth, A. 1963. Las especies uruguayas del género *Oryzomyz* (Rodentia: Cricetidae). *Community Zoology Museum History Natural Montevideo* 7:1-19.
- MacSwiney, M.C., S. Hernández-Betancourt, A. Panti-May y M. Pech-Canche. 2012. Ecología poblacional del ratón yucateco *Peromyscus yucatanicus* (Rodentia: Cricetidae) en las selvas de Quintana Roo. México. Pp. 237-246, en: *Estudios sobre la biología de roedores silvestres mexicanos* (Cervantes, F. y C. Ballesteros-Barrera, eds.). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Martínez-Coronel, M., J. Ramírez-Pulido y T. Álvarez. 1991. Variación intrapoblacional e interpoblacional de *Peromyscus melanotis* (Rodentia: muridae) en el Eje Volcánico Transversal, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 47 pp.
- Martínez-Romero, E. 1997. Estudio demográfico de *Sedum oxypetalum* (Crassulaceae) en Lomas del Seminario. Ajusco Medio. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 129 pp.
- Martín, E.R., R.H. Pine y A.F. DeBlase. 2001. *A manual of mammalogy: with keys to families of the world*. MC Graw Hill, Nueva York. 333 pp.
- Matamoros-Trejo, G.F. y F. 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 Zoología* 63(1):135-144.

- Meave, J., J. Carabias, V. Arriaga y A. Valiente-Banuet. 1994. Observaciones fenológicas en el Pedregal de San Ángel. Pp. 91-105, en: *Reserva Ecológica "El Pedregal de San Ángel", ecología, historia natural y manejo* (Rojo, A., comp.). Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Mendoza, A. 2002. *Liomys pictus* (Thomes 1893) ratón espinoso de abazones. Pp. 423-425, en: *Historia natural de Chamela* (Cervantes, F. y C. Ballesteros-Barrera, eds.). Instituto de Biología/Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Meserve, P.L. 1976. Food relationship of a rodent fauna in a California coastal sage scrub community. *Journal of Mammalogy* 57(2):300-319.
- Millar, J.S. 1989. Reproduction and development. Pp.169-232, en: *Advances in the study of Peromyscus (Rodentia)* (Kikland, G. y J. Layne, eds.). Texas Tech. University Press, Austin, Texas.
- Morales, X. 2010. Contribuciones para la facilitación de los estudios sobre la dieta en ratones silvestres, tomando como ejemplo el género *Peromyscus*. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. 106 pp.
- Morera, C., Pinto, J. y Romero, M. 2010. Paisaje, procesos de fragmentación y redes ecológicas: aproximación conceptual. Pp. 25, en: *Corredores biológicos: acercamiento conceptual* (Chassot, O. y C. Morena, eds.) America Nacional, Costa Rica.
- Muñoz-Pedreros, A., S. Fletcher, J. Yáñez y P. Sánchez. 2010. Diversidad de micromamíferos en tres ambientes de la Reserva Nacional Lago Peñuelas, Región de Valparaíso, Chile. *Gayana Concepción* (74):1-11.
- Musser, G., G. Amori, R. Hutterer, B. Krystufek, N. Yigit y G. Mitsain. 2008. *Mus musculus*. En: The International Union for Conservation of Nature. Red List of Threatened Species (2015), en: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org), última consulta: 29 de junio de 2017.
- Nava-López, M., J. Jujnovsky, K. Salinas-Galicia, J. Álvarez-Sánchez y L. Almeida-Leñero. 2009. Los servicios ecosistémicos en la Reserva del Pedregal de San Ángel. Pp. 51-60, en: *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel* (Lot, A. y Z. Cano-Santana, eds.). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Negrete, A. y J. Soberón. 1994. Los mamíferos silvestres de la Reserva Ecológica El Pedregal. Pp. 228, en: *Reserva ecológica El Pedregal de San Ángel: ecología, historia natural y manejo* (Rojo, A., comp.). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Nowak, R. 1991. *Walker's mammals of the World*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 2015 pp.



- Núñez, A. 2005. *Los mamíferos silvestres de Michoacán*. 1ra. edición. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. 429 pp.
- Pacheco, V., E. Salas, C. Barriga y E. Rengifo. 2013. Diversidad de pequeños mamíferos en bosque montanos perturbados y no perturbados en el área de influencia del gasoducto de Perú LNG, cuenca del río Apurímac, Ayacucho, Perú. *Monitoreo de Biodiversidad de un Megaproyecto Transandino* 5:305-316.
- Paine, C. y Beck, H. 2007. Seed predation by Neotropical rainforest mammals increases diversity and seedling recruitment. *Ecology* (12):3076-3087.
- Paine, R. T. y S. A. Levin. 1981. Intertidal landscapes: disturbance and the dynamics of pattern. *Ecological Monographs* 51:145-178.
- Patton, D.R. 1992. *Wildlife habitat relationships in forested ecosystems*. Timber Press Inc., Portland, Oregon. 392 pp.
- Pearce, J. y L. Venier. 2005. Small mammals as bioindicators of sustainable boreal forest management. *Forest Ecology and Management* 5(208):153-175.
- Pielou, E. 1974. *Population and community ecology: Principles and methods*. Gordon and Breach Science Publ., Nueva York. 244 pp.
- Polop, J., C. Priotto, A. Steinmann, C. Provencal, E. Castillo, G. Calderón, D. Enría M. Sabattini, H. Coto. 2003. *Manual de control de roedores en municipios*. Departamento de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina. 96 pp.
- Ralls, K. 1977. Sexual dimorphism in mammals: avian models and unanswered questions. *The American Naturalist* (11):917-938.
- Rathcke, B. y E. Lacey. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16:179-214.
- Richards, P.W. 1952. *The tropical rain forest. An ecological study*. 2ª ed. Cambridge University Press, Cambridge. 559 pp.
- Riechers, A. y F. Yorleni de la Cruz. 2012. Roedores en áreas naturales protegidas de Chiapas en la Colección Zoológica Reginal Mammalia. Pp 47-57, en: *Estudio sobre la biología de roedores silvestres mexicanos* (Cervantes, F. y C. Ballesteros-Barrea, eds.). Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. 280pp.
- Roff, D. A. 1974. On the accuracy of some mark-recapture estimators. *Oecologia* (12):15-34.
- Rogers, D. S. y D. Schmidly. 1982. System of spiny pocket mice (*Genus heteromys*) of the *desmarestianus* species group from Mexico and Northern Central America. *Journal of Mammalogy* (63):375-386.

- Rojas, L. y M. Barboza. 2007. Ecología poblacional del ratón *Peromyscus mexicanus* (Rodentia: Muridae) en el Parque Nacional Volcán Poás, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* (55):3-4.
- Rojo, A. 1994. Plan de manejo de la Reserva ecológica del Pedregal de San Ángel. Pp. 371-382, en: *Reserva ecológica "El Pedregal de San Ángel", ecología, historia natural y manejo* (Rojo, A. comp.). Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Romero-Almaraz, M., C. Sánchez-Hernández, C. García-Estrada y R. Owen. 2000. Mamíferos pequeños. *Manual de técnicas de captura, preparación preservación y estudio*. Las Prensas de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 202 pp.
- Rzedowski, J. 1954. Vegetación del Pedregal de San Ángel (Distrito Federal, México). *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México* 8(2):59-129.
- Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. 1ra. edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 505 pp.
- Sánchez-Cordero, V. y M. Canela-Rojo. 1991. Estudio poblacional de roedores en un bosque de pino encino del Eje Neovolcánico Transversal mexicano. *Anales Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoológica* 62:319-340.
- San José, A.M. 2010. Monitoreo de las actividades de la Fauna de vertebrados en dos zonas sujetas a restauración en la Reserva del Pedregal de San Ángel. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 76 pp.
- SEDEMA, Secretaría del Medio Ambiente Gobierno del Distrito Federal. 2012. *Libros blancos. Sistema de Áreas Naturales Protegidas. Plan rector*. México. 60 pp.
- Siebe, C. 2000. Age and archaeological implications of Xitle volcano, Southwestern basin of Mexico City. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 104:45-64.
- Seber, G.A. 1982. *The estimation of animal abundance and related parameters*. 2ª edición. Black burn Press, Caldwell, Nueva Jersey. 506 pp.
- Servín, J., E. Chacón y R. Rodríguez. 1994. ¿Evidencia de la respuesta numérica en una población de *Peromyscus truei* a la abundancia de frutos *Juniperus deppeana*? Segundo Congreso Nacional de Mastozoología, 16 al 19 de marzo de 1994. Asociación Nacional de Mastozoología, Guadalajara, Jalisco.
- Suárez, O.V. y S.M. Bonaventura. 2001. Habitat use a diet sympatric of rodents of the low Paraná delta Argentina. *Mammalia* 65:167-176.
- Torres, I., A. Arrizabalaga y M. Díaz. 2002. Ratón de campo (*Apodemus sylvaticus* Linnaeus, 1758). *Galemys* 14 (2):1-26.
- Tzab-Hernández, L.A. y M.C. Macswiney-González. 2014. Roedores ¿plagas indeseables o animales útiles? *Biodiversitas* 115:12-16.

- Uribe de Camargo, A. 1981. Microclima del bosque. *Actualidades Biológicas* 10 (36):61-66.
- Vázquez, L., G. Camerón y R. Medellín. 2000. Hábitos alimentarios y biología poblacional de dos especies de roedores en el occidente de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 4:5-21.
- Villalobos-Chaves, D., J. Ramírez-Fernández, E. Chacón-Madrigal, B. Rodríguez-Herrera. 2016. *Clave para la identificación de los roedores de Costa Rica*. Universidad de Costa Rica/Escuela de Biología, San José, Costa Rica. 37 pp.
- White, G.C., D.R. Anderson, K.P. Burnham y D.L. Otis. 1982. *Capture-recapture and removal methods for sampling closed populations*. Los Alamos National Laboratory, Los Álamos, Nuevo México. 13 pp.
- Wilson D. E. y D.M. Reeder. 2005. *Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 142 pp.
- 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.
- Yoshino, M.M. 1975. *Climate in a small area*. University of Tokyo Press, Tokio, Japón. 123 pp.
- Zamudio, S., J. Rzedowski, E. Carranza y G. Calderón. 1992. *La vegetación del Estado de Querétaro*. Consejo de Ciencias y Tecnología del Estado de Querétaro/Instituto de Ecología, Querétaro, México. 15 pp.
- Zamora, D. 2013. Diversidad de roedores en remanentes de vegetación nativa del suroeste de Querétaro. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 66 pp.
- Zar. J.H. 2010. *Biostatistical analysis*. 5ª edición. Prentice Hall, Upper Saddle River, Nueva Jersey. 944 pp.

## APÉNDICE I

Comparación de la densidad poblacional de *Peromyscus gratus* (No./ha) estimado por el Índice de Lincoln-Petersen modificado (ILPM; Seber 1982), en 3-5 sitios en cuatro fechas de 2015 en el Área Natural Protegida “Ecoguardas”, Tlalpan, Cd. Mx. El signo denota si la densidad de ratones en el bosque es mayor (+) o menor (-) a la del matorral para la aplicación de la prueba del signo.

Muestreo	Fecha 2015	ILPM		Signo
		Bosque	Matorral	
1	abril	1	0	+
2	abril	1	10.666	-
3	abril	0	0	0
1	mayo	4	3	+
2	mayo	7	0	+
3	mayo	0	5	-
4	mayo	1	5	-
5	mayo	1	2	-
1	agosto	1	3	-
2	agosto	0	1	-
3	agosto	1	1	0
4	agosto	1	3.5	-
5	agosto	1	2	-
1	septiembre	0	1	-
2	septiembre	0	0	0
3	septiembre	1	0	+
4	septiembre	1	2	-
5	septiembre	0	0	0

## APÉNDICE II

### Análisis microclimático detallado para comparar entre tipos de vegetación

*Temperatura.* Durante el mes de abril las temperaturas del aire fueron casi siempre más altas en el matorral xerófilo que en el bosque de encino, salvo en pequeños periodos de la mañana en los que el patrón fue inverso (Figura A2.1). El matorral alcanzó temperaturas máximas de entre 30.9 y 33.7°C, mientras que las máximas del bosque alcanzaron hasta 28.8°C, en tanto que la mínima en el matorral fue de 13.6°C y en el bosque de 11.8°C. En promedio, las temperaturas en el matorral fueron 2.1°C más altas que en el bosque, pero la diferencia más alta registrada fue de 7.7°C, a las 17:00 h del día 16. Como se esperaba, la oscilación de temperatura en el matorral (20.1°C; temperatura mínima,  $T_{\min} = 13.6$ ; temperatura máxima,  $T_{\max} = 33.7$ °C) fue más alta que la registrada en el bosque (17.0°C;  $T_{\min} = 11.8$ ,  $T_{\max} = 28.8$ °C).

a)



b)



c)

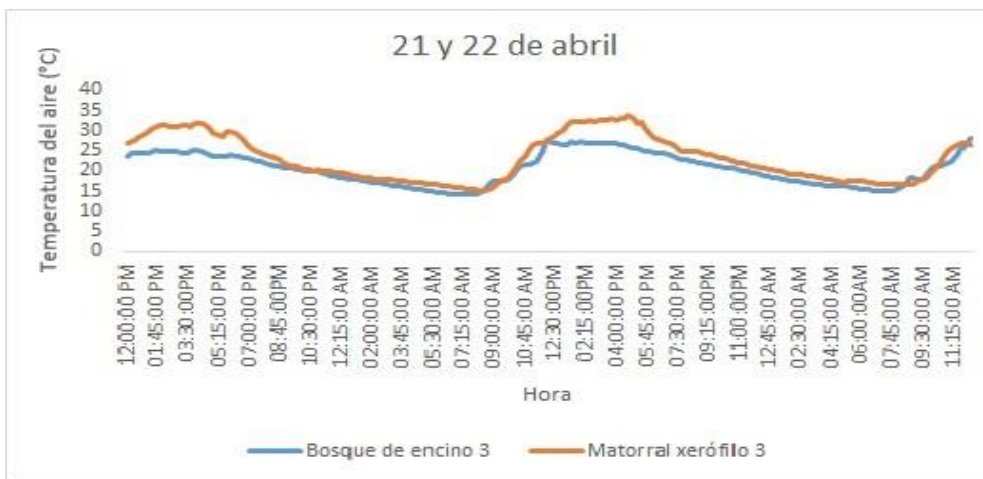


Figura A2.1. Variación diurna de la temperatura en el mes de abril del 2015 en dos tipos de vegetación (bosque y matorral).

Por otra parte, en agosto generalmente las temperaturas no variaron durante la mayor parte del periodo de registro y cuando había diferencias, generalmente se registraron mayores valores de temperatura en el matorral que en el bosque (Figura A2.2). Entre el día 14 y 17 (Figs. A2.2a y b) en el matorral se registran valores máximos de 25.7°C, mientras que en el bosque se registra hasta 22.8°C. En el periodo del 18 al 19 (Fig. A2.2c) los registros de temperatura fueron casi los mismos, en tanto que entre el 20 y 21 (Fig. A2.2d) el matorral alcanzó su máxima temperatura de 20.9°C entre las 15:00 y 16:00 h, y en el bosque 16.5°C entre las 15:00 y 16:45 h.

Durante septiembre las temperaturas fueron siempre 2 a 3°C más altas en el matorral xerófilo que en el bosque de encino (Figura A2.3).

*Humedad relativa.* En abril la humedad relativa del aire fue casi siempre más alta en el bosque que en el matorral, salvo en pequeños lapsos (Fig. A2.4). En este periodo la humedad relativa osciló entre el 24.1 % y el 77.1 % en el bosque y de 14.4% a 86.9% en el matorral.

En la mayoría del periodo 16 y 17 de agosto (Fig. A2.5b) y en algunas partes del día de los periodos del 14 a 15, 20 a 21 (Fig. A2.5a, d) se registró mayor humedad en el bosque que en matorral. Por otra parte, se registraron valores de humedad similares entre tipos de vegetación durante el periodo del 18 y 19 de agosto (Fig. A2.5c) así como en ciertos periodos de los días 14, 15, 20 y 21 (Figs. A2.5a, d).

Finalmente, en todo el periodo transcurrido del 13 y 22 de septiembre el bosque registró 5.2% de humedad más alta que el que registró el matorral (Fig. A2.6).

a)



b)



c)



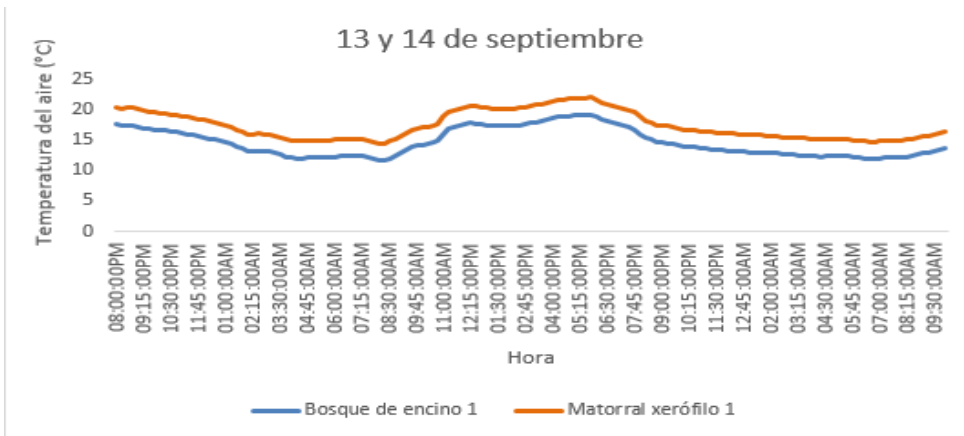


d)

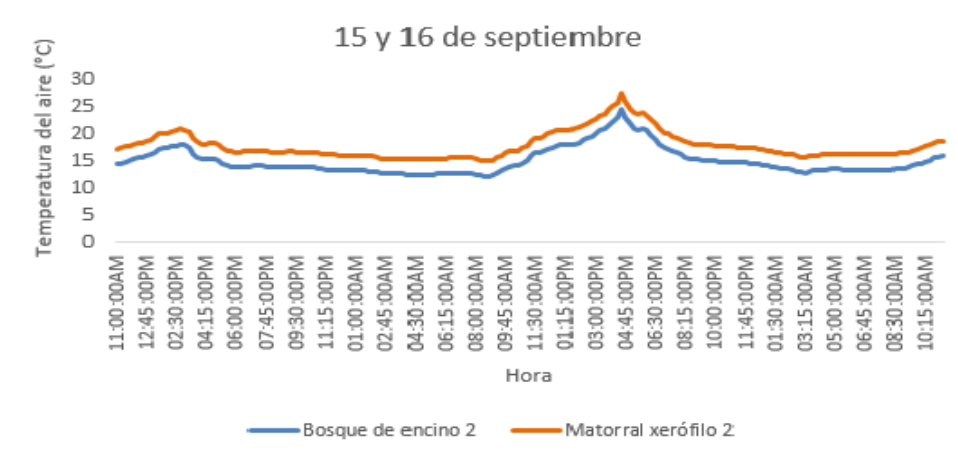


Figura A2.2. Variación diurna (horario de verano) de la temperatura en el mes de agosto del 2015 en dos tipos de vegetación (bosque y matorral).

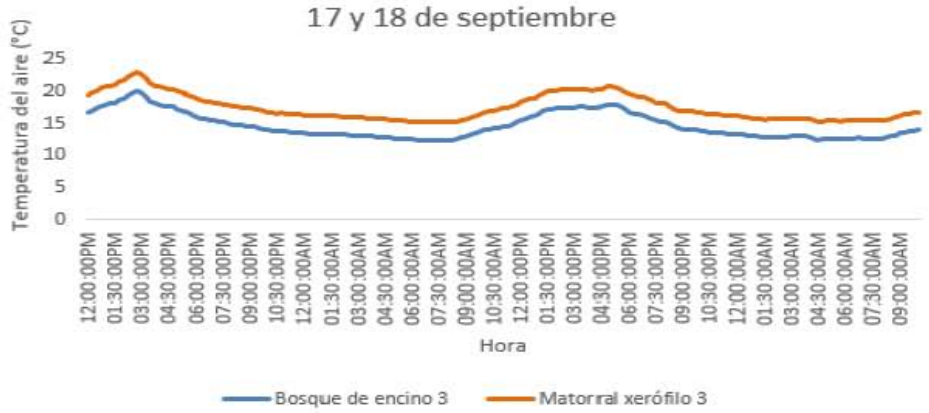
a)



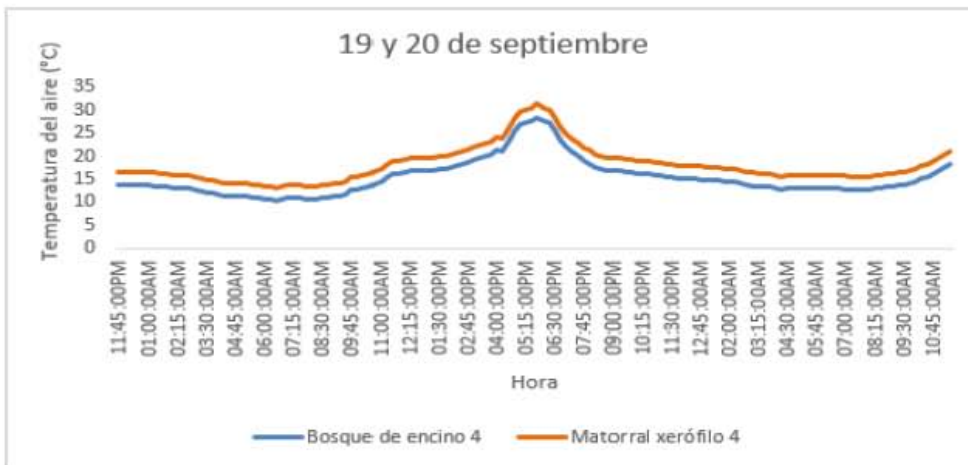
b)



c)



d)



e)

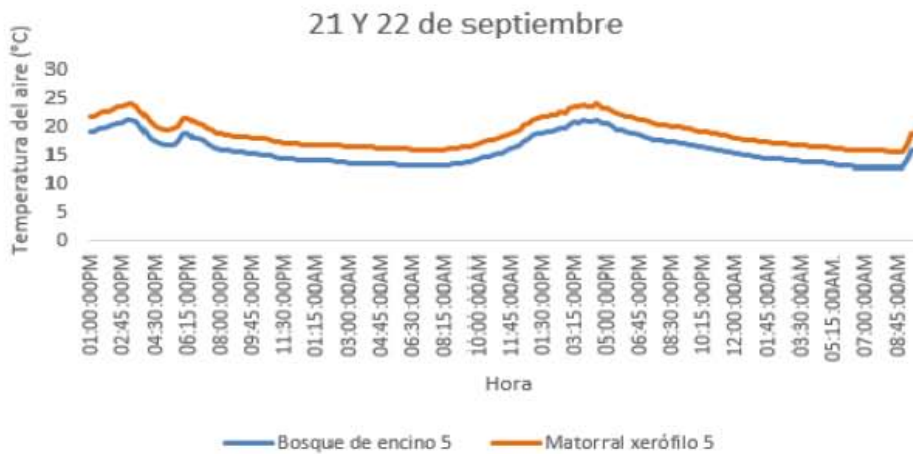


Figura A2.3. Variación diaria (horario de verano) de la temperatura en el mes de septiembre del 2015 en dos tipos de vegetación (bosque y matorral).

a)



b)



c)



Figura A2.4. Variación diaria de la humedad relativa (%) en el mes de abril del 2015 en dos tipos de vegetación (bosque y matorral).

a)



b)



c)



d)

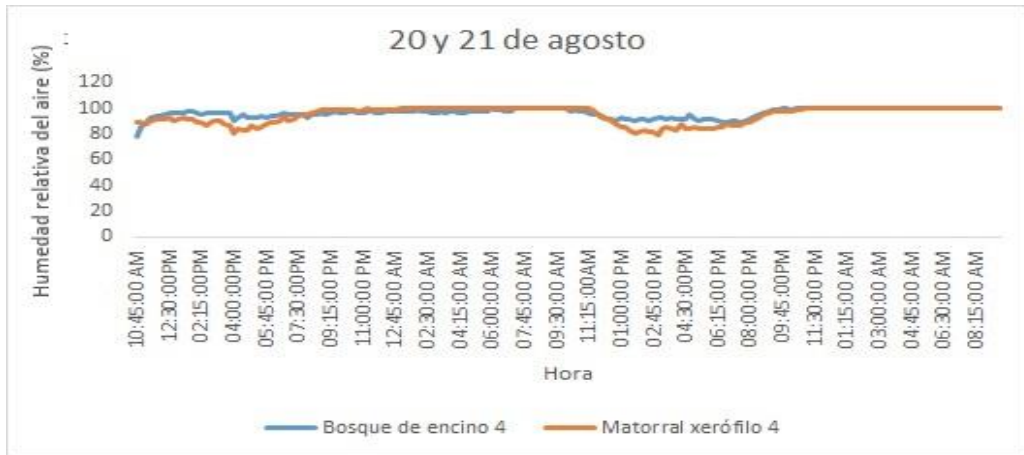
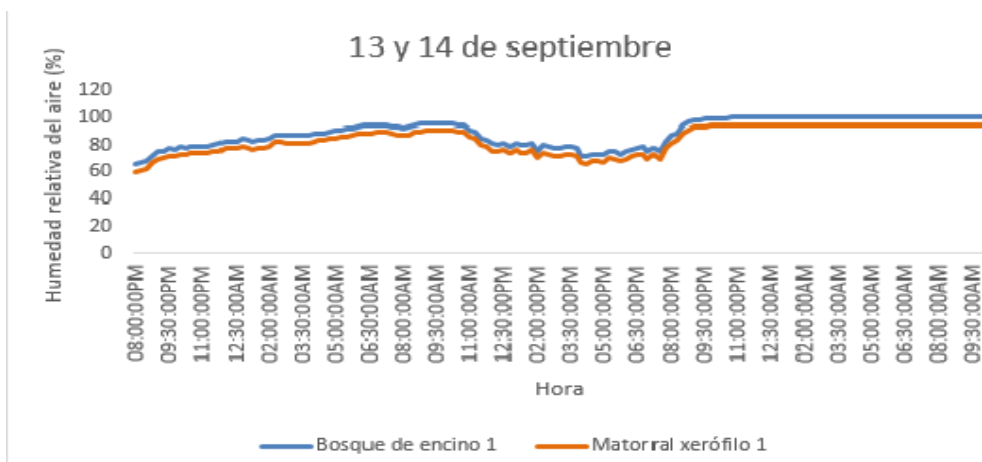
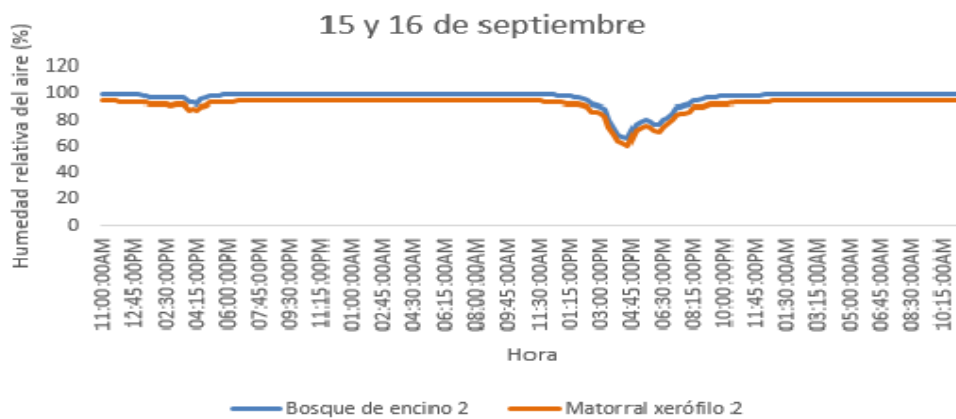


Figura A2.5. Variación diaria (horario de verano) y la humedad relativa (%) en el mes de agosto del 2015 en dos tipos de vegetación (bosque y matorral).

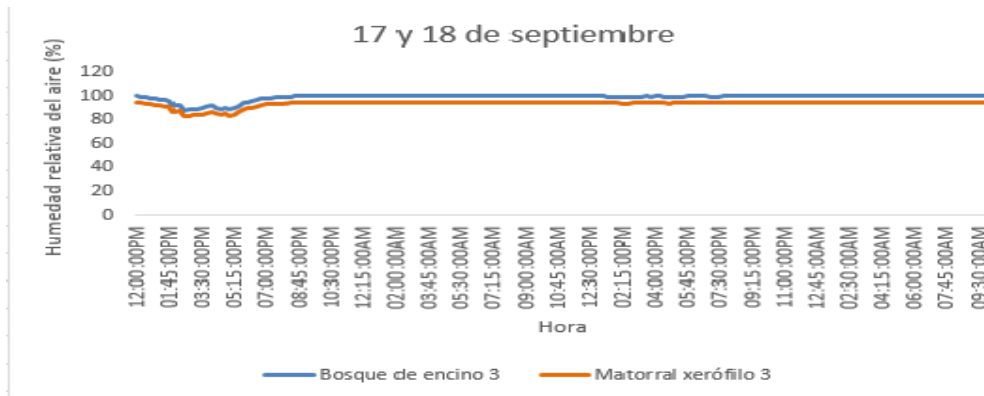
a)



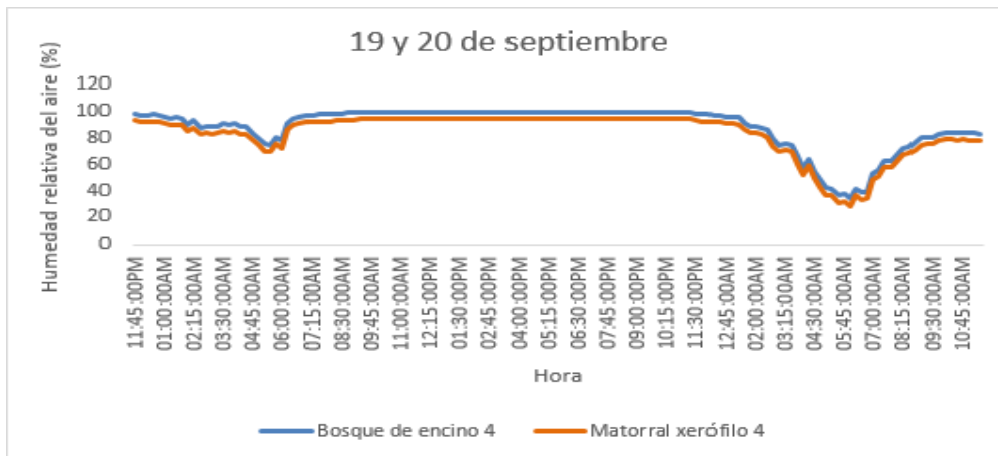
b)



c)



d)



e)

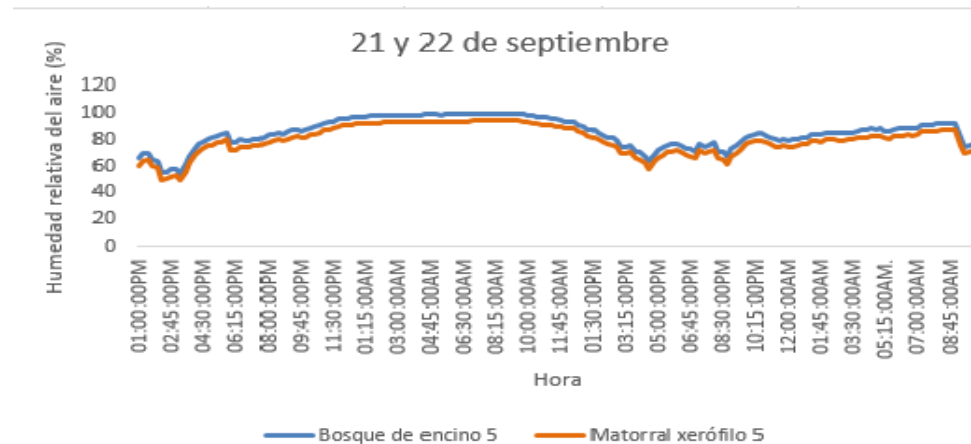


Figura A2.6. Variación diaria (horario de verano) de la humedad relativa (%) en el mes de septiembre del 2015 en dos tipos de vegetación (bosque y matorral)