



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE ROEDORES EN CIUDAD
UNIVERSITARIA, D.F., CON ÉNFASIS EN *Peromyscus gratus*
(MURIDAE)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A:

ADRIANA GARMENDIA CORONA



DIRECTOR DE TESIS: DR. ZENÓN CANO SANTANA
2009



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.

Hoja de datos del Jurado

<p>1. Datos del alumno Garmendia Corona Adriana 55 54 13 48 Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ciencias Biología 30169002-5</p>
<p>2. Datos del tutor Dr. Zenón Cano Santana</p>
<p>3. Datos del sinodal 1 Dr. Víctor Sánchez-Cordero Dávila</p>
<p>4. Datos del sinodal 2 Dr. Enrique Martínez Meyer</p>
<p>5. Datos del sinodal 3 M. en C. José Cuauhtémoc Chávez Tovar</p>
<p>6. Datos del sinodal 4 M. en C. Iván Israel Castellanos Vargas</p>
<p>7. Datos del trabajo escrito Distribución y abundancia de roedores en Ciudad Universitaria, D.F., con énfasis en <i>Peromyscus gratus</i> (Muridae) 71 p 2009</p>

*A la memoria de Tobías Garmendía Corona
Gracias por entrar por esa reja hace 17 años y
compartir tu vida conmigo.*

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a mis padres por ser los grandes luchadores que son y dar lo mejor de sí para que yo sea feliz y esté donde estoy. A mi hermano por tantos momentos de risa colectiva, aventuras y apoyo incondicional. Los amo.

A mi segunda familia: los Luis-Castillo por su cariño, cuidado, apoyo y deleite culinario, en especial a Elena, por saber escucharme y aconsejarme: por ser una hermana.

Agradezco al PAMIME por el apoyo al proyecto “Regeneración ecosistémica de áreas de vegetación natural de Ciudad Universitaria y su Reserva Ecológica sujetas a restauración ecológica”, lo que resultó en un apoyo económico para mi.

A mi queridísimo tutor, Dr. Zenón Cano Santana, por compartirme su pasión por la ecología y hacer que me enamorara de ella. Por arriesgarse y darme la oportunidad de trabajar con él en un rubro nuevo. Por escucharme, apoyarme y aconsejarme no sólo académicamente, sino también en lo personal.

A mi comité revisor por sus aportaciones para la mejora de este escrito, en especial mi gratitud a el M. en C. Cuauhtémoc Chávez porque más que un sinodal fue un co-tutor de este trabajo. Gracias por enseñarme a trabajar con roedores, atender mis dudas en cualquier momento y aportar valiosas ideas a este trabajo.

Al Dr. Antonio Lot Helgueras por el préstamo de las trampas Sherman y expedición de permisos para la REPSA. Sin su ayuda este trabajo no hubiera sido posible.

A la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología y la Colección de Mamíferos del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” de la Facultad de Ciencias. En especial, gracias a la M. en C. Yolanda Hortelano Moncada por su tiempo y dedicación invertidos en la identificación de los ejemplares.

A la Dra. Silvia Buntix Dios por todas las facilidades para muestrear dentro de las instalaciones de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Al Biol. Marco A. Romero Romero, por su apoyo técnico en el mantenimiento del equipo de cómputo.

A todos los maestros y amigos del laboratorio de ecología de artrópodos terrestres y del taller de ecología terrestre y manejo de recursos bióticos por formar parte de mi formación. En especial a la M. en C. Irene Pisanty, al M. en C. Iván Castellanos y al Biol. Víctor López. Gracias por todos sus comentarios para mejorar el escrito, por resolver mis dudas y su apoyo.

A mis entrañables amigos: Fernando, Sandino, Sofía y Valeria. Gracias por compartir tantos momentos conmigo, por hacerme sonreír y reír tanto. Pero sobre todo por estar conmigo siempre en los malos tiempos, por dejarme recargarme en su hombro y mojárselos de lágrimas, por escucharme y preocuparse por mí. ¡Los adoro!

¡A la bandita!: Adam, Carolina, Duhyadi, Erandi, Gálvez, Isaac, Israel, Marel, María, Miguelón, Pablo, Paco, Rafa, Úrsula. Gracias por dejar una huella en mi vida. Los quiero.

Y finalmente pero no por eso menos importante a: Adam Campos, Arturo Garmendia, Cuauhtémoc Chávez, Emmanuel Zeno, Erandi Saucedo, Fernando Guerrero, Gabriel Gálvez, Isabel Camarena, Jaime Acosta, Javier García, Juan Ponce, María Albarrán, Mauricio Montaña, Miguel Blanco, Olga Corona, Pablo Luis-Castillo, Rafael Hernández, Sergio Nicasio, Úrsula Abad y Valeria Hansberg. Muchas gracias por desmañarse, insolarse, cortarse, asustarse, enredarse, picarse, caerse, mojarse y cualquier otra clase de aventura que vivimos juntos para sacar estos datos. Sin su valiosa ayuda me habría sido, en verdad, imposible realizar este trabajo. Muchísimas gracias.

A la máxima casa de estudios, la UNAM.

A la hermosa y siempre sorprendente Reserva.

ÍNDICE

Resumen

I. INTRODUCCIÓN

1.1. La urbanización	1
1.2. Fauna silvestre y la fragmentación del hábitat	1
1.3. Mamíferos pequeños como bioindicadores	3
1.4. Ciudad Universitaria	4

II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

7

III. SITIO DE ESTUDIO

8

IV. SISTEMA DE ESTUDIO

10

V. MÉTODOS

5.1. Selección de sitios	14
5.2. Muestreo de roedores	14
5.3. Muestreo de mamíferos medianos y grandes	17
5.4. Análisis de datos	17

VI. RESULTADOS

6.1. Composición y distribución faunística	20
6.1.1. <i>El trampeo de roedores</i>	
6.1.2. <i>Registro de otros mamíferos silvestres</i>	

6.2. Abundancia de roedores	21
6.3. Análisis discriminante	28
6.4. Valor de conservación	33
VII. DISCUSIÓN	
7.1. Los roedores y otros mamíferos de Ciudad Universitaria	35
7.2. Roedores indicadores	36
7.2.1. <i>Peromyscus gratus</i> , <i>indicador de conservación</i>	
7.2.2. <i>Peromyscus melanophrys</i> , <i>indicador de disturbio intermedio</i>	
7.2.3. <i>Mus musculus</i> , <i>Rattus norvegicus</i> y <i>Rattus rattus</i> , <i>indicadores de disturbio intenso</i>	
7.3. Los roedores exóticos	39
7.4. Interacción con la fauna feral	41
7.5. Calidad conservadora y amortiguadora de las zonas de amortiguamiento y áreas verdes de CU	41
7.6. Otras recomendaciones de estudio	48
7.6.1. <i>Identificación</i>	
7.6.2. <i>Interacción roedores exóticos</i>	
7.7. Propuestas para el manejo de la REPSA	49
VIII. CONCLUSIONES	51
LITERATURA CITADA	53
ANEXO	63

Garmendia-Corona, A. 2009. Distribución y abundancia de roedores en Ciudad Universitaria, D.F., con énfasis en *Peromyscus gratus* (Muridae). Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 71 pp.

Resumen

Ante la fragmentación de los ecosistemas a causa de la urbanización, urge valorar y conservar las áreas verdes remanentes dentro de estos sistemas, ya que éstas pueden fungir como reservorios de vida silvestre. En este estudio se evaluó la distribución y abundancia de los roedores que habitan en el *campus* Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de México (CU), D.F. (México) y su Reserva Ecológica, con énfasis en *Peromyscus gratus* (Muridae), para verificar la función amortiguadora de las áreas formales de amortiguamiento de la Reserva, así como de las áreas verdes no protegidas como hábitats y corredores biológicos enclavados dentro de un sistema urbano. Asimismo, se busca determinar el valor de conservación de estas áreas en relación a parcelas de referencia localizadas en las zonas núcleo de la Reserva, y conocer los mamíferos silvestres medianos y grandes que mantienen actividad en áreas de CU. Se hicieron tres muestreos de roedores con trampas Sherman en tres periodos febrero-marzo, junio-julio y octubre-noviembre de 2008, en 28 parcelas de estudio, 15 localizadas en zonas verdes no protegidas, seis en zonas núcleo de la Reserva Ecológica y siete localizadas en las áreas de amortiguamiento de la misma. Se determinó el valor de conservación (VC) de cada una de las 28 parcelas otorgándole puntos en un rango del uno al diez (uno para el sitio con el menor valor para la conservación y diez para el sitio con mayor valor para la conservación) considerando 10 variables: la abundancia de *P. gratus* y *M. musculus*, la riqueza de roedores, el grado de disturbio del sitio, la heterogeneidad topográfica, la cobertura de vegetación nativa, la cobertura de vegetación exótica, la presencia de otros mamíferos silvestres, la presencia de fauna feral y presencia humana. Se registraron

ocho especies de roedores: *Baiomys taylori*, *Mus musculus*, *Neotoma mexicana*, *Peromyscus gratus*, *P. melanophrys*, *Rattus norvegicus*, *Rattus rattus* y *Reithrodontomys fulvescens*; así como otras siete especies de mamíferos: el tlacuache (*Didelphis virginiana*), la ardilla gris (*Sciurus aureogaster*), el ardillón (*Spermophilus variegatus*), el zorrillo manchado (*Spilogale gracilis*), el conejo castellano (*Silvilagus floridanus*) y el cacomixtle (*Bassariscus astutus*). *Peromyscus gratus* fue más abundante en áreas conservadas, mientras que *P. melanophrys* lo fue en áreas sujetas a disturbio intermedio, en tanto que las especies exóticas, *M. musculus* y *Rattus* spp., se encuentran en áreas con disturbio intenso y presencia humana. El VC de las parcelas ubicadas en zonas núcleo varió entre 77 y 94, mientras que las parcelas localizadas en zonas de amortiguamiento y áreas verdes no conservadas registraron VC que variaron 47 y 92, y entre 16 y 85, respectivamente. Las áreas verdes AV-21 (localizada dentro de la Facultad de Ciencias) y AV-28 (ubicada a un costado de la Avenida Insurgentes y enfrente de la zona de amortiguamiento A7-Biomédicas), tienen alto valor de conservación, por lo que se sugiere su protección formal. Se concluye que las áreas verdes no protegidas mantienen poblaciones de fauna silvestre, por lo que la conservación y el manejo cuidadoso de estas áreas es fundamental no sólo para la dispersión y colonización de fauna silvestre, sino por los servicios ecosistémicos que ofrecen dentro de sistemas urbanizados.

Palabras clave: urbanización, roedores, áreas verdes, amortiguamiento, Ciudad Universitaria.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. La urbanización

La urbanización es un proceso donde las áreas naturales son transformadas para cubrir necesidades humanas, lo cual generalmente involucra la destrucción de los sistemas naturales para suplantarlos por infraestructura urbana lo que conlleva muchas veces que la biota nativa sea removida y reemplazada por elementos exóticos (Adams *et al.*, 2006). Un ecosistema urbano, entonces, es cualquier sistema que se ve afectado en su paisaje por los humanos quienes los usan como espacios de habitación, trabajo, educación o recreación, entre otras actividades. La urbanización reduce el tamaño los hábitats originales y también los fragmenta en un mosaico de parches de diferente tamaño, forma y composición, ocasionando efectos negativos en las poblaciones de especies silvestres (Dickman, 1987; Smith, 1993).

Según Smith (1993) las principales consecuencias negativas de la fragmentación de un hábitat por la urbanización son: (1) la reducción de las posibilidades de dispersión de los organismos y su consecuente pérdida en la diversidad genética, (2) la extinción de ciertas poblaciones, (3) la reducción en el tamaño poblacional, y (4) el favorecimiento de la dispersión de especies invasivas y exóticas que desplazan o depredan a las locales.

1.2. Fauna silvestre y la fragmentación del hábitat

En los ecosistemas urbanizados, los parches remanentes de hábitats naturales funcionan como nuevas áreas de colonización dentro del paisaje urbano (Adams *et al.*, 2006). Sin embargo, no todas las especies responden de igual manera a la fragmentación. En el caso de mamíferos, algunas especies pueden adaptarse bien a hábitats sumamente fragmentados, mientras que otras especies no lo logran debido a que tienen requerimientos especializados

de hábitat (Wolff, 1999; Schmid-Holmes y Drickamer, 2001; Barko *et al.*, 2003). Por ejemplo, el tlacuache (*Didelphis virginiana* Kerr), la zorra roja (*Vulpes vulpes* Linneaus), la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus* Schreber), el coyote (*Canis latrans* Say), el ratón doméstico (*Mus musculus* Waterhouse) y las ratas (*Rattus* spp.), son beneficiados por los asentamientos urbanos (p. ej., los asociados con depósitos basura), manteniendo grandes poblaciones alrededor de este tipo de lugares (Dickman, 1987; Dickman y Doncaster, 1987; Adams *et al.*, 2006; Castellanos, 2006). En particular, los mamíferos pequeños, los reptiles y los anfibios que están restringidos a áreas pequeñas, tienen problemas para llevar a cabo movimientos de un parche a otro en búsqueda de mejores hábitats (Dickman, 1987; Dickman y Doncaster, 1987; 1989; Chambers, 2002).

La dinámica poblacional que tienen los animales silvestres dentro de hábitats fragmentados es afectada por numerosos factores (Schmid-Holmes y Drickamer, 2001; Morrison, 2002): (1) el contexto del paisaje; (2) la estructura de las metapoblaciones y la recolonización; (3) el tipo de vegetación; (4) la cobertura de la vegetación; (5) el tamaño del parche; (6) la forma del parche; (7) la distancia entre parches; (8) la longitud de los bordes; (9) la historia natural de las especies; (10) la abundancia y composición de depredadores, parásitos y competidores; y (11) el microambiente de los parches. Sin embargo, la información sobre las poblaciones de animales silvestres en ecosistemas urbanizados es escasa y la que se tiene es con aves, desconociéndose así la dinámica poblacional de mamíferos, reptiles, anfibios e invertebrados (Garden *et al.*, 2006).

1.3. Los mamíferos pequeños como bioindicadores

Una especie indicadora, también conocida como bioindicador (*sensu* Landres *et al.*, 1988), es aquella cuyas características (presencia, densidad poblacional, dispersión o éxito reproductivo, entre otras) son usados como un índice de atributos que son demasiado difíciles, inconvenientes o costoso de medir para otras especies o condiciones ambientales de interés. En este trabajo se busca determinar qué mamíferos pequeños (*i.e.*, con un peso corporal menor a 5 kg [Romero-Almaraz *et al.*, 2000], como los roedores) pueden ser indicadores de las funciones amortiguadoras de las áreas verdes de Ciudad Universitaria, D.F. (México). Este tipo de organismos puede ser adecuado para estos fines con base en las siguientes razones:

1. Tienen funciones importantes dentro de los ecosistemas como: dispersores de semillas, de esporas y de propágulos de plantas vasculares, hongos y líquenes, además de ser presas primarias de muchos depredadores como: mamíferos, serpientes y aves (Cockle y Richardson, 2003; Pearce y Venier, 2005).
2. Son fáciles de marcar y de seguir sus patrones de movimiento, así como para determinar sus dinámicas poblacionales (Barrett y Peles, 1999).
3. Algunas especies de mamíferos pequeños están asociadas o son dependientes de áreas muy conservadas (Cockle y Richardson, 2003).
4. Su estudio es útil para analizar el paisaje, ya que de éstos se tiene información detallada referente a su historia de vida, dispersión, biología y ecología (Barrett y Peles, 1999).

Por lo anterior, muchos trabajos que analizan ambientes fragmentados, manejo de ecosistemas o monitoreo de áreas naturales toman como modelo de estudio a éstos (ver, p.

ej., Fahrig y Merriam, 1985; Dickman y Doncaster, 1987; 1989; Kremen, 1992; Andreassen *et al.*, 1998; Bender *et al.*, 1998; Peles *et al.*, 1999; Bentley *et al.*, 2000; Lomolino y Perault, 2001; Schmid-Holmes y Drickamer, 2001; Barko *et al.*, 2003; Cockle y Richardson, 2003; Pearce y Venier, 2005; Cimé, 2006; Cavia *et al.*, 2009; Chávez y Ceballos, 2009).

1.4. Ciudad Universitaria

Un ejemplo de sistema urbanizado es Ciudad Universitaria que se asienta sobre el Pedregal de San Ángel, un ecosistema originado por la erupción del volcán Xitle y conos adyacentes, ocurrida hace 1670 años (Siebe, 2000) y que tenía una extensión original de 80 km² (Álvarez *et al.*, 1982). Dada la gran heterogeneidad del sustrato ocasionada por la solidificación de la lava, es posible encontrar diversos macro y microambientes, entre los que se encuentran grietas, hondonadas, oquedades, planos, paredes y promontorios (Santibañez, 2005), los cuales han sido sitios ideales para el establecimiento de una gran cantidad de especies tanto vegetales como animales (Álvarez *et al.*, 1982).

En la parte baja de este derrame de lava se asentó una comunidad de matorral con asociación de palo loco (*Senecio [=Pittocaulon] praecox* [Cav.] H. Rob. *et. R. D. Brettell*) que originalmente ocupaba una superficie de 40.45 km². En sólo 30 años (1950-1980) el avance de la mancha urbana dejó sólo 2.9 km² lo que significa una reducción del 90% de este hábitat (Rojo, 1994) y aún sigue este proceso. Una pequeña área de este matorral xerófilo quedó inmerso en los terrenos de Ciudad Universitaria (CU), que es el *campus* principal de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Con la finalidad de conservar esta comunidad única, se creó en 1983 dentro de los territorios de CU la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria

(REPSA) (Rojo, 1994), la cual actualmente se extiende en 237 ha repartidas en tres zonas núcleo: Poniente, Oriente y Sur-Oriente que comprenden 171 ha y 13 zonas de amortiguamiento: A1-Circuito exterior (Porción Norte), A2-Circuito exterior (Porción Sur), A3-Cantera Oriente, A4-Senda Ecológica, A5-Paseo de las Esculturas, A6-Centro Cultural, A7-Biomédicas, A8-Biológicas, A9-Estadio de Prácticas, A10-Jardín Botánico, A11-Vivero Alto, A12-Espacio Escultórico y A13-Zona Administrativa Exterior, que comprenden 66 ha. Las zonas núcleo son las áreas de la Reserva Ecológica de mayor superficie y en mejor estado de conservación, con una gran riqueza biológica, que por lo mismo están sujetas a protección estricta (UNAM, 2005). Las zonas de amortiguamiento, por su parte, son las áreas sujetas a uso restringido para garantizar la protección ambiental; su presencia permite reducir el efecto de la perturbación antrópica sobre las zonas núcleo (UNAM, 2005). A pesar de que estas zonas de amortiguamiento no tienen protección estricta, se estima que su importancia biótica es alta (ver, p.ej., Maravilla-Romero y Cano-Santana, 2009).

En general, se cree que el éxito de una población depende de la habilidad que los individuos tienen para moverse de una subpoblación a otra (Morrison, 2002), lo cual es posible si existen corredores que comuniquen a las subpoblaciones. En este contexto, las zonas de amortiguamiento de la REPSA y las áreas verdes de CU funcionan como corredores biológicos que pueden ser esenciales para promover la conectividad entre parches permitiendo la dispersión de los organismos, tal como se ha discutido en la literatura (ver, p. ej., Lindenmayer y Franklin, 2002; Morrison, 2002). Las zonas de amortiguamiento y las áreas verdes representan rutas de paso para especies que pueden vivir en la matriz (representada por las zonas núcleo) o en un parche, aunque su área de actividad sea muy extensa (como el caso de mamíferos medianos o grandes), y también pueden servir como una extensión de la

matriz que permite cierto grado de residencia para algunas especies de mamíferos pequeños (Morrison, 2002). La distancia entre los parches tiene un efecto mayor sobre organismos que tienen una área de dispersión corta, como es el caso de mamíferos pequeños, anfibios e invertebrados terrestres (Adams *et al.*, 2006). Es por esto que cualquier designación, alteración o manejo que se tenga de las zonas de amortiguamiento puede tener un efecto trascendente sobre la biota de las áreas núcleo, tal como lo discuten Maravilla-Romero y Cano-Santana (2009).

A pesar de la gran riqueza de especies que alberga la REPSA: 350 plantas vasculares, más de 817 artrópodos, 105 aves, 34 mamíferos, 13 de anfibios y reptiles, 40 hongos macromicetos y 15 micorrícicos arbusculares (Cano-Santana, 2004; Rueda-Salazar y Cano-Santana, 2009), al verse inmersa en la segunda ciudad más grande del mundo, no está exenta de los problemas asociados a la fragmentación y urbanización de las áreas de vegetación natural que la rodean. Este proceso afecta a la fauna silvestre de la REPSA, incluyendo a sus mamíferos. Los primeros registros de la riqueza mastofaunística del Pedregal varían entre 34 y 39 especies (Soberón *et al.*, 1994; Hortelano-Mocada *et al.*, 2009); sin embargo, registros posteriores, como el de Negrete y Soberón (1994), reportan sólo 22 especies siendo los órdenes Chiroptera (30%) y Rodentia (15%) los mejor representados. Chávez (1993) discute que la diversidad de mamíferos pequeños de la REPSA es baja debido a la fragmentación y destrucción de su hábitat, hecho que ha propiciado la extinción local de ciertas especies, lo cual coincide con la opinión de otros autores (p. ej., Villa, 1952 ; Ceballos y Galindo, 1984; Negrete, 1991; Chávez y Ceballos, 2009). Se sugiere que han subsistido únicamente aquellas especies de mamíferos que han tolerado la urbanización y la fragmentación (Chávez, 1993).

II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

El objetivo general de este trabajo es conocer la distribución y abundancia de los roedores en Ciudad Universitaria, D.F. (CU), en especial la de *Peromyscus gratus* (Muridae). Esto con el fin de evaluar (1) si las zonas de amortiguamiento de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria (REPSA) están cumpliendo con sus objetivos de mantener fauna silvestre en este caso roedores, y (2) establecer si las áreas verdes no protegidas de CU tienen potencial como zonas de amortiguamiento, tanto para *P. gratus* como para otras especies de roedores silvestres de la comunidad.

Los objetivos particulares derivados del anterior son:

1. Determinar cuáles son las especies de roedores que se encuentran en CU.
2. Obtener el valor de conservación de las zonas de amortiguamiento de la REPSA y áreas verdes de CU, en relación con las zonas núcleo.
3. Conocer los mamíferos silvestres medianos y grandes que mantienen actividad en áreas de CU.

Se espera que dentro de CU aquellas áreas (protegidas o no) que reúnan las siguientes características: sustrato basáltico, vegetación nativa y sin perturbación antrópica mantengan poblaciones del ratón piñonero (*Peromyscus gratus*), en tanto que las áreas verdes urbanizadas desprovistas de sustrato basáltico, vegetación nativa y con perturbación antrópica no mantendrán poblaciones de esta especie ni de otros roedores nativos.

III. SITIO DE ESTUDIO

El *campus* principal de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) es Ciudad Universitaria (CU), y está asentado en el extremo norte del derrame de lava conocido como Pedregal de San Ángel, al sur de la ciudad de México (19° 19´ norte; 99°11´ oeste) con un área total de 730 ha (Leal, 2007). El 20 de noviembre de 1952 fue inaugurado el primer Circuito Escolar cuya extensión es de 176.5 ha y contiene alrededor de 50 edificios (UNAM, 2008), actualmente CU está conformada por los circuitos Escolar, Exterior, de Investigación Científica y Mario de la Cueva; el Centro Cultural Universitario, el Estadio Olímpico y la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria (REPSA), que comprende 200 ha de construcciones y 60 ha de áreas jardinadas, 23 km de caminos, calles y andadores de concreto, y 35 ha de áreas de estacionamiento (UNAM, 2008). La REPSA, en particular, cubre un área de 237.3 ha, 171.1 de las cuales pertenecen a sus zonas núcleo y 66.2 a sus zonas de amortiguamiento (UNAM, 2005).

A pesar del gran desarrollo urbano que representa la CU, el acelerado crecimiento de la ciudad (100,000 visitantes por día) y la comunidad universitaria (150,000 universitarios por día) aceleran el deterioro de las áreas verdes de este campus (Mendoza-Hernández y Cano-Santana, 2009).

El clima de la zona es templado subhúmedo con lluvias en verano (Cb [w₁] [w] de acuerdo con Köppen, modificada por García [1988]). Su temperatura media anual es de 15.5 °C con una precipitación media anual de 870 mm (Valiente-Baunet y De Luna, 1990). Presenta una estacionalidad marcada con la temporada de seca en verano de noviembre a mayo y temporada de lluvia de junio a octubre (Meave *et al.*, 1994).

La REPSA y las zonas de vegetación natural de CU presentan las siguientes características generales. Su sustrato es roca volcánica que dependiendo de la forma en que ésta se solidificó encontramos seis tipos de microambientes: grietas (fisuras de las rocas con profundidad variable), hondonadas (zonas de depresión, cóncavas de poco a muy profundo), oquedades (zonas profundas y estrechas), planos (sitios con roca expuesta sin cambios en la profundidad del suelo), paredes (muros verticales de roca volcánica) y promontorios (micrositios con roca expuesta y fragmentada) (Castillo-Argüero *et al.*, 2004; Santibañez, 2005), proporcionando así una cantidad de hábitats para diversas especies, que conlleva a una alta riqueza de especies.

La comunidad biótica asociada a las áreas de sustrato volcánico original (sobre todo la REPSA) presenta una red trófica compleja en la cual pueden reconocerse especies importantes de animales para el flujo de materia y energía, entre las que se cuentan (Cano-Santana, 1994): el chapulín (*Sphenarium purpurascens* Charpentier), el conejo castellano (*Sylvilagus floridanus* J. A. Allen), el tlacuache (*Didelphis virginiana*), el zorrillo listado (*Mephitis macroura* Lichtenstein), el cacomixtle (*Bassariscus astutus* Lichtenstein) y el ratón piñonero (*Peromyscus gratus* Merriam). La REPSA proporciona servicios ecosistémicos valiosos a los habitantes de la capital del país (Nava-López *et al.*, 2009), entre los que se encuentran: de *provisión*: alimento, especies medicinales, especies ornamentales, recursos genéticos, madera, combustible y productos no maderables, de *regulación*: cantidad de agua, calidad de agua y polinización, de *sopORTE*: producción primaria, ciclaje de nutrientes y flujos de energía y cadenas tróficas y *culturales*: investigación académica, belleza escénica, recreación y herencia cultural. Sin embargo, todavía hace falta investigar el valor que tienen

otros fragmentos de pedregal tanto dentro de CU como de la Ciudad de México (Lot y Camarena, 2009).

IV. SISTEMA DE ESTUDIO

Se ha reportado que la REPSA alberga entre siete y 13 especies de roedores (Negrete y Soberón, 1994; Hortelano-Moncada *et al.*, 2009) siendo la más abundante *Peromyscus gratus* y siguiéndole *Neotoma mexicana* Baird, *Reithrodontomys fulvescens* J.A. Allen y *Baiomys taylori* Thomas (Chávez, 1993; Granados, 2008; Chávez y Ceballos, 2009).

Peromyscus gratus, según Chávez (2005), tiene la siguiente descripción. Es un ratón de tamaño mediano (longitud total = 171 a 231 mm; longitud de la cola = 76 a 123 mm; pata = 20 a 27 mm; oreja = 18 a 25 mm), su peso va de los 20 a 33 g, su coloración dorsal es gris claro levemente mezclado con amarillento sobre fondo gris, presenta una línea lateral de color ante y la coloración del vientre es blanca. La cola es bicolor, parda por arriba y blanquecina debajo. Habita de 1710 a 2700 m s.n.m. en matorrales de regiones áridas, bosques húmedos, bosques de pino-encino, derrames lávicos, valles abiertos y terrenos de cultivos. Hace sus madrigueras en las fisuras de las rocas y tiene habilidades semiarborícolas. En México se reproduce en los meses de mayo a diciembre pero con mayor frecuencia a fin de la temporada de lluvias. El periodo de gestación es de 25 a 27 días, y nacen en promedio tres crías por parto. Son destetados entre los 21 y 28 días y a los 50 días son sexualmente maduros.

Es omnívoro, pero se localiza en el tercer nivel trófico de la comunidad del Pedregal de San Ángel (Cano-Santana, 1994) su dieta consiste principalmente de materia vegetal verde,

semillas y hongos, aunque en ocasiones llega a consumir insectos y otros invertebrados, entre los cuales se encuentra el chapulín *S. purpurascens* (C. Chávez, com. pers.).

Un estudio acerca del ámbito hogareño y hábito alimentario del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en la REPSA reveló que de todas sus presas, *P. gratus* es el mamífero del que se alimenta más frecuentemente (Castellanos, 2006).

Neotoma mexicana, con base en Zarza y Ceballos (2005), es una rata de tamaño intermedio (longitud total = 285 a 421 mm; longitud de la cola = 133 a 216 mm; pata = 33 a 41 mm; oreja = 25 a 30 mm), su peso va de los 151 a 253 g, su coloración del dorso varía entre grisáceo claro hasta café rojizo, la coloración del vientre es blanca. La cola es bicolor, negra en la parte dorsal y blanca en la ventral. Se le ha registrado desde el nivel del mar hasta los 4045 m s.n.m. Habita en ambientes rocosos, con bosques abiertos o arbustivos. Tienen dos picos reproductivos al año, de mayo a junio y de septiembre a noviembre. El período de gestación es de 33 días con un intervalo de 31 a 34 días. El tamaño de la camada es de una a tres crías. Se alimentan principalmente de vegetales verdes pero, también de frutos, semillas, bellotas, hongos y cactus.

Reithrodontomys fulvescens, de acuerdo con Sánchez y Oliva (2005), es un ratón pequeño (longitud total = 134 a 200 mm; longitud de la cola = 72 a 116 mm; pata = 16 a 22 mm; oreja = 11 a 17 mm), su peso va de los ocho a 12 g, su coloración es entre café rojizo y negruzco. La cola es larga y puede exceder entre el 10 y 50% de la longitud de la cabeza y cuerpo. Su rasgo característico está en un surco longitudinal prominente en los incisivos como todos los del género. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta los 2600 m s.n.m. en pastizales, sitios rocosos, con parches de matorral. Se reproducen todo el año. La gestación

dura alrededor de 22 días y tienen un promedio de tres crías. Son omnívoros alimentándose principalmente de semillas e invertebrados.

Baiomys taylori, según Chávez y Espinosa (2005), es una de las especies más pequeñas de Norteamérica (longitud total = 87 a 123 mm; longitud de la cola = 34 a 53 mm; pata = 12 a 15 mm; oreja = nueve a 12 mm), el color de la parte dorsal va del café-rojizo a gris oscuro o negro, el vientre es gris con extremos blancos. El color de la cola puede ser gris o bicolor. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta los 2450 m s.n.m. principalmente en pastizales, matorral xerófilo, bosque espinoso, coníferas y encino, además de áreas de cultivo. Se reproducen todo el año con una máxima actividad a finales de otoño y principios de primavera con una gestación de 20 a 23 días. El tamaño de la camada es de dos a cinco crías por camada. Se alimenta de semillas de pastos, de hojas y raíces de hierbas.

En este trabajo se hizo énfasis en la presencia de *P. gratus*, suponiendo que éste es un buen indicador de sitios conservados debido a las siguientes razones: (1) es un mamífero pequeño (Chávez, 2005); (2) es el mamífero más abundante en la REPSA, con una densidad de 58 ind/ha en diciembre (Chávez, 1993; Chávez y Ceballos, 1994; Negrete y Soberón, 1994; Granados, 2008); (3) se tiene bien estudiada su historia natural (Chávez, 2005); y (4) cumple con algunas características descritas por Wolff (1999), que hacen a una especie buena colonizadora de hábitats fragmentados (Cuadro 1), tales como ser terrestre, generalista y omnívora (Chávez, 2005). A pesar de que existen otros roedores silvestres dentro de la REPSA, éstos mantienen poblaciones más pequeñas, tal como es el caso de *Reithrodontomys fulvescens*, *Neotoma mexicana* y *Spermophilus variegatus* Erxleben (Chávez, 1993), por lo que el uso de éstos como indicadores no sería adecuado. Además, la gran amplitud de dieta y la gran capacidad de dispersión y colonización de los ratones del

género *Peromyscus* sugieren que los ratones de este género pueden ser mejores bioindicadores del estado de conservación de un hábitat (ver Wolff, 1999).

Cuadro 1. Características de especies de animales que son buenas colonizadoras de paisajes fragmentados como medida de la habilidad de dispersarse (Wolff, 1999).

Rasgo	Habilidad de dispersión
Modo de vida	Aéreo > terrestre > arborícola > fosorial > acuático (agua dulce)
Grado de especialización	Generalista > especialista
Comportamiento espacial	No territorial > territorial
Sexo	Hembras = Machos
Tamaño corporal	Grande > pequeño
Nivel trófico	Carnívoros > omnívoros > herbívoros
Movilidad	Migratorios > no migratorios
Sociabilidad	Asociales > sociales

V. MÉTODOS

5.1. Selección de sitios

Dentro de los terrenos de Ciudad Universitaria se seleccionaron de modo aleatorio con ayuda de una foto aérea y con el Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcView versión 3.1 un total de 28 parcelas de 1200 m² cada una (Figura 1). De éstas, 15 se ubicaron en áreas verdes no protegidas (AV) y siete en zonas de amortiguamiento (A) de la REPSA. Como zonas conservadas de referencia se seleccionaron seis parcelas del mismo tamaño dentro de las tres zonas núcleo (N) de la REPSA. En general, se trató de que, si fuera posible, se ubicaran parcelas pareadas, lo cual dependía de la superficie de cada área seleccionada y del grado de urbanización y perturbación antrópica.

5.2. Muestreo de roedores

Con el fin de determinar la abundancia de *P. gratus* así como la presencia de otros roedores, en cada parcela se colocaron 20 trampas tipo Sherman (28 × 8 × 9 cm) separadas entre sí por una distancia de 10 m, formando así un reticulado de trampas de cinco columnas y cuatro hileras, cuya área abarcaba 1200 m². Las trampas fueron cebadas con una mezcla de crema de cacahuete, avena y esencia de vainilla. El trampeo se realizó en tres periodos: febrero-marzo (1), junio-julio (2) y octubre-noviembre (3) de 2008 durante luna nueva debido a que en esos días se presenta la mayor actividad de roedores.

Cada reticulado de trampas fue muestreado por dos días consecutivos. Los roedores capturados fueron marcados con esmalte de uñas Revlon® (“cream raven red”, México, D.F.) en la pata trasera derecha y en el pecho y fueron liberados en el lugar de captura, a excepción de las especies exóticas a las cuales se les aplicó eutanasia a partir del segundo periodo de

muestreo. Las especies capturadas fueron identificadas en el campo con las descripciones de Ceballos y Galindo (1984) y ejemplares de la Colección de Mamíferos del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” de la Facultad de Ciencias, UNAM. También se colectaron y depositaron tres especímenes en el campo para cerciorarse de la correcta identificación de *Peromyscus melanophrys* Coeus en la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología, UNAM.



Figura 1. Localización de los sitios de estudio dentro de Ciudad Universitaria (señalada con borde de color azul). Con borde de color rojo se presentan los límites de las zonas núcleo de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y con amarillo los bordes de las zonas de amortiguamiento. Los sitios son los siguientes, considerando que N denota una parcela localizada en zona núcleo, A en zona de amortiguamiento y AV en área verde no protegida; P, O y SO denota parcelas ubicadas en las Zonas Núcleo Poniente, Oriente y Sur oriente, respectivamente, y los parcelas localizados en una zona de amortiguamiento se menciona el número de zona, de acuerdo con el decreto de 2005 (UNAM, 2005), que incluye A1 (Circuito exterior norte), A2 (Circuito exterior 2), A3 (Cantera oriente), A7 (Biomédicas) y A13 (Zona Administrativa Exterior). A las AV se le añade el nombre de las instalaciones más cercanas. **1** = NP-1, **2** = NP-2, **3** = NP-3, **4** = NP-4, **5** = NSO-5, **6** = NSO-6, **7** = A7-7, **8** = A2-8, **9** = A1-9, **10** = A3-10, **11** = A3-11, **12** = A13-12, **13** = A13-13, **14** = AV-14 (UDUAL), **15** = AV-15 (Estadio olímpico), **16** = AV-16 (Estadio olímpico), **17** = AV-17 (Casa del académico), **18** = AV-18 (Facultad de Psicología), **19** = AV-19 (Estacionamiento de la Facultad de Derecho), **20** = AV-20 (Facultad de Veterinaria), **21** = AV-21 (Facultad de Ciencias), **22** = AV-22 (Pista de tartán), **23** = AV-23 (Canchas), **24** = AV-24 (Tiro de arco), **25** = AV-25 (Tiro de arco), **26** = AV-26 (Institutos), **27** = AV-27 (Instituto de Geografía), **28** = AV-28 (Glorieta Insurgentes).

5.3. Muestreo de mamíferos medianos y grandes

Para el registro de los demás mamíferos silvestres de la REPSA se utilizaron métodos directos e indirectos. Los primeros consistieron en registrar cualquier avistamiento de cualquier mamífero en los 28 sitios durante los días en que fueron colocadas las trampas y también cualquier registro de mamífero que haya sido capturado de forma accidental en las trampas Sherman. Los métodos indirectos consistieron en registro de excretas frescas y determinación si se podía hasta especie por medio del contenido de éstas y también el registro de olor de zorrillo en los 28 sitios durante los días en que fueron colocadas las trampas (ver Anexo).

5.4. Análisis de datos

Dado que el sistema de marcaje (barniz de uñas) no sirvió para aplicar el método de marcaje-captura-recaptura, pues se perdieron las marcas en época de lluvias, se determinó la abundancia de cada especie, registrando la *abundancia máxima (AM)* de roedores en cada parcela. Este valor denota el número máximo de individuos capturados en cualquiera de los dos días de trampeo (incluidos los datos de los roedores exóticos). Esto se apoya en el hecho de que la abundancia de roedores variaba en los dos días de trampeo.

Como se tuvieron tres periodos de muestreo, se obtuvo la *abundancia acumulada (AA)* de cada especie de roedor en cada una de las 28 parcelas, sumando las abundancias máximas de las tres fechas de trampeo, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$AA = \sum_{i=1}^3 AM$$

También se calculó la *abundancia promedio anual (APA)* como:

$$APA = \sum_{i=1}^3 AA / 3$$

Adicionalmente, se obtuvo la abundancia acumulada de roedores silvestres y exóticos, así como la riqueza específica.

Se hizo un análisis discriminante con el software SPSS versión 17.0.1 para verificar si hay diferencias entre tipo de parcelas (Núcleo, Amortiguamiento y Áreas Verdes), en la estructura de la comunidad de roedores, así como para proponer nuevas formas de agrupación.

Con base en los estudios de Cano-Santana *et al.* (2008) y Maravilla-Romero y Cano-Santana (2009) se determinó el valor de conservación (VC) de cada una de las 28 parcelas seleccionadas, considerando 10 variables: (1) abundancia acumulada de *P. gratus*, (2) abundancia acumulada de *M. musculus*, (3) riqueza específica de roedores, (4) grado de disturbio del sitio, (5) heterogeneidad topográfica, (6) índice de cobertura de vegetación nativa, (7) índice de cobertura de vegetación exótica, (8) avistamiento de fauna feral, (9) avistamiento de presencia humana y (10) presencia de otros mamíferos silvestres. El modo en que se calcularon las variables 4 a la 10 se detalla en el Cuadro 2. El VC se calculó por medio de la suma de puntos para cada parcela por cada parámetro medido. Se le otorga un punto a la parcela más pobre para la conservación y 10 a la más rica. Las variables 1, 3, 5, 6 y 10 están directamente relacionados con el VC mientras que las variables 2, 4, 7, 8 y 9 lo están inversamente. Para una descripción detallada de los 28 sitios véase el Anexo.

El mapa de distribución de *P. gratus* y demás roedores se construyó sobre una fotografía aérea de Ciudad Universitaria.

Cuadro 2. Descripción de las variables 4 a la 10 tomadas en cuenta para el cálculo del valor de conservación para los 28 sitios muestreados.

Parámetro	Descripción
Grado de disturbio	Número y cantidad de depósitos de desechos inorgánicos, de jardinería y de cascajo; así como área relativa de sitios usados para reunión de personas
Heterogeneidad topográfica	Área relativa cubierta por accidentes topográficos, como grietas, hoyos, paredes o promontorios rocosos
Índice de cobertura de vegetación nativa (en base a Antonio-Garcés <i>et al.</i> , 2009)	Área cubierta por follaje de plantas nativas del Valle de México, como <i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck, <i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltl., L., <i>Buddleia cordata</i> Kunth, <i>Cissus sicyoides</i> L., <i>Cheilanthes</i> spp., <i>Dahlia coccinea</i> Cav., <i>Echeveria gibbiflora</i> DC., <i>Eupatorium</i> spp., <i>Ipomoea</i> spp., <i>Mammillaria magnimamma</i> Haw., <i>Manfreda scabra</i> (Ortega) McVaugh, <i>Montanoa tomentosa</i> Cerv., <i>Muhlenbergia robusta</i> (E. Fourn.) Hitchc., <i>Opuntia</i> spp., <i>Passiflora subpeltata</i> Ortega, <i>Senecio</i> (= <i>Pittocaulon</i>) <i>preacox</i> , <i>Phytolacca icosandra</i> L., <i>Sicyos deppei</i> G. Don y <i>Wigandia urens</i> (Ruiz et Pav.) Kunth.
Índice de cobertura de vegetación exótica (en base a Antonio-Garcés <i>et al.</i> , 2009 y Maravilla-Romero y Cano-Santana, 2009)	Área cubierta por follaje de plantas exóticas al Valle de México, como <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy, <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don, <i>Eucalyptus</i> spp., <i>Hedera</i> sp., <i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br., <i>Miriabilis jalapa</i> L., <i>Nicotiana glauca</i> Graham, <i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. Ex Chiov, <i>Rosa</i> spp. y <i>Ricinus communis</i> L.
Avistamiento de fauna feral	Avistamiento de perros (<i>Canis familiaris</i>) y gatos domésticos (<i>Felis silvestres catus</i>).
Avistamiento de presencia humana	Presencia humana ya sea transitoria o permanente (como indigentes) y fecalismo al aire libre
Presencia de otros mamíferos silvestres	Número de registros directos (por avistamiento o trampas) o indirectos (por excretas u olor) de otros mamíferos silvestres de la REPSA

VI. RESULTADOS

6.1. Composición y distribución faunística

6.1.1. *El trapeo de roedores.* Se muestreó un total de 3360 noches-trampas, capturándose un total de 713 ejemplares de roedores pertenecientes a ocho especies: *Baiomys taylori*, *Neotoma mexicana*, *Reithrodontomys fulvescens*, *Peromyscus gratus*, *P. melanophrys*, *Mus musculus*, *Rattus norvegicus* Berkenhout y *Rattus rattus* Geoffroy, éstas últimas tres son especies exóticas, mientras que las demás son silvestres (Figura 2).

Baiomys taylori presentó una distribución restringida a la parte sureste de Ciudad Universitaria. Fue registrado en la zona núcleo Sur-oriente (NSO-5 y NSO-6) y en la zona de amortiguamiento Cantera Oriente (A3-10). Por su parte, el ratón doméstico *M. musculus* tuvo una amplia área de distribución dentro de Ciudad Universitaria, excepto en las zonas núcleo. Su distribución se concentró principalmente en la zona sur de CU, correspondiente al área más urbanizada (parcelas A7-7, A2-8, A1-9, A3-10 y 11, AV-14 a 28). *Neotoma mexicana*, por su parte, se distribuyó en la zona núcleo Poniente (parcela NP-1) y en la parcela A3-11.

La rata exótica *R. norvegicus* fue registrada en la zona de amortiguamiento Biomédicas (parcela A7-7) y también en los sitios AV-24 y 25. En este último sitio también se localizó *R. rattus*. Sólo se registró *Reithrodontomys fulvescens* en la zona núcleo Sur-oriente (parcela NSO-6).

Peromyscus melanophrys tuvo un amplio ámbito de distribución, que incluyó el norte (parcelas A1-9, y AV-14 a 20, 22, 26 y 27), el centro (parcelas A7-7, y AV-21 y 28) y el sureste (parcelas A3-10 y 11) de CU, pero no las zonas núcleo de la REPSA. Finalmente, *P. gratus* registró el mayor ámbito de distribución en Ciudad Universitaria, aunque se distribuyó principalmente en el lado sur de CU, coincidiendo con la REPSA, donde se incluyen todas las

parcelas correspondientes a las tres zonas núcleo de la REPSA (parcelas NP-1 y 2, y NO-3 a 6) y las zonas de amortiguamiento estudiadas (parcelas A7-7, A2-8, A3-11, y A13-12 y 13), aunque también se registró en las áreas verdes AV-15, 17, 21, 22 y 28 (Figura 3).

6.1.2. Registro de otros mamíferos silvestres. El tlacuache *D. virginiana* fue registrado en las zonas núcleo poniente (parcelas NP-1 y 2), oriente (parcela NO-3) y sur-oriental (parcelas NSO-4 y 5); las áreas de amortiguamiento 1, 2, 3 y 13 (parcelas A2-8, A1-9, A3-10 y 11, y A13-12 y 13); y las áreas verdes no protegidas donde se ubican las parcelas AV-17, 21, 22, 27 y 28). La ardilla gris *Sciurus aureogaster* Bennett se registró en las áreas verdes donde se encuentran las parcelas AV-19, 20 y 26. El ardillón *Spermophilus variegatus* se registró en las áreas de amortiguamiento 3 y 7 (parcelas A7-7 y A3-10) y las áreas verdes donde localizan las parcelas AV-14, y 24 a 26. El zorrillo manchado *Spilogale gracilis* Merriam se registró en la parcela A13-12. El conejo castellano *Silvilagus floridanus* se encontró en las parcelas NP-1 y NO-3, y el cacomixtle *Bassariscus astutus* se registró en las parcelas NP-1, A7-7, A13-12 y 13, y AV-17, 21, 22 y 28) (ver Anexo).

6.2. Abundancia de roedores

La abundancia acumulada sumó 497 individuos de roedores, y mostró a tres especies como las más abundantes: *P. gratus* (44.8%), *M. musculus* (30.5%) y *P. melanophrys* (20.5%). La abundancia acumulada total para cada uno de ellos en los 28 sitios fue: 223, 152 y 102 individuos, respectivamente. Los mayores valores de abundancia acumulada por especie en alguna parcela en particular, se registró en A13-12, con 32 individuos de *P. gratus*; AV-23, con 21 individuos de *M. musculus* y AV-15, con 17 individuos de *P. melanophrys*. Así mismo, cuatro especies fueron encontradas dentro en las zonas núcleo de la REPSA: *N. mexicana*, *P.*

gratus, *P. melanophrys*, y *Reithrodontomys fulvescens*, de las cuales *P. gratus* es el roedor más abundante con 91.39% (Figura 4). Por su parte, en las zonas de amortiguamiento de la REPSA se registraron seis especies: *B. taylori*, *N. mexicana*, *M. musculus*, *P. gratus*, *P. melanophrys* y *R. norvegicus*; La especie más abundante también fue *P. gratus* con 48.08% (Figura 5). Finalmente en las áreas verdes no protegidas se registraron *M. musculus*, *P. gratus*, *P. melanophrys*, *R. norvegicus* y *R. rattus*. El roedor más abundante y frecuente en estas áreas fue *M. musculus* (con 46.4% de los individuos y en 100% de este tipo de sitios) (Figura 2 y 6).

Las especies silvestres estuvieron presentes en el 89% de las parcelas mientras que la exóticas se registraron en un 71% (Figura 7). La mayor riqueza específica se registró en la parcela A7-7, con dos especies silvestres (*P. melanophrys* y *P. gratus*) y dos exóticas (*M. musculus* y *R. norvegicus*) (Figura 8).

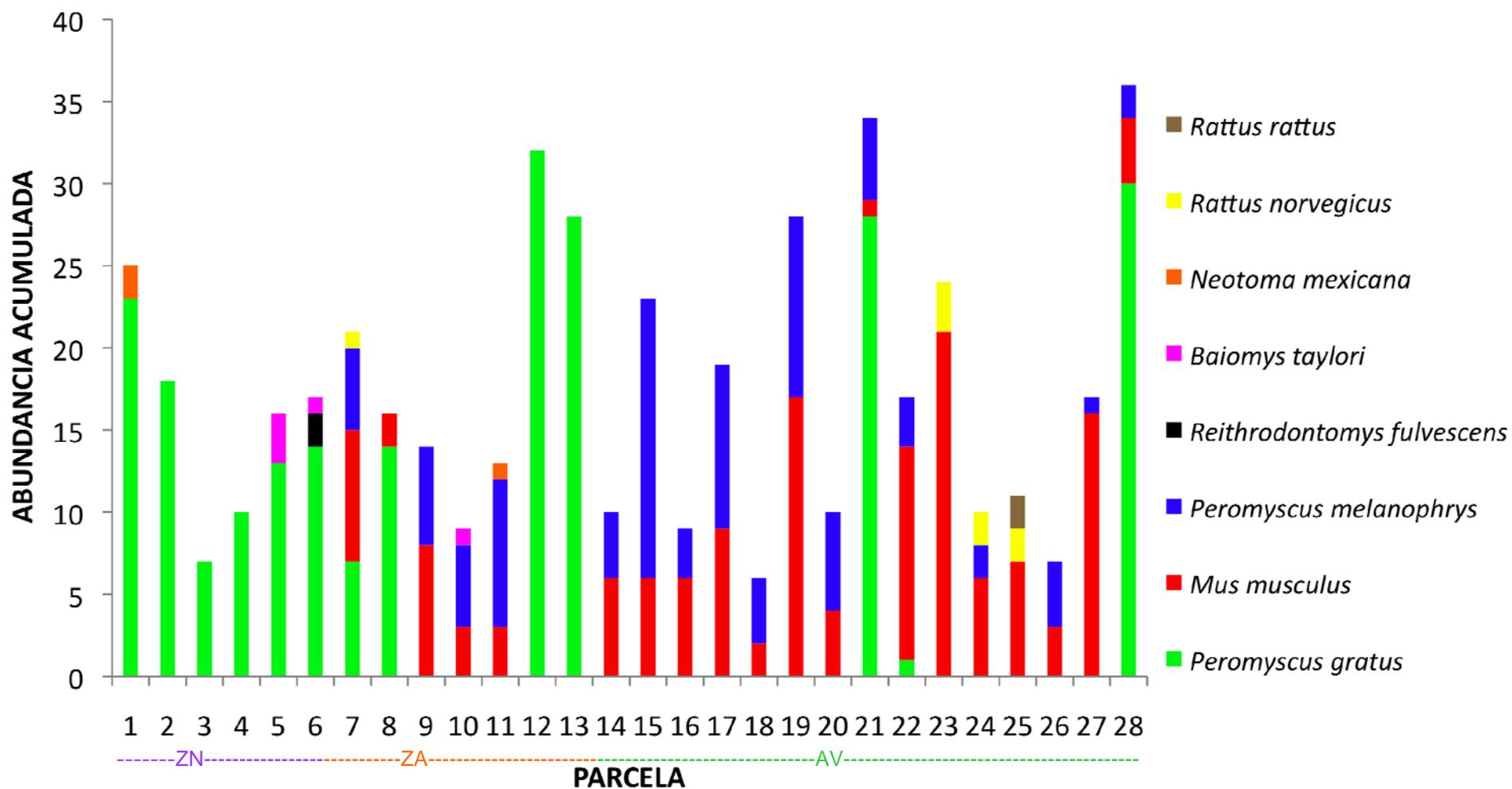


Figura 2. Abundancia acumulada de ocho especies de roedores registrados en tres muestreos de 2008 en 28 parcelas de Ciudad Universitaria donde ZN = zona núcleo, ZA = zona de amortiguamiento y AV = área verde no protegida.

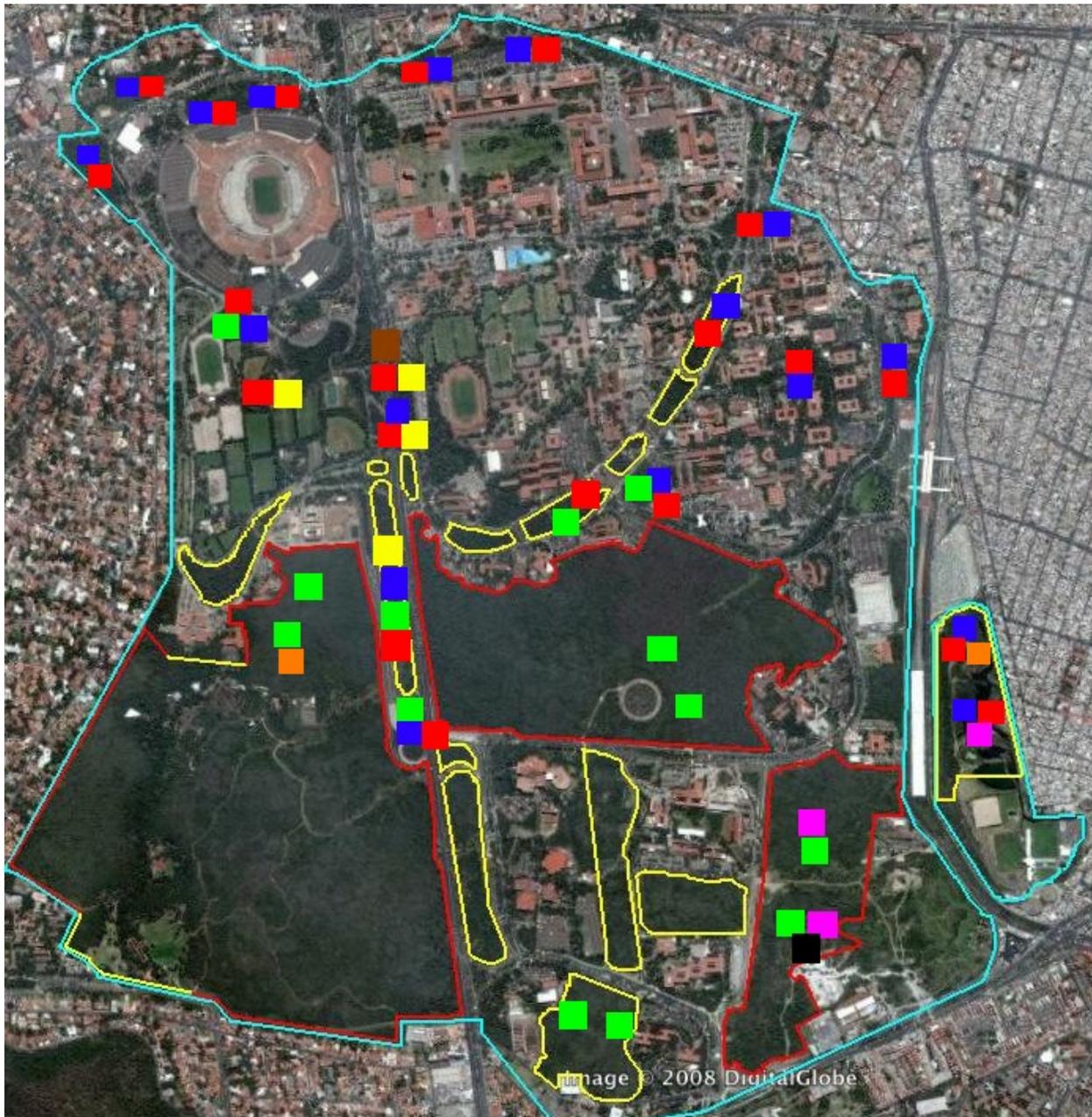


Figura 3. Distribución espacial de roedores en Ciudad Universitaria, verde: *P. gratus*, azul: *P. melanophrys*, rosa: *Baiomys taylori*, negro: *Reithrodontomys fulvescens*, naranja: *Neotoma mexicana*, rojo: *Mus musculus*, en amarillo: *Rattus norvegicus*, morado: *Rattus rattus*. Datos de 2008.

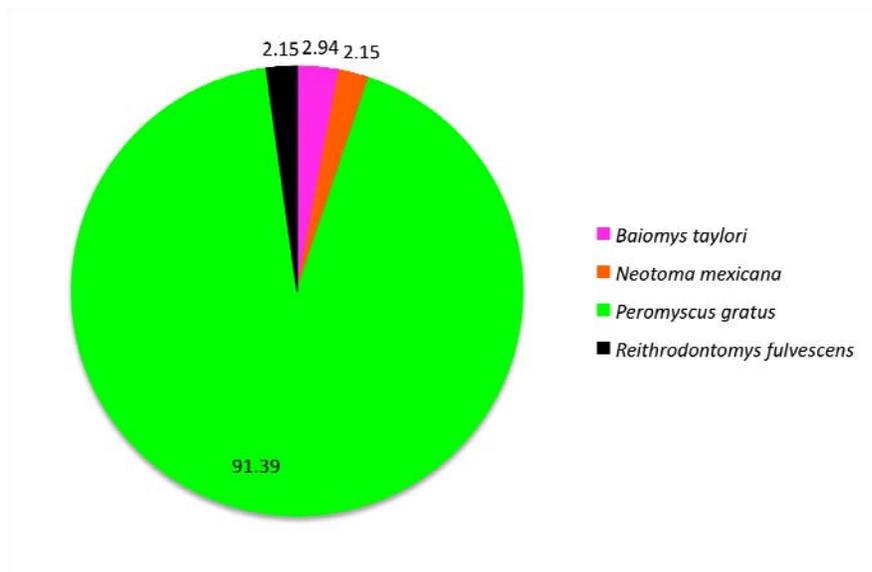


Figura 4. Porcentaje de la abundancia acumulada total registrada por cada especie de roedores capturados en las zonas núcleo de la REPSA. Datos de 2008. $N = 93$.

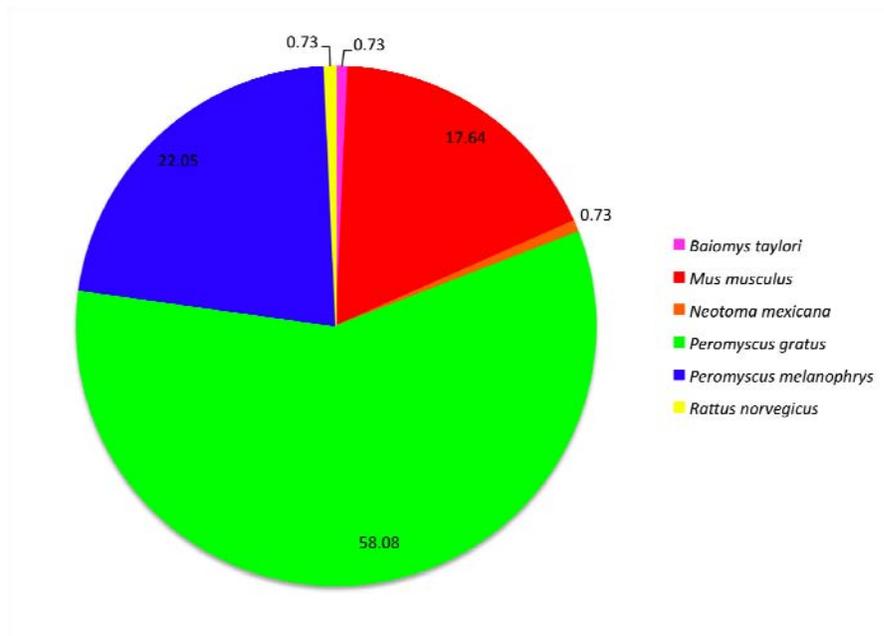


Figura 5. Porcentaje de la abundancia acumulada total registrada por cada especie de roedores capturados en las zonas de amortiguamiento de la REPSA. Datos de 2008. $N = 136$

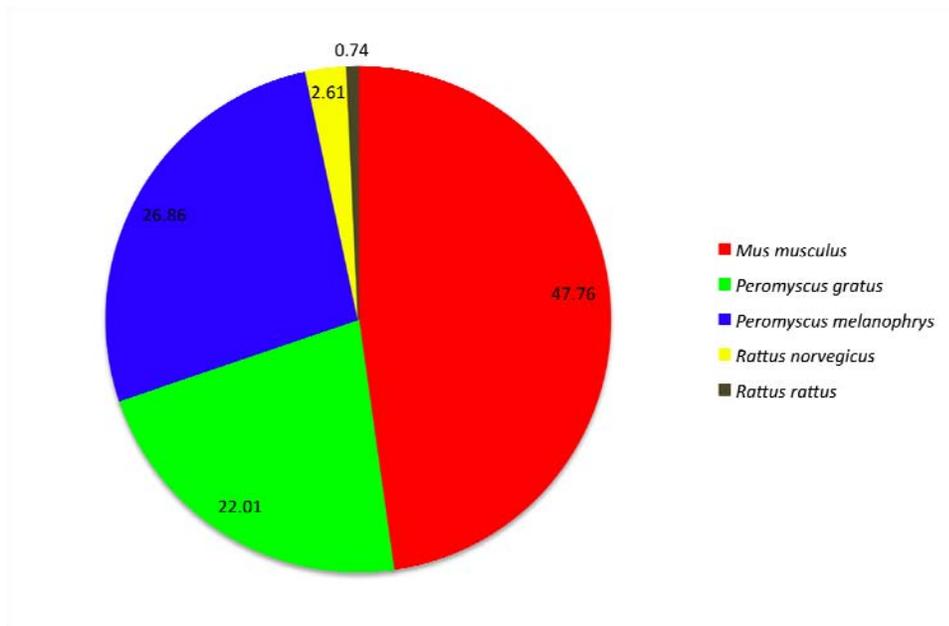


Figura 6. Porcentaje de la abundancia acumulada total registrada por cada especie de roedores capturados en las áreas verdes no protegidas de CU. Datos de 2008. $N = 268$.

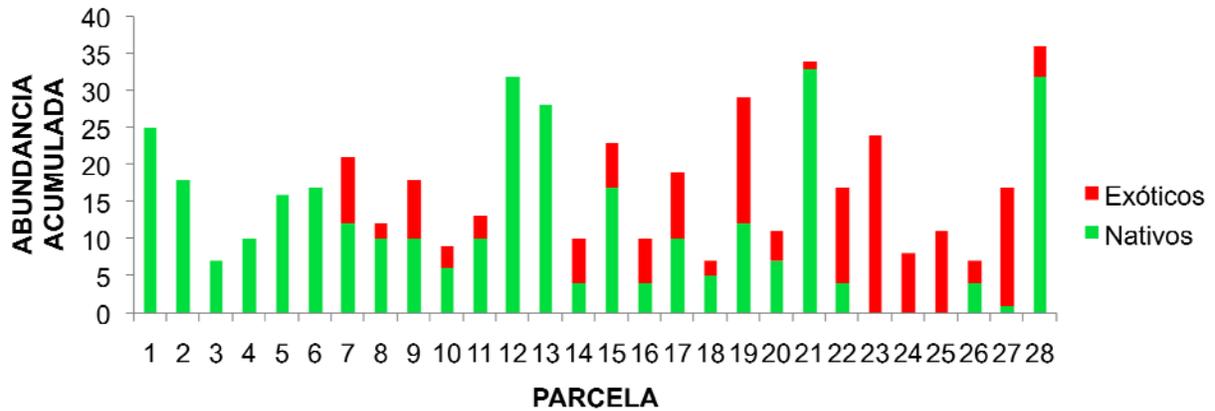


Figura 7. Abundancia acumulada de roedores silvestres y exóticos en 28 parcelas de Ciudad Universitaria. Datos de 2008. La ubicación de las parcelas se indica en la Figura 1.

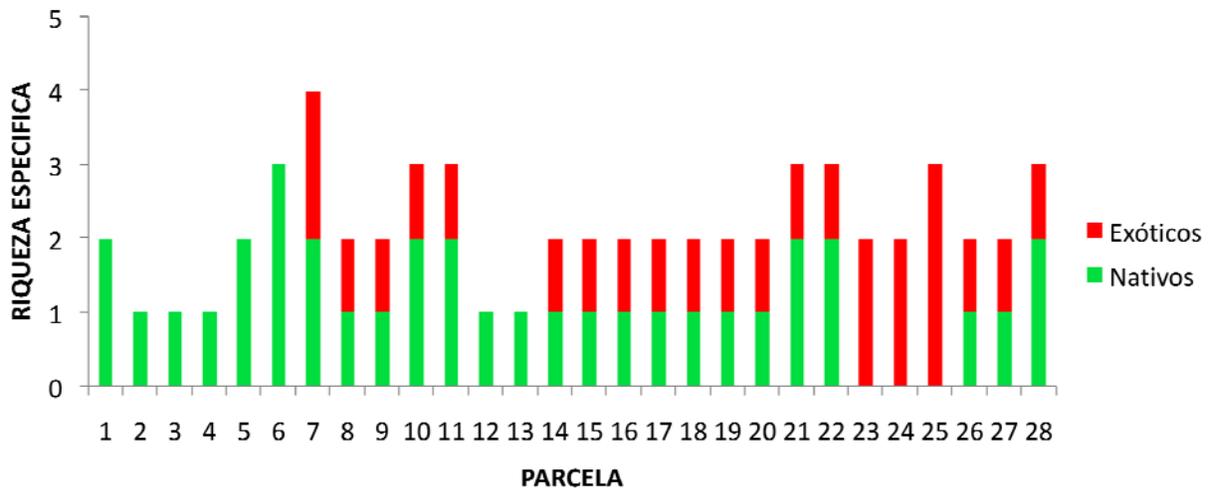


Figura 8. Riqueza específica de roedores silvestres y exóticos en 28 parcelas de Ciudad Universitaria. Datos de 2008. La ubicación de las parcelas se indica en la Figura 1.

6.3. Análisis discriminante

Dos funciones canónicas fueron utilizadas para discriminar a los 28 sitios, la primera explicó el 94.9% de la varianza, mientras que la función 2 sólo explicó 5.1%; los tres grupos comparados tienen promedios iguales tanto para la función 1 ($\chi^2 = 22.323$, g.l. = 16, $P = 0.133$) como para la función 2 ($\chi^2 = 1.774$, g.l. = 7, $P = 0.971$), esto se debe a que al 50% de las parcelas localizadas en las zonas núcleo de la REPSA el análisis las clasificó efectivamente como zonas núcleo y el otro 50% fue clasificado como zonas de amortiguamiento, asimismo, 71.4% de las parcelas ubicadas en las zonas de amortiguamiento fueron clasificadas como tales, mientras que el 28.6% cayó bajo el estatus de área verde no protegida; finalmente, el 86.7% de las parcelas ubicadas en áreas verdes no protegidas están clasificadas como tales, pero el 13.3% restante fue catalogado como zonas de amortiguamientos (Cuadro 3). Los estadísticos de lambda de Wilk y la F de Snedecor mostraron que las abundancias de los roedores *P. melanophrys* y *M. musculus* fueron las variables con mayor poder discriminante (Cuadro 4). La gráfica de agrupación de los 28 sitios con respecto a las dos funciones (Figura 9), muestra un gradiente de conservación: los valores más altos se dirigen a la izquierda mientras que los perturbados a la derecha, encontrándose una delimitación clara entre las zonas núcleo y las áreas verdes, no obstante, las zonas de amortiguamiento quedaron al centro del campo, lo que sugiere que algunas parcelas tienen una afinidad mayor hacia las zonas núcleo y otras hacia las áreas verdes no conservadas. Se encontró una correlación positiva entre las abundancias de *M. musculus* con las de *R. norvegicus* y las de ésta última con *R. rattus*; también se

encontró una correlación negativa entre la abundancia de *M. musculus* con la de *P. melanophrys* y con la de *R. norvegicus* y *P. melanophrys* (Cuadro 5). Las abundancias de *B. taylori*, *M. musculus*, *N. mexicana* y *P. melanophrys* estuvieron correlacionadas con la función 1; en cambio, la función 2 está correlacionada con las abundancias de *M. musculus*, *P. gratus*, *P. melanophrys* y *Reithrodontomys fulvescens* (Cuadro 6). De los 28 sitios muestreados ocho no correspondieron con su clasificación actual, tres parcelas de las zonas núcleo (N-P2, N-O3 y N-O4) fueron clasificadas como zonas de amortiguamiento por el análisis, mientras que dos parcelas de las zonas de amortiguamiento (A7-7 y A1-9) fueron clasificadas por el análisis como áreas verdes y finalmente, dos parcelas ubicadas en áreas verdes (AV-21 y AV-28) fueron clasificadas como pertenecientes a zonas de amortiguamiento por el análisis discriminante (Cuadro 7).

Cuadro 3. Clasificación de las 28 parcelas de Ciudad Universitaria bajo el análisis discriminante. En 71.4% de los casos (20), las parcelas fueron clasificadas en el estatus que tienen actualmente.

Grupo original	Grupo predicho			Total
	1	2	3	
1	3 (50.0%)	3 (50.0%)	0	6
2	0	5 (71.4%)	2 (28.6%)	7
3	0	3 (13.3%)	12 (86.7%)	15

Cuadro 4 Lambda de Wilk con valores de F de Snedecor para las abundancias acumuladas de las ocho especies de roedores. G.l. = 2, 25. En asterisco señala a las especies de roedores significativamente discriminantes.

Especie	Lambda de Wilk	F	P
<i>B. taylori</i>	0.810	2.925	0.072
<i>M. musculus</i> *	0.648	6.782	0.004
<i>N. mexicana</i>	0.896	1.456	0.252
<i>P. gratus</i>	0.828	2.588	0.095
<i>P. melanophrys</i> *	0.793	3.268	0.055
<i>R norvegicus</i>	0.928	0.963	0.396
<i>R. rattus</i>	0.968	0.415	0.665
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	0.864	1.964	0.161

Cuadro 5. Matriz de correlación de abundancias acumuladas de las ocho especies de roedores donde: **Bt** = *Baiomys taylori*, **Mm** = *Mus musculus*, **Nm** = *Neotoma mexicana*, **Pm** = *Peromyscus melanophrys*, **Pg** = *Peromyscus gratus*, **Rn** = *Rattus norvegicus*, **Rr** = *Rattus rattus* y **Rf** = *Reithrodontomys fulvescens*. En negritas aquellas correlaciones significativas ($P < 0.05$) con valor absoluto de $r > 0.374$ y g.l. = 26.

	Mm	Nm	Pm	Pg	Rn	Rr	Rf
Bt	-0.006	-0.252	-0.102	0.026	-0.013	0	0.128
Mm	1	-0.009	-0.409	0.018	0.408	-0.046	0
Nm		1	0.057	0.136	-0.018	0	-0.178
Pm			1	-0.329	-0.379	-0.256	0
Pg				1	-0.161	-0.078	-0.003
Rn					1	0.416	0
Rr						1	0
Rf							1

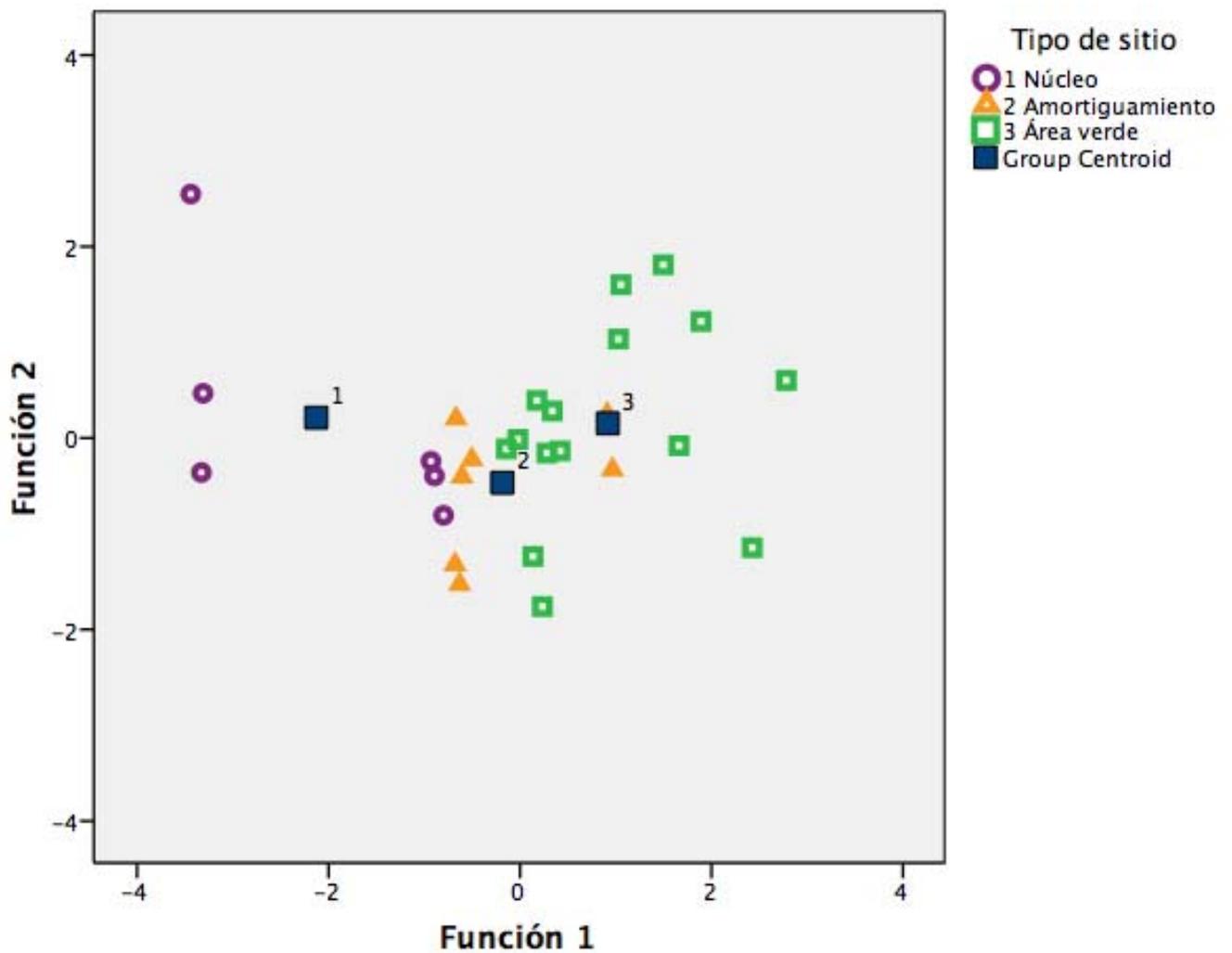


Figura 9. Agrupación de las 28 parcelas seleccionadas de Ciudad Universitaria. El grupo 1 (círculos violeta) corresponde a las parcelas localizadas en zonas núcleo de la REPSA, el grupo 2 (triángulos amarillos) corresponde a las parcelas ubicadas en sus zonas de amortiguamiento, el grupo 3 (cuadrados verdes) indica las parcelas encontradas en áreas verdes no protegidas. Los cuadros azules señalan los centroides de cada tipo de sitio.

Cuadro 6. Valores del índice de correlación entre la abundancia acumulada de las ocho especies de roedores con las funciones canónicas 1 y 2. El asterisco indica los valores significativamente diferentes a cero ($P < 0.05$), con g.l. = 26.

Especie	Función	
	1	2
<i>B. taylori</i>	-0.468*	-0.194
<i>M. musculus</i>	-0.571*	0.471*
<i>N. mexicana</i>	-0.530*	0.144
<i>P. gratus</i>	0.125	-0.537*
<i>P. melanophrys</i>	-0.625*	-0.427*
<i>R. norvegicus</i>	0.101	-0.252
<i>R. rattus</i>	0.274	0.318
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	-0.324	0.513*

Cuadro 7. Grupo pronosticado para las 28 parcelas de Ciudad Universitaria donde 1 = zona núcleo, 2 = zona de amortiguamiento, 3 = área verde no protegida. Con asterisco se señalan las parcelas que el análisis discriminante cambió de categoría de acuerdo con la comunidad de roedores. La ubicación de cada parcela se señala en la Figura 1.

Parcela	Grupo real	Grupo pronosticado	Parcela	Grupo real	Grupo pronosticado
1	1	1	15	3	3
2	1	2*	16	3	3
3	1	2*	17	3	3
4	1	2*	18	3	3
5	1	1	19	3	3
6	1	1	20	3	3
7	2	3*	21	3	2*
8	2	2	22	3	3
9	2	3*	23	3	3
10	2	2	24	3	3
11	2	2	25	3	3
12	2	2	26	3	3
13	2	2	27	3	3
14	3	3	28	3	2*

6.4. Valor de conservación

Los valores de conservación (VC) de las parcelas variaron entre 16 y 94. Las parcelas con mayor VC fueron, en orden decreciente: NP-1 (94), A13-13 (92), A13-12 (89), NP-2 (85), AV-28 (85), NSO-5 (83) y AV-21 (83), en tanto que las de menor valor fueron, en orden creciente: AV-23 (16), AV-25 (19), AV-19 (21), AV-24 (24), AV-27 (35), AV-26 (38) y AV-18 (42). El VC de las parcelas ubicadas en zonas núcleo varió entre 77 y 94, mientras que las parcelas localizadas en zonas de amortiguamiento y áreas verdes no conservadas registraron VC que variaron 47 y 85, y entre 16 y 85, respectivamente (Cuadro 8). Llama la atención el alto VC de las parcelas AV-28 (85) y AV-21 (83), localizadas en áreas verdes, dados por la alta abundancia de *P. gratus*, la baja abundancia de *M. musculus*, su gran heterogeneidad ambiental, su alta cobertura de flora nativa y su baja cobertura de fauna exótica, a pesar de su alto índice de disturbio y alta presencia humana. También llama la atención el bajo VC de las parcelas NO-3 (82) y NO-4 (78), localizadas en zonas núcleo, debido a la baja abundancia de *P. gratus* y alto índice de disturbio.

La parcela A7-7 registró el VC más bajo de la categoría zona de amortiguamiento (47) debido a la baja abundancia de *P. gratus*, el alto índice de disturbio que tiene, la baja heterogeneidad topográfica, la alta frecuencia de presencia humana y la frecuencia de avistamientos de fauna feral. La mayoría de las zonas de amortiguamiento (A2-8, A1-9, A3-10 y A3-11) tuvieron un VC intermedio (de entre 55 y 59), exceptuando los altos VC de A13-12 y A13-13, ya mencionados anteriormente. Mayor información de las particularidades de cada parcela se presenta en el Anexo).

Cuadro 8. Valor de conservación de 28 parcelas de Ciudad Universitaria, de acuerdo con 10 variables, con énfasis en su fauna de roedores. Los números en violeta señalan parcelas localizadas en zonas núcleo de la REPSA, los de color naranja señalan parcelas ubicadas en zonas amortiguamiento y los de color verde indican parcelas en áreas verdes no protegidas. Los valores más altos de cada categoría se indican con un subrayado.

Parámetro	Parcela																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Abundancia de <i>P. gratus</i>	8	7	3	4	5	6	3	6	1	1	2	10	9	1	2	1	2	1	1	1	9	2	1	1	1	1	1	10
Abundancia de <i>M. musculus</i>	10	10	10	10	10	10	4	9	4	8	8	10	10	5	4	5	4	9	3	8	9	1	1	6	5	9	2	7
Riqueza de roedores silvestres	7	4	4	4	7	10	7	4	4	7	7	4	4	4	7	4	7	4	4	4	7	7	1	1	1	4	4	7
Índice de disturbio	10	10	9	8	9	8	3	8	7	9	10	10	9	6	2	2	7	5	1	6	8	7	3	1	1	6	2	8
Heterogeneidad topográfica	9	10	9	10	8	5	1	7	8	5	3	7	10	4	8	8	9	7	1	4	10	10	1	2	1	2	4	10
Cobertura de flora nativa	10	10	10	10	10	9	8	6	8	6	3	10	10	4	7	7	8	7	2	2	9	8	1	2	2	2	4	10
Cobertura de flora exótica	10	10	10	10	10	8	7	5	8	7	4	10	10	2	6	6	8	5	1	3	9	9	1	1	1	2	3	10
Presencia de fauna feral	10	10	10	10	10	10	5	8	10	9	9	10	10	10	10	10	10	1	3	5	5	10	3	5	5	1	10	10
Presencia humana	10	10	9	8	10	10	1	6	7	10	10	10	10	9	1	1	5	2	1	8	7	4	3	1	1	3	1	5
Presencia mamíferos silvestres	10	4	8	4	4	1	8	4	4	8	4	8	10	4	1	1	8	1	4	4	10	8	1	4	1	8	4	8
Valor de conservación	<u>94</u>	85	82	78	83	77	47	63	61	63	60	89	<u>92</u>	49	48	45	68	42	21	45	83	66	16	24	19	38	35	<u>85</u>

VII. DISCUSIÓN

7.1. Los roedores y otros mamíferos de CU

Ciudad Universitaria presenta actividad de roedores silvestres y otros mamíferos, tanto en sus áreas de reserva ecológica, como en sus áreas verdes desprovistas de algún estatus de protección, a pesar de que estas sufren de diversas actividades de disturbio asociadas a que están ubicadas dentro de la gran urbe de la Ciudad de México, tales como acumulación de basura, introducción de especies exóticas, incendios, saqueo de especies, fragmentación y crecimiento urbano de la zona (ver Cano-Santana *et al.*, 2008).

Aunque en este estudio sólo se esperaba encontrar a *Peromyscus gratus* y otros roedores silvestres en zonas con sustrato basáltico, vegetación nativa y sin perturbación antrópica, se vio que deben de existir otros factores importantes que favorecen su presencia, ya que no en todos los sitios existían estas condiciones. Esto se debe a que hubo registros de roedores silvestres, como *P. gratus* y *P. melanophrys* en áreas localizadas en hábitats sin estatus de protección y con algún tipo de disturbio. Asimismo, se tuvo registro de siete especies silvestres de la Reserva el tlacuache (*Didelphis virginiana*), la ardilla gris (*Sciurus aureogaster*), el ardillón (*Spermophilus variegatus*), el zorrillo manchado (*Spilogale gracilis*), el conejo castellano (*Silvilagus floridanus*) y el cacomixtle (*Bassariscus astutus*) que presentan actividades en tanto en áreas protegidas como áreas no protegidas de CU.

La riqueza específica de mamíferos registrada para la REPSA ha ido cambiando en los últimos 57 años, pasando de 24 a 37 especies (Villa, 1952; Negrete y Soberón, 1994; Soberón *et al.*, 1994; Chávez, 1998; Chávez y Ceballos, 2009). Sin embargo, una revisión reciente realizada por Hortelano-Moncada *et al.* (2009) registra 33 especies. Sin duda la variación de estos números se debe a diversos factores tales como: sesgos en cada uno de los muestreos,

la ausencia de ejemplares en museo, registro en catálogos y extinciones pero también a la colonización de nuevas especies como es el caso de la ardilla gris (*Sciurus aureogaster*) y el ratón del Altiplano (*Peromyscus melanophrys*). Es decir, en los últimos 57 años la urbanización y su subsecuente fragmentación han hecho que las especies de mamíferos respondan de diferente manera (ver Wolff, 1999; Schmid-Holmes y Drickamer, 2001; Bakko et al., 2003). En este caso las especies han experimentado varios procesos: (1) han logrado mantenerse a pesar de la urbanización, (2) otras han sufrido una baja en su tamaño poblacional hasta llegar incluso, a su extinción, y (3) algunas otras se han visto favorecidas por esta urbanización y fragmentación del hábitat, ya que se crean nuevos hábitats de borde que son colonizados por especies silvestres y exóticas (ver Lomolino y Perault, 2001). En el primer caso se encuentra *P. gratus*, roedor que fue registrado desde 1952 y sigue siendo abundante dentro de la REPSA. En el segundo caso se hayan *Reithrodontomys fulvenscens* y *Baiomys taylori* y, finalmente, en el tercer caso se registran el roedor silvestre *Peromyscus melanophrys*, el tlacuache (*Didelphis virginiana*), los roedores exóticos: *Mus musculus*, *R. norvegicus* y *R. rattus* y los perros y gatos (ver, p.ej., Chávez y Ceballos, 2009; Cruz-Reyes, 2009).

7.2. Roedores bioindicadores

7.2.1. *Peromyscus gratus*, indicador de conservación. En este estudio *P. gratus* resultó ser la especie más abundante de la REPSA, tal como se reporta desde hace 16 años en otros estudios (Chávez, 1993; Negrete y Soberón, 1994; Granados, 2008). Lo anterior sugiere que *P. gratus* es un roedor asociado a los recursos y condiciones características del ecosistema original del Pedregal de San Ángel. Una de las razones por las que los mamíferos pequeños y

en particular los roedores son utilizados como bioindicadores es por la estrecha relación que mantienen con los requerimientos de su hábitat (Romo, 1993; Barko *et al.*, 2003; Cockle y Richardson, 2003), por lo que en este trabajo se sugiere que *P. gratus* es un indicador de las áreas conservadas de CU. Esto lo corrobora Granados (2008), quien encuentra que la captura y sobrevivencia de *P. gratus* responden a un gradiente de calidad del hábitat. Sin embargo, en este estudio suponemos que la distancia entre parches y a las zonas núcleo es un factor determinante en la distribución y presencia de esta especie, ya que existen zonas conservadas o con gran potencial de conservación (como las parcelas A2-8 y AV-15 a 18) que se ubican en la parte norte de CU y lejos de la REPSA, en donde no fue registrada esta especie. En contraste, existen zonas muy perturbadas, como la parcela A7-7, que se encuentra adyacente a la zona núcleo poniente, donde es posible encontrar, a *P. gratus* aunque a bajas densidades. Es decir, aunque en CU existen zonas con alto valor de conservación, la distancia ejerce una presión importante en la dispersión de fauna silvestre (ver Soulé, 1991; Morrison, 2002).

7.2.2. *Peromyscus melanophrys*, *indicador de disturbio intermedio*. A pesar de que las áreas verdes no protegidas se encuentran sujetas a distintos factores de disturbio y alteración por su uso para jardines y canchas deportivas, por la existencia de vegetación exótica, su aislamiento, y la presencia de fauna feral y de actividad humana, se encontró que la mayoría de este tipo de sitios registran la presencia del roedor silvestre *P. melanophrys*, la cual sólo había sido registrada en el Distrito Federal en la zona de Contreras (Hooper, 1947) y no formaba parte de los registros en los estudios mastozoológicos previos de la REPSA (Negrete, 1991; Chávez, 1993; Granados, 2008). Hortelano-Moncada *et al.*, (2009) hacen el primer registro con un cráneo recolectado en 1984 para el Pedregal de San Ángel, pero no dentro de

CU. En este trabajo se hace el primer registro de esta especie para Ciudad Universitaria y su Reserva Ecológica, a pesar de que no fue registrado en ninguna de las tres zonas núcleo. Su presencia y abundancia en zonas de amortiguamiento y áreas verdes no protegidas está relacionada con hábitats con incidencia de disturbio intermedio (como el que registran las parcelas A3-10 y 11 y AV-15), donde su abundancia es relativamente alta. En zonas con altos niveles de disturbio (como el que registran A1-9 y las áreas verdes AV14, 16, 19, 22, 24 y 27) su abundancia es más baja. Dado lo anterior, se sugiere que *P. melanophrys* es un roedor silvestre indicador de disturbio intermedio.

7.2.3. *Mus musculus*, *Rattus norvegicus* y *Rattus rattus*, especies indicadoras de disturbio intenso. El ratón doméstico (*M. musculus*), estuvo presente en todas las áreas verdes no protegidas y se registró como el roedor más abundante y mejor representado en áreas verdes no protegidas de CU y, de forma preocupante, en cuatro de las cinco zonas de amortiguamiento de la REPSA muestreadas (A1, A2, A3 y A7). Aunque el ratón doméstico es un roedor comensal que posee gran adaptabilidad a diversos hábitats (Pocock *et al.*, 2004; Cavia *et al.*, 2009), su persistencia está determinada en gran medida por las actividades antrópicas y sólo se encuentran en hábitats naturales cuando existen pocos o nulos competidores (Dickman y Doncaster, 1987; Pocock *et al.*, 2004).

La abundancia de *M. musculus* está relacionada con la calidad del hábitat. En áreas sujetas a alto disturbio (como el que registran las parcelas AV-19, 22, 23 y 27) su abundancia es alta, mientras que en áreas más conservadas (como en las parcelas AV-15, 18, 21 y 28) su abundancia es más baja.

Otros roedores comensales son las ratas *R. norvegicus* y *R. rattus* (Pocock *et al.*, 2004), las cuales fueron registradas en este estudio aunque en menor frecuencia que *M.*

musculus. La rata noruega (*R. norvegicus*) fue localizada en la zona de amortiguamiento A7 y en tres parcelas localizadas en áreas verdes no protegidas (AV-23 a 25), mientras que la rata de caño (*R. rattus*) fue registrada en AV-25. La presencia de ambas estuvo claramente relacionada con una baja calidad del hábitat y presencia humana. Por lo anterior, se concluye que *M. musculus*, *R. norvegicus* y *R. rattus* son especies indicadoras de disturbio intenso y de presencia humana.

7.3. Los roedores exóticos

En las áreas de amortiguamiento de la REPSA, así como en varias áreas verdes de CU se registraron tres especies de roedores exóticos: *Mus musculus*, *Rattus norvegicus* y *Rattus rattus*.

Se sabe que *M. musculus* es un pobre competidor y que su presencia está directamente relacionada con las actividades humanas (Dickman y Doncaster, 1987; Cimé, 2006; Cavia *et al.*, 2009). Quizás es por esta razón que *M. musculus* no tiene manera de competir por los recursos de la REPSA y su presencia en las zonas núcleo de la REPSA es nula, a pesar de que Chávez y Ceballos (2009) y Cruz-Reyes (2009) sugieren su presencia en sus bordes, pero sin presentar datos que corroboren esta información.

Rattus rattus, por su parte, sólo fue registrada en la parcela AV-25 la cual se caracteriza por ser un sitio altamente urbanizado, que presenta túneles y alcantarillas: Este registro coincide con los resultados de un estudio de fragmentación y disturbio en Australia en el que se encontró que la presencia de *R. rattus* está determinada no sólo por el grado de disturbio sino también por la cercanía a parches con infraestructura urbana (Dunstan y Fox, 1996); además, se ha visto que esta especie es más abundante en sitios con alta proporción

de infraestructura humana y poca cobertura de vegetación (Cavia *et al.*, 2009), por lo que su interacción con los roedores silvestres sería en zonas de amortiguamiento altamente perturbadas y con cercanía a infraestructura urbana.

A diferencia de *R. rattus*, la rata noruega *R. norvegicus* fue mucho más abundante y con mayor amplitud de distribución, pues fue localizada en cuatro sitios (las parcelas A7-7, y AV-23 a 25), lo cual se puede deber a que esta especie aunque está asociada a sitios urbanizados necesita también de la presencia de cierta cobertura abundante de vegetación, tal como lo registran Cavia *et al.* (2009).

Aunque las zonas núcleo están conservadas y libres de roedores exóticos, se debe de tener extrema precaución y control de éstos, ya que ante indicios de perturbación éstos tienden a establecerse, lo cual es altamente peligroso, no sólo por las interacciones negativas, probablemente competitivas, que puedan tener con los roedores silvestres, también porque son portadores de diversas enfermedades como: rabia, tifoidea, peste bubónica, tularemia, salmonelosis y triquinelosis, que pueden afectar tanto a la fauna nativa como a los humanos (Ceballos y Galindo, 1984; Cavia *et al.*, 2009; Cruz-Reyes, 2009).

Se concluye que la presencia de roedores exóticos está determinada por las actividades humanas y que su impacto en las áreas conservadas de la REPSA es nulo debido a su total ausencia. Sin embargo, es necesario que se hagan estudios posteriores que evalúen los efectos negativos directos e indirectos (p. ej., enfermedades) de los roedores exóticos sobre la fauna silvestre en áreas verdes y de amortiguamiento de CU.

7.4. Interacciones con la fauna feral

En este estudio se registró la presencia de perros ferales en A7-7 y AV-21 y de gatos ferales en AV-18, 22, 23 y 26. Sin embargo, en ninguno de los tres muestreos realizados se avistó algún perro o gato en las zonas núcleo de la REPSA aunque, se tuvo avistamiento de perros en NO-3 (obs. pers.) y Granados (2008) presenta evidencia de su presencia y sugiere la existencia del posible impacto negativo que pueden tener dentro de las redes tróficas de la Reserva en especial para los roedores. Sería interesante estudiar si la fauna feral tiene un efecto negativo en la salud de las poblaciones de mamíferos silvestres y de humanos, ya que estas especies consumen también roedores exóticos (Granados, 2008), por lo cual, también pueden ser transmisores de enfermedades (ver Cruz-Reyes, 2009).

Se concluye que la fauna feral es dependiente de las actividades humanas, pero sus hábitos les permiten dispersarse a cualquier área y tener un potencial impacto negativo directo sobre la fauna nativa. Es necesario que se hagan estudios posteriores que evalúen directamente los efectos negativos directos e indirectos de los perros y gatos ferales sobre la fauna silvestre de la REPSA.

7.5. Calidad conservadora y amortiguadora de las zonas de amortiguamiento y áreas verdes de CU

El valor que tienen las zonas de amortiguamiento para la reserva es alto, no sólo por la riqueza biológica y genética que resguardan o su capacidad para mantener poblaciones silvestres viables, sino también por la protección que ofrecen a las zonas núcleo de la perturbación antrópica: acumulación de basura, contaminación auditiva, acción de fauna feral y carga constante de visitas (REPSA, 2008; Maravilla-Romero y Cano-Santana, 2009). Por

desgracia la mayoría de éstas están vistas como terrenos baldíos y se prestan a fuertes presiones de origen antrópico pasando desde asentamientos irregulares de gente, construcciones y ampliaciones de infraestructura urbana (bahías para taxis o estacionamientos), basureros y tiraderos incluyendo los de desperdicios inorgánicos, desechos de jardinería y de cascajo, todo lo cual ha acarreado un cambio grave en la estructura y composición de las comunidades vegetales (ver p. ej., Antonio-Garcés, 2008) y zonas donde se detecta fecalismo al aire libre.

En este estudio se esperaba medir la función amortiguadora de las áreas verdes de CU a través de la presencia de *P. gratus* y otros roedores silvestres. Se esperaba que la presencia de éstos estuviera determinada por tres parámetros: dominancia de sustrato basáltico, dominancia de cobertura de elementos florísticos nativos en la vegetación y baja perturbación antrópica. Sin embargo, cuando se miden sólo estos tres parámetros, nueve parcelas quedan debajo de la media pero siguen existiendo poblaciones de roedores silvestres en todas ellas, excepto en tres: las parcelas AV-23 a 25. Esto sugiere que estos tres parámetros no son suficientes para determinar la presencia de roedores silvestres y por ende el valor de las zonas de amortiguamiento y áreas verdes no protegidas.

Peromyscus gratus fue registrado tanto en zonas de amortiguamiento como en varias áreas verdes no protegidas. Esto puede ser posible por la permanencia de relictos poblacionales de esta especie en algunas zonas, pero también sugiere que existe dispersión de las especies silvestres de las zonas núcleo y de amortiguamiento de la REPSA hacia nuevos parches de colonización. Un fenómeno que debe ser estudiado en detalle. De las 13 zonas de amortiguamiento decretadas en este estudio sólo se evaluaron cinco (A1, A2, A3, A7 y A13) de las cuales *P. gratus* se registró en cuatro de ellas (A2, A3, A7 y A13), mostrando así

que esta especie es un buen indicador de la calidad de estas zonas que efectivamente funcionan como hábitats o corredores para la fauna silvestre. Además, existen registros de esta especie en otras zonas de amortiguamiento, como la A4 (Senda ecológica; Granados, 2008), A5 (Paseo de las esculturas; A. Garmendia-Corona, datos no publ.), A8 (Biológicas; M. Peña, datos no publ.) y A11 (Vivero alto; M. Villeda, datos no publ.), por lo que podemos suponer que la mayoría de ellas están cumpliendo con su función, pues sólo quedan cuatro zonas de amortiguamiento (A6, A9, A10 y A12) para ser evaluadas en su valor como hábitat para *P. gratus*. Cabe señalar que en las cuatro parcelas donde fue registrado este roedor también se tuvo registro de otros mamíferos: *B. astutus* (A2), *D. virginiana* (A3, A7, A13), *S. variegatus* (A3) y *S. gracilis* (A13) (ver Anexo).

El estudio de organismos en ambientes fragmentados es complicado, ya que están involucrados diversos factores combinados que determinan la presencia y permanencia de cada especie en determinados parches (ver Schmid-Holmes y Drickamer, 2001; Morrison, 2002). Por lo anterior, para estimar el valor de conservación (VC) de cada parcela en este estudio se tomaron en cuenta 10 variables para cada una de las parcelas, con el fin de poder determinar cuáles presentan un deterioro ambiental agudo y cuáles tienen el potencial de funcionar o en su caso mejorar su papel amortiguador. Fue así como se determinó que, entre las zonas de amortiguamiento la de mayor VC resultó ser la A13 (Zona Administrativa Exterior), cuyas parcelas ubicadas allí tuvieron un VC (92 y 89) dentro del rango registrado para las zonas núcleo (77-94). La zona de amortiguamiento con menor VC y rechazada por el análisis discriminante bajo la categoría de zona de amortiguamiento y propuesta como área verde fue la parcela A7- 7, debido a (1) las bajas abundancia de *P. gratus* y (2) las perturbaciones presentes: acumulación de basura, incluyendo aceite de motor que los taxistas

de las zonas dejan, defecación humana al aire libre e incluso precarios asentamientos de humanos y (3) a que está delimitada por dos grandes arterias, una de ellas la Avenida de los Insurgentes, la cual constituye una importante barrera urbana que es fuente permanente de contaminación atmosférica, sonora y de generación de basura (ver Rojo, 1994). Esto concuerda con los resultados de Adams y Geis (1983), quienes muestran que las especies de mamíferos pequeños con mayor abundancia también son las que presentan mayor mortalidad a causa de las vialidades. A pesar de esto, Maravilla-Romero y Cano-Santana (2009), al evaluar esta misma zona la colocan en el segundo lugar más alto de valor para la conservación determinado, entre otros parámetros, por la riqueza florística. Otro factor de discrepancia es que esos autores evaluaron su VC en la parte central del camellón, mientras que en este estudio se realizó en el extremo sur. Esto sugiere que los VC son sensibles al tipo de biota que toma en cuenta y al número y ubicación de las parcelas de estudio, lo cual señala una limitación de este enfoque de estudio. A su vez, la parcela A1-9 también es rechazada como zona de amortiguamiento por la ausencia de *P. gratus*, y esto se debe probablemente por la lejanía con las zonas núcleo (ver Figura 1).

Por otro lado, tampoco se puede ignorar que ciertas áreas verdes no protegidas pueden tener la misma función que las zonas de amortiguamiento. Ya que éstas registran alta variabilidad en sus condiciones de disturbio y su composición de roedores. En este caso, el análisis discriminante y los datos de valor de conservación coinciden en el alto valor amortiguador que poseen las parcelas AV-21 y 28.

La parcela AV-21 que se encuentra localizada al norte del estacionamiento de profesores de la Facultad de Ciencias es valiosa ya que los elementos florísticos dominantes en la vegetación corresponden a los de las zonas núcleo, tiene una alta actividad de

mamíferos silvestres (*D. virginiana* y zorrillo) y a su vez sobresale la alta abundancia de *P. gratus*. De hecho, Maravilla-Romero y Cano-Santana (2009) estudiaron esta área desde el punto de vista florístico y encontraron que su valor para la conservación también fue muy alto. Al igual que la parcela AV-21, la AV-28 tiene alto VC por la alta abundancia de *P. gratus*, la presencia de otros mamíferos silvestres (*B. astutus* y *D. virginiana*) (ver Anexo), la alta dominancia de flora nativa y su alta heterogeneidad topográfica. Estas dos parcelas, además, se caracterizan por encontrarse cerca de las zonas núcleo y, a pesar de la fragmentación que han sufrido, siguen conteniendo elementos de paisaje típico de matorral xerófilo. Por todo esto, se sugiere que ambas áreas deberían ser protegidas como zonas de amortiguamiento.

Las parcelas AV-17 y 22 también presentaron alto valor para la conservación, aunque ambas registraron valores de abundancia de *P. gratus* muy bajas; esto probablemente debido a la lejanía que tienen con la REPSA y el aislamiento que experimentan por estar rodeadas de infraestructura urbana que dificulta el movimiento de la fauna silvestre (Figura 1 y ver Anexo).

Así mismo, aunque la presencia de *P. gratus* está relacionada a ambientes conservados, no podemos descartar que otros sitios tengan una función amortiguadora para otras especies de animales y plantas igual de importantes para el buen funcionamiento de la REPSA, como es el caso de la zona núcleo oriente, cuyas parcelas de estudio (NO-3 y 4) fueron clasificadas en este trabajo con una calidad que las ubicaría como zonas de amortiguamiento debido a la baja abundancia de *P. gratus*, pero siguen perteneciendo a una zona núcleo con gran riqueza biológica. Lo más probable es que esta baja abundancia en la zona se deba al disturbio constante que tiene la zona. De hecho, el estudio de Granados

(2008) registra que la Zona Núcleo Oriente tiene valores bajos de captura y sobrevivencia de este roedor y lo atribuye a la baja calidad del hábitat.

La ausencia de este roedor tampoco debe descartar la importancia biológica de otras zonas, tal como el sucede en la zona A3 (Cantera Oriente), en la cual no se registró la presencia de *P. gratus*, pero sí de *P. melanophrys*. Esta ausencia de *P. gratus* probablemente se deba al tipo de hábitat, ya que la Cantera difiere de las otras zonas de la REPSA en dos factores: (1) la dominancia de cuerpos de agua y vegetación acuática (REPSA, 2008), por lo que no existen condiciones favorables para esta especie y (2) el aislamiento, ya que esta zona está separada de la zona núcleo Sur Oriente por la Avenida Antonio Delfín Madrigal, que tiene una alta afluencia vehicular, además de tener una profundidad aproximada de 40 m (Cano-Santana, 2004), por lo que la fauna terrestre enfrenta dos grandes factores considerables que le impiden su dispersión. Lindenmayer *et al.* (2000) proponen que una vez elegida una especie indicadora es necesario hacer experimentos que prueben la interacción que mantiene ésta con otros taxones, lo cual fundamenta una ruta de investigaciones necesaria para entender cómo se pueden manejar las áreas naturales.

La abundancia y riqueza específica de roedores dentro de CU está relacionado a un gradiente de la calidad del hábitat. Este gradiente está determinando por diferentes parámetros y aunque para este estudio no se hace una cuantificación de las características del parche, como tamaño, forma, distancia a las zonas núcleo y a zonas con infraestructura urbana y estructura y composición de la vegetación, las cuales han demostrado afectar a la comunidad de pequeños mamíferos en sistemas fragmentados (Schmid-Holmes y Drickamer, 2001; Morrison, 2002; Livingston *et al.*, 2003). En este estudio se sugiere que el valor de conservación debe estar relacionado con el tipo de plantas dominantes (nativas vs. exóticas).

Se ha observado que la densidad de las poblaciones de vertebrados varían en respuesta al cambio en la estructura y composición de la vegetación (Chambers, 2002). Esto pudo ser corroborado por Cimé (2006), quien encontró que los roedores pueden ser utilizados como indicadores de la perturbación en la vegetación, ya que su riqueza específica y abundancia está correlacionada con el grado de perturbación de la vegetación. Livingston *et al.* (2003) mencionan que relacionar el paisaje vegetal con la actividad y patrones de la fauna silvestre en un área específica es el mejor enfoque que se puede utilizar para predecir la capacidad y especies que pueden existir en un área metropolitana. Definitivamente hacer estudios cuantitativos que evalúen la composición vegetal de las áreas podría dar un mejor indicio de que áreas poseen un mayor valor amortiguador y cuáles deberían de ser puestas bajo restauración a fin de proporcionar nuevos hábitats para la fauna silvestre.

El valor que tienen las áreas verdes dentro de la segunda ciudad más grande del planeta es alto. Por eso el beneficio que representa la REPSA a los habitantes de esta ciudad es invaluable no sólo por albergar un ecosistema único con una alta biodiversidad representativa de la Cuenca de México, sino también por los servicios ecosistémicos que ofrece. Aunque actualmente se encuentran bajo protección 237 ha. La dispersión de la vida silvestre a otras áreas es inminente, no sólo de especies de la REPSA al exterior también de los remanentes de la Cuenca de México hacia la REPSA (tal podría ser el caso de *P. melanophrys*). De cualquier forma, la urbanización es un fenómeno inevitable en la actualidad para cualquier tipo de ecosistema y conlleva la inevitable fragmentación y reducción de los hábitats para las especies silvestres, por lo que la conservación de áreas verdes dentro de los asentamientos urbanos es fundamental para la vida silvestre.

7.6. Otras recomendaciones de estudio

7.6.1. *Identificación.* Es importante que todo estudio con pequeños mamíferos, además de basarse en claves taxonómicas y medidas morfológicas para la identificación de especies, debe también hacer colecta de especímenes para depositarlos en las colecciones mastozoológicas, lo cual permite corroborar la identidad de las especies. Este fue el caso de *P. melanophrys* el cual había sido clasificado de manera previa en este estudio como *P. difficilis*, y no fue sino hasta que se hizo una comparación craneal que se logró su identificación correcta. A pesar de los diversos estudios ecológicos de mamíferos pequeños que se han realizado dentro de la Reserva, muy pocos de éstos colectan ejemplares para depositarlos en colecciones, lo cual constituye un error debido a que algunas especies pueden pasar inadvertidas por años (ver, p. ej., Granados, 2008), lo cual provoca que haya información incorrecta o incompleta de la riqueza biológica que posee la REPSA, tal como lo discuten Hortelano-Moncada *et al.* (2009).

7.6.2. *Interacciones con roedores exóticos.* Se sugiere que se hagan estudios que analicen las interacciones existentes entre los roedores nativos y exóticos, pues, como se ha mencionado anteriormente, la urbanización y fragmentación traen consigo la colonización de especies invasoras que pueden competir o depredar a las nativas (Smith, 1993). Sin embargo, de los datos obtenidos podemos sugerir que a pesar de las inquietudes presentadas por Negrete y Soberón (1994), Rojo (1994) y Granados (2008) respecto a la posible competencia y desplazamiento de los mamíferos silvestres por los mamíferos exóticos, ni en este estudio ni en los de Chávez (1993), Granados (2008) y Chávez y Ceballos (2009) se tienen registros de los roedores exóticos dentro de las zonas núcleo, por lo que podemos decir que las actividades antropogénicas no han llegado aún a afectar a las poblaciones silvestres de estas

tres zonas núcleo. Cruz-Reyes (2009) afirma la presencia de *Rattus* spp. en los bordes de la zona núcleo; sin embargo, este hecho debe ser corroborado, ya que hay estudios, como éste, que no detectan la presencia de ellos en las zonas núcleo (Chávez, 1993; Granados, 2008; Chávez y Ceballos, 2009; Hortelano-Moncada, 2009).

7.7. Propuestas para el manejo de la REPSA

Con base en los datos obtenidos, se formulan las siguientes acciones que podrían tomarse en cuenta para el manejo de la REPSA:

1. Controlar el acceso a la Zona Núcleo Oriente especialmente por la influencia del Espacio Escultórico abierto al público, ya que aquí se presentan las abundancias más bajas de *P. gratus* y valor de conservación con respecto a las demás zonas núcleo de la Reserva (ver también Granados, 2008).
2. Optimizar la vigilancia en las zonas de amortiguamiento, en particular la A7 (Biomédicas), ya que están expuestas a perturbaciones humanas de diversa índole.
3. Incorporar las áreas verdes áreas AV-21 (Glorieta sobre Av. Insurgentes a un costado de las A7) y 28 (Facultad de Ciencias) a la Reserva Ecológica como importantes zonas de amortiguamiento.
4. Restaurar la zona de amortiguamiento A1 (Circuito Exterior Norte), así como las áreas verdes no protegidas: AV-20, 24 y 25, mediante la adición de flora nativa.
5. Aplicación de un programa de control de desechos que permita reducir las poblaciones de roedores exóticos.
6. Dar continuidad al plan de manejo que propone Granados (2008) con respecto a la fauna feral para su erradicación y Maravilla-Romero y Cano-Santana (2009) y Lot y

Camarena (2009) para la recuperación tanto de zonas de amortiguamiento como áreas verdes no protegidas a fin de crear corredores biológicos para la conservación del Pedregal de San Ángel.

VIII. CONCLUSIONES

Con los datos obtenidos podemos concluir que:

1. La mayoría de las zonas de amortiguamiento de la REPSA sí están cumpliendo con sus objetivos de mantener y permitir el flujo de fauna silvestre (probado en este caso con mamíferos no voladores); sin embargo, hay zonas que necesitan mayor atención y cuidado ya que están siendo afectadas negativamente por perturbaciones humanas.
2. Las áreas verdes no protegidas tienen potencial como hábitat y zona de flujo de fauna silvestre si mantienen conectividad con otras áreas y mantienen condiciones similares a la REPSA. De lo contrario, son colonizadas por roedores exóticos y el silvestre *P. melanophrys*, que no es nativo de la REPSA.
3. El ratón piñonero (*P. gratus*) al ser el mamífero más abundante y mejor representado de la REPSA es indicador de las áreas conservadas de CU.
4. *Peromyscus melanophrys* es indicador de disturbio intermedio.
5. Las especies exóticas *M. musculus* *Rattus rattus* y *Rattus norvegicus* son indicadores de disturbio intenso y presencia humana.
6. El valor de conservación (VC) de las parcelas ubicadas en zonas núcleo varió entre 94 y 77, mientras que las parcelas localizadas en zonas de amortiguamiento y áreas verdes no conservadas registraron VC que variaron 85 y 47, y entre 85 y 16, respectivamente.
7. Las áreas verdes AV-21 (localizada dentro de la Facultad de Ciencias) y AV-28 (ubicada a un costado de la Zona Núcleo Poniente y frente a la de

Amortiguamiento A7-Biomédicas) tienen alto valor de conservación, por lo que se sugiere su protección formal. Otras áreas verdes con alto valor de conservación son AV-17 (localizada a un costado de la Casa del Académico) y AV-22 (camellón ubicado frente a la pista de tartán).

LITERATURA CITADA

- Adams, L. y A. Geis. 1983. Effects of roads on small mammals. *Journal of Applied Ecology* 20: 403-415.
- Adams, C., K. Lindsey y S. Ash. 2006. *Urban wildlife management*. Taylor y Francis, Boca Ratón. 311 pp.
- Álvarez, J., J. Carabias, J. Meave, P. Moreno, D. Nava, F. Rodríguez, C. Tovar y A. Valiente-Banuet. 1982. Proyecto para la creación de una reserva en el Pedregal de San Ángel. Pp. 343-370, *in*: Rojo, A. (comp.), *Reserva ecológica El Pedregal de San Ángel: ecología, historia natural y manejo*. Universidad Nacional Autónoma de México (1994), México.
- Andreassen, H., K Hertzberg y R. Ims. 1998. Space-use responses to habitat fragmentation and connectivity in the root vole *Microtus oeconomus*. *Ecology* 79: 1223-1235.
- Antonio-Garcés, J. 2008. Restauración ecológica de la zona de amortiguamiento 8 de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, D.F. (México). Tesis profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 61 pp.
- Antonio-Garcés, J., M. Peña, Z. Cano-Santana, M. Villeda y A. Orozco-Segovia. 2009. Cambios en la estructura de la vegetación derivados de acciones de restauración ecológica en las Zonas de Amortiguamiento Biológicas y Vivero Alto. Pp. 465-481, *in*: Lot, A. y Z. Cano-Santana (eds.), *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

- Barko, V., G. Feldhamer, M. Nicholson y K. Davie. 2003. Urban habitat: A determinant of white footed mouse (*Peromyscus leucopus*) abundance in southern Illinois. *Southwestern Naturalist* 2: 369-376.
- Barrett, G. y J. Peles. 1999. Small mammal ecology: a landscape perspective. Pp. 1-10, *in*: Barrett, G y J. Peles (eds.), *Landscape ecology of small mammals*. Springer-Verlag, Nueva York.
- Bender, D., T. Contreras y L. Fahrig. 1998. Habitat loss and population decline: a meta-analysis of the patch size effect. *Ecology* 79: 517-533.
- Bentley, J., C. Catterall y G. Smith. 2000. Effects of fragmentation of a raucarian vine forest on small mammal communities. *Conservation Biology* 14: 1075-1087.
- Bowers, M. y J. Dooley. 1999. EMS Studies at the individual, patch, and landscape scale: Designing landscapes to measure scale-specific responses to habitat fragmentation. Pp.147-174, *in*: Barrett, G. y J. Peles (eds.), *Landscape ecology of small mammals*. Springer-Verlag, Nueva York.
- Cano-Santana, Z. 1994. La reserva del pedregal como ecosistema: Estructura trófica. Pp. 149-158, *in*: Rojo, A. (comp.), *Reserva ecológica El Pedregal de San Ángel: ecología, historia natural y manejo*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Cano-Santana, Z. 2004. La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. *In*: 27ª. Reunión ordinaria. Consejo Nacional de Áreas Naturales Protegidas 9 agosto de 2004. Ciudad de México.
- Cano-Santana, Z., S. Castillo-Argüero, Y. Martínez-Orea y S. Juárez-Orozco. 2008. Análisis de la riqueza vegetal y el valor de conservación de tres áreas incorporadas a la

Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, Distrito Federal (México). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 82: 1-14.

Castellanos, G. 2006. Sobre el ámbito hogareño y los hábitos alimentarios de un carnívoro en un ambiente suburbano. El cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en la reserva ecológica “El Pedregal de San Ángel”. Ciudad Universitaria. México, D.F. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 91 pp.

Castillo-Argüero, S., G. Montes-Cartas, M. Romero-Romero, Y. Martínez-Orea, P. Guadarrama-Chávez, I. Sánchez-Gallén y O. Nuñez-Castillo. 2004. Conservación de la flora del matorral xerófilo de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 74: 51-75.

Cavia, R., G. Cueto, y O. Suárez. 2009. Changes in rodent communities according to the structure in an urban ecosystem. *Landscape and Urban Planning* 90: 11-19.

Ceballos, G. y C. Galindo. 1984. *Mamíferos silvestres de la Cuenca de México*. Limusa, México. 299 pp.

Chambers, C. 2002. Forest management and the dead wood resource in ponderosa pine forests: effects on small mammals. *USDA Forest Service Gen.* 181: 679-690.

Chávez, J. 1993. Dinámica poblacional y uso de hábitat por roedores en un matorral de palo loco (*Senecio praecox*). Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 63 pp.

Chávez, J. y G. Ceballos. 1994. Historia natural comparada de los pequeños mamíferos de la Reserva El Pedregal. Pp. 229-238, in: Rojo, A. (comp.), *Reserva ecológica El Pedregal de San Ángel: ecología, historia natural y manejo*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

- Chávez, J. 1998. Los mamíferos silvestres de la reserva "El Pedregal": testigos del avance de la civilización. *Especies* 7: 24-25.
- Chávez, J. 2005. *Peromyscus gratus*. Pp. 735-736, in: Ceballos, G. y G. Oliva. (coords.), *Los mamíferos silvestres de México*. FCE y CONABIO, México.
- Chávez, C. y L. Espinosa. 2005. *Baiomys taylori*. Pp. 668-670, in: Ceballos, G. y G. Oliva. (coords.), *Los mamíferos silvestres de México*. FCE y CONABIO, México.
- Chávez, J. y G. Ceballos. 2009. Implications for conservation of the species diversity and population dynamics of small mammals in an isolated reserve in Mexico City. *Natural Areas Journal*. 29:27-41.
- Cimé, J. 2006. Ecología de comunidades de pequeños roedores en un gradiente de perturbación de selva baja caducifolia espinosa de la Reserva Estatal de Dzilam, Yucatán, México. Tesis de maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, México. 75 pp.
- Cockle, K. y J. Richardson. 2003. Do riparian buffer strips mitigate the impacts of clearcutting on small mammals? *Biological Conservation* 113: 133-140.
- Cruz-Reyes, A. 2009. Fauna feral, fauna y zoonosis. Pp. 455-463, in: Lot, A. y Z. Cano-Santana (eds.), *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Dickman, C. 1987. Habitat fragmentation and vertebrate species richness in an urban environment. *Journal of Applied Ecology* 24: 337-351.
- Dickman, C. y C. Doncaster. 1987. The ecology of small mammals in urban habitats. I. Populations in a patchy environment. *Journal of Animal Ecology* 56: 629-640.

- Dickman, C. y C. Doncaster. 1989. The ecology of small mammals in urban habitats. II. Demography and dispersal. *Journal of Animal Ecology* 58: 119-127.
- Dunstan, C. y B. Fox. 1996. The effects of fragmentation and disturbance of rainforest on ground-dwelling small mammals on the Robertson Plateau, New South Wales, Australia. *Journal of Biogeography* 23: 187-201.
- Fahrig, L. y G. Merriam. 1985. Habitat patch connectivity and population survival. *Ecology* 66: 1762-1768.
- García, E. 1988. *Modificaciones al sistema climático de Köppen*. Larios, México.
- Garden, J., C. McAlpine, A. Peterson, A. Jones y H. Possingham. 2006. Review of the ecology of Australian urban fauna: a focus on spatially explicit processes. *Austral Ecology* 31: 126-148.
- 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.
- Hooper, E. 1947. Notes on Mexican mammals. *Journal of mammalogy* 28: 40-57.
- Hortelano-Moncada, Y., F. Cervantes y A. Trejo. 2009. Mamíferos silvestres Pp. 277-293, in: Lot, A. y Z. Cano-Santana (eds.), *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Kremen, C. 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. *Ecological Applications* 2: 203-217.
- Landres, P., J. Verner y J. Thomas. 1988. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. *Conservation Biology* 2: 316-328.

- Leal, F. 2007. La ciudad universitaria de la UNAM: patrimonio vivo de la modernidad. *La Maga* 35: 1-15.
- Lindenmayer, D., C. Margules y D. Botkin. 2000. Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Conservation Biology* 14: 941-950.
- Lindenmayer, D. y J. Franklin. 2002. *Conserving forest biodiversity: a comprehensive multiscaled approach*. Island, Washington. 351 pp.
- Livingston, M., W. Shaw y L. Harris. 2003. A model for assessing wildlife habitats in urban landscapes of eastern Pima County, Arizona (USA). *Landscape and Urban Planning* 64: 131-144.
- Lomolino, M. y D. Perault. 2001. Island biogeography and landscape ecology of mammals inhabiting fragmented, temperate rain forests. *Global Ecology & Biogeography* 10: 113-132.
- Lot, A. y P. Camarena. 2009. El Pedregal de San Ángel de la ciudad de México: reserva ecológica urbana de la Universidad Nacional. Pp. 19-25, *in*: Lot, A. y Z. Cano-Santana (eds.), *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Maravilla-Romero, M y Z. Cano-Santana. 2009. Riqueza florística, estado de conservación y densidad de eucaliptos en cinco zonas de amortiguamiento y un área natural no protegida de Ciudad Universitaria. Pp. 509-521, *in*: Lot, A. y Z. Cano-Santana (eds.), *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Meave, J., J. Carabias, V. Arriaga y A. Valiente-Baunet. 1994. Observaciones fenológicas en el Pedregal de San Ángel. Pp. 91-105, *in*: Rojo, A. (comp.), *Reserva ecológica El*

Pedregal de San Ángel: ecología, historia natural y manejo. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Mendoza-Hernández, P. y Z. Cano-Santana. 2009. Elementos para la restauración ecológica de pedregales: la rehabilitación de áreas verdes de la Facultad de Ciencias en Ciudad Universitaria. Pp. 523-532, *in:* Lot, A. y Z. Cano-Santana (eds), *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel.* Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Morrison, L. 2002. *Wildlife restoration: techniques for habitat analysis and animal monitoring.* Island, Washington. 209 pp.

Nava-López, M., J. Jujnovsky, R. Salinas-Galicia, J. Álvarez-Sánchez y L. Almeida-Leñero. 2009 Servicios ecosistémicos. Pp. 51-60, *in:* Lot, A. y Z. Cano-Santana (eds.), *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel.* Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Negrete, A. 1991. Los mamíferos silvestres de la reserva ecológica El Pedregal. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 114 pp.

Negrete, A. y J. Soberón. 1994. Los mamíferos silvestres de la Reserva Ecológica El Pedregal. Pp. 219-228, *in:* Rojo, A. (comp.), *Reserva ecológica El Pedregal de San Ángel: ecología, historia natural y manejo.* Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Pearce, J. y L. Venier. 2005. Small mammals as bioindicators of sustainable boreal forest management. *Forest Ecology and Management* 208: 153-175.

- Peles, J., D. Bowne y G. Barrett. 1999. Influence of Landscape structure on movement patterns of small mammals. Pp.41-62, *in*: Barrett, G. y J. Peles (eds.), *Landscape ecology of small mammals*. Springer-Verlag, Nueva York.
- Pocock, M., J. Searle y P. White. 2004. Adaptations of animals to comensal habitats: population dynamics of house mice *Mus musculus domesticus* on farms. *Journal of Animal Ecology* 73: 878-888.
- REPSA, Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. 2008. "Cantera Oriente". http://www.cic-ctic.unam.mx:31101/reserva_ecologica/. Consultado el 26/12/2008.
- Rojo, A. 1994. Plan de manejo Reserva ecológica El pedregal de San Ángel. Pp. 371-399, *in*: Rojo, A. (comp.), *Reserva ecológica El Pedregal de San Ángel: ecología, historia natural y manejo*. 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. 151 pp.
- Romo, E. 1993. Distribución actitudinal de los roedores al noreste del estado de Querétaro. Ciudad Universitaria, México, D.F. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 59 pp.
- Rueda-Salazar, A. y Z. Cano-Santana. 2009. Artropofauna. Pp. 171-201, *in*: Lot, A. y Z. Cano-Santana (eds.). *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Sánchez, O. y G. Oliva. 2005. *Reithrodontomys fulvescens*. Pp. 780-782, *in*: Ceballos, G. y G. Oliva. (coords.), *Los mamíferos silvestres de México*. FCE y CONABIO, México.

- Santibañez, G. 2005. Caracterización de la heterogeneidad ambiental en la Reserva del Pedregal de San Ángel. Ciudad Universitaria, México, D.F. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 71 pp.
- Schmid-Holmes, S. y L. Drickamer. 2001. Impact of forest patch characteristics on small mammal communities: a multivariate approach. *Biological Conservation* 99: 293-305.
- Siebe, C. 2000. Age and archaeological implications of Xitle volcano, southwestern Basin of Mexico-City. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 104: 45-64.
- Smith, D. 1993. An overview of greenways: their history, ecological context, and specific functions. Pp. 1-21, in: Smith, D. y P. Cawood (eds.), *Ecology of greenways: design and function of linear conservation areas*. University of Minnesota, Minnesota. 222 pp.
- Soberón, J., M. Rosas y G. Jiménez. 1994. Ecología hipotética de la Reserva del Pedregal de San Ángel. Pp. 129-148, in: Rojo, A. (comp.), *Reserva ecológica El Pedregal de San Ángel: ecología, historia natural y manejo*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Soulé, M. 1991. Land use planning and wildlife maintenance: guidelines for conserving wildlife in an urban landscape. *Journal of the American Planning Association* 57: 313-323.
- UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México. 2005. Acuerdo por el que se rezonifica, delimita e incrementa la Zona de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria. *Gaceta UNAM*, 2 de junio de 2005: 20-21.
- UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México. 2008. http://fenix.dcaa.unam.mx/tour_unam/acercacu.html. Consultado el 21/11/2008.
- Valiente-Baunet, A. y E. De Luna. 1990. Una lista florística actualizada para la Reserva del Pedregal de San Ángel, México. *Acta Botanica Mexicana* 9: 13-30.

- Villa, R. 1952. Mamíferos silvestres del Valle de México. *Anales del Instituto de Biología. UNAM. México* 23: 269-492.
- Wolff, J. 1999. Behavioral model systems. Pp.11-40, *in*: Barrett, G y J. Peles (eds.), *Landscape ecology of small mammals*. Springer-Verlag, Nueva York.
- Zarza, H. y G. Ceballos. 2005. *Neotoma mexicana*. Pp. 693-695, *in*: Ceballos, G. y G. Oliva. (coords.), *Los mamíferos silvestres de México*. FCE y CONABIO, México.

ANEXO

Descripción detallada de las 28 parcelas muestreadas con base a los diez parámetros registrados.

NP-1

Localizada detrás de las instalaciones del Instituto de Ecología. Es de los mejor conservados. Tiene una moderada heterogeneidad topográfica: la mayor parte de la zona es plana donde domina *Mulhenbergia robusta* y *Opuntia tomentosa* Salm-Dyck, también se encuentra un ejemplar de *Fraxinus uhdei* (Wenz.) Lingesh. Otra parte de menor extensión contiene oquedades y grietas donde se registra *Mammillaria magnimamma*, *Buddleia cordata* y *Cissus sicyodies*. Aquí no fue observada flora exótica. Durante los tres muestreos realizados aquí se registraron heces frescas de conejo (*Sylvilagus floridanus*) y letrinas activas de tlacuache (*D. virginiana*) y camoxitle (*B. astutus*). No se detectó presencia humana ni registro de disturbio alguno.

NP-2

Localizado a un costado del Instituto de Ecología, éste es un sitio altamente conservado. Registra alta heterogeneidad, con topografía plana, oquedades, grietas, hondonadas y paredes. Se registran agaves (*Agave salmiana*), tepozanes (*B. cordata*), *Callandra grandiflora* (L'Her.) Benth., *C. sicyodies*, *Manfreda scabra*, *M. robusta*, *O. tomentosa*, *Sycyos deppei* G. Don y *Wigandia urens*. Se observaron letrinas de *D. virginiana* y *B. astutus* y un cráneo de *D. virginiana*. No se detectó disturbio alguno ni presencia humana.

NO-3

Esta zona se encuentra hacia al norte pasando el espacio escultórico. En ésta dominan grietas, oquedades y promontorios rocosos. Los elementos florísticos dominantes son: *B. cordata*, *Dahlia coccinea*, *Echeveria gibbiflora*, *M. robusta*, *Opuntia robusta*, *Senecio* (= *Pittocaulon*) *praecox* y *W. urens*, en menor proporción podemos observar a *M. magnimamma*. No se observó flora exótica y fueron registradas letrinas activas de *D. virginiana* en los tres muestreos. Por presentarse abierta al público (Espacio Escultórico) esta

zona tiene perturbaciones que incluyen diversos sitios de reunión y que conllevan a la acumulación de basura inorgánica, además hay rutas de paso por lo que es una zona muy transitada. Se detectó presencia humana, con graffitis en rocas y en la vegetación.

NO-4

Esta zona se localiza del lado noreste del espacio escultórico, es la zona más heterogénea presentándose aquí los seis tipos de microambientes (promontorios, oquedades, grietas, paredes, planos y cuevas). La flora dominante es nativa: *A. salmiana*, *B. cordata*, *C. sicyodites*, *Eupatorium petiolare* Sessé et Moc. Ex DC., *M. magnimamma*, *M. robusta*, *O. tomentosa*, *S. praecox*, *Verbesina virgata* Cav. y *W. urens*. No se observó flora exótica. Se registraron letrinas y heces de *S. floridanus* y se avistó la serpiente de cascabel de cola negra *Crotalus molossus nigrescens* Baird et Girard. Se detectó la acumulación de basura inorgánica y sitios de reunión, aunque en menor proporción que en NO-3, debido probablemente al difícil acceso.

NSO-5

Se localiza al costado este del museo Universum. Hay una marcada heterogeneidad topográfica, dominan los promontorios, lo cual se debe a que de esta zona se extraía basalto para la cantera. Se registra *E. gibbiflora* y *M. robusta*. No se registra flora exótica y existen pocos registros de otros mamíferos silvestres. Esta zona es de uso común por la gente aunque nunca se avistó a alguien; sin embargo es un claro sitio de reunión por sus veredas bien delimitadas y la acumulación constante de basura inorgánica, además es un sitio de defecación al aire libre.

NSO-6

Se encuentra cerca de NSO-5 pero más al sureste del museo Universum, y sus características son diferentes a la parcela anterior. Se encuentra al fondo de la cantera y se caracteriza por ser un sitio plano donde dominan *M. robusta* y el pasto exótico *Pennisetum clandestinum*, también es posible encontrar aunque en menor proporción a *B. cordata*, *E. gibbiflora* y *W. urens*. No se registró disturbio alguno ni presencia de personas.

A7-7

Se localiza entre la Zona Núcleo Poniente y la Avenida de los Insurgentes. Ésta es la zona de amortiguamiento más afectada. El camellón se puede dividir en dos partes: una plana donde existen *P. clandestinum* y *M. robusta*, además de una alta cobertura de eucaliptos. La segunda parte se caracteriza por mantener la fisionomía del pedregal con moderada

heterogeneidad (grietas y hondonadas) y vegetación de matorral xerófilo que incluye tepozanes zacatones, nopales y *W. urens*, y es en esta parte donde se detectaron letrinas de *D. virginiana*. A lo largo de este camellón son diversos los disturbios que existen, senderos y sitios de reunión claramente marcados, acumulación de basura inorgánica y cascajo, presencia de indigentes pernoctando, así como defecación al aire libre. También hubo avistamiento de perros ferales.

A2-8

Es un camellón altamente heterogéneo con todos los tipos de microambientes (promontorios, oquedades, grietas, paredes, planos y cuevas). Se encuentra sobre el circuito exterior enfrente de la Facultad de Trabajo Social. Los elementos florísticos dominantes son nativos (*A. salmiana*, *E. gibbiflora*, *M. robusta*, *O. tomentosa*, *Phlebodium areolatum* [Humb. et Bonpl. ex Willd.] J. Sm., *S. praecox*), aunque también hay exóticos como árboles de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. y en los bordes presencia del pasto *P. clandestinum* y *R. communis*. Sólo se localizó una letrina de *B. astutus* y *D. virginiana*. Durante la realización del primer muestreo (febrero 2008) la zona fue sujeta a alto disturbio por la remoción de una parte de ésta para la construcción de una bahía para taxis. Además, de la pérdida de biota en la zona se registró acumulación de basura inorgánica y defecación al aire libre. A pesar de esto, la zona no tiene alto disturbio exceptuando que se registra fecalismo.

A1-9

Es la zona de amortiguamiento más alejada de las zonas núcleo. Se localiza sobre el circuito exterior enfrente del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Es un camellón en forma de hondonada, con alta heterogeneidad (planos, oquedades, hondonadas y cuevas). Aún domina la flora nativa con ejemplares de *B. cordata*, *Montanoa tomentosa*, *O. tomentosa*, *S. praecox*, y gran cobertura de *Cyclanthera* spp. y *Discorea galeottiana* Kunth, aunque tiene una alta cobertura de flora exótica como eucaliptos y *P. clandestinum*. también podemos encontrar en menor proporción a *Schinus molle* L. y *Casuarina equisetifolia* L. Sufre de fecalismo al aire libre.

A3-10

Se localiza al centro de la cantera y se puede distinguir por dos zonas, la primera se encuentra en el borde de la laguna y su sustrato no es volcánico. En su lugar está conformado por lodo y tierra, su vegetación está dominada por las especies nativas *B. cordata*, *W. urens* y las exóticas *Liquidambar styraciflua* L. y *P. clandestinum*. La segunda zona está conformada por promontorios en los cuales dominan los tepozanes, *P. clandestinum*. Fue en esta misma parte donde se registraron letrinas, observaciones del ardillón (*Spermophilus variegatus*) y hubo capturas de *D. virginiana* juveniles. No se registraron disturbios.

A3-11

Se ubica al noreste de la cantera colindando con la laguna, tiene topografía plana aunque es posible encontrar algunos promontorios en su parte norte. El lado sureño se encuentra dominado por el pasto *P. clandestinum*, la planta acuática *Typha latifolia* L. y el arbusto *V. virgata*. En el lado norteño dominan los tepozanes y las exóticas *P. clandestinum* y al borde *R. communis*. Sólo se presenció poca acumulación de basura inorgánica en sus bordes.

A13-12

Se ubica enfrente del museo Universum del lado oeste. El sustrato es plano con algunas oquedades, se caracteriza por una alta cobertura del zacatón *M. robusta* y otras especies de la familia Poaceae, también aunque de manera escasa hay tepozanes. Al final de esta zona se encuentran promontorios con tepozanes (*B. cordata*), *C. sicyoides*, *O. tomentosa* y *Selaginella* sp. Aunque hay veredas marcadas no se detectó disturbio ni presencia humana alguna y se tuvo la captura de zorrillo juvenil *Spilogale gracilis*.

A13-13

Esta zona se encuentra pareada a la A13-12, pero se ubica al centro. Su topografía difiere notablemente. Se encuentran oquedades, hondonadas, grietas, paredes, cuevas y promontorios. Su flora es netamente nativa en donde es posible encontrar a *B. terniflora*, *B. cordata*, *C. sicyoides*, *Dioscorea galeottiana*, *Manfreda scabra*, *Phytolacca isosandra*, *Verbesina virgata* y *W. urens*. No se detectó flora exótica ni disturbios. Se registraron letrinas activas de tlacuache en los tres muestreos y se percibió olor a zorrillo.

AV-14

Se ubica a un costado de UDUAL casi llegando a Avenida Revolución. Este parche de vegetación se encuentra totalmente enrejado y se localiza en los límites de CU, teniendo ya en un lado casas particulares. La mayoría de éste se encuentra cubierto por el pasto exótico

P. clandestinum, por lo que no se aprecia el sustrato. En su mayor parte es plano, aunque es posible encontrar hondonadas y paredes de rocas volcánicas. La flora dominante es exótica en donde se encuentran (además del pasto mencionado anteriormente) ejemplares de *Catharanthus roseus*, *C. equisetifolia*, *Hedera* sp., *Miriabilis jalapa*, *Rosa* sp., en menor proporción se encuentran algunas nativas como *Bidens odorata*, *P. isosandra*, *S. deppei* y *W. urens*. Se encontró acumulación de desechos de jardinería y se avistó a *S. variegatus*.

AV-15

Se encuentra al norte del Estadio Olímpico Universitario. El asilamiento en este sitio y el AV-16 es altísimo, ya que es un remanente de vegetación que se encuentra a aproximadamente a 12 metros de del nivel del suelo. Sin embargo, debido al aislamiento conserva las propiedades del Pedregal que incluyen heterogeneidad topográfica (hondonadas, oquedades, grietas y cuevas) y dominancia de flora nativa que incluye a *B. cordata*, *Dioscorea galeottiana*, *E. gibbiflora*, *Ipomoea purpurea* (L.) Roth, *Montanoa tomentosa*, *Opuntia* sp., *S.) praecox*, *Phlebodium areolatum*, *Sicyos deppei* y *W. urens*. En menor proporción están las exóticas *E. camaldulensis*, *P. clandestinum* y *S. molle*. Esta zona está sujeta a un alto disturbio que incluye acumulación de basura inorgánica, sitios de reunión, asentamientos irregulares de indigentes y fecalismo al aire libre. Se detectó la presencia de *S. floridanus* y letrinas de *D. virginiana*.

AV-16

Al igual que AV-15, éste sitio se ubica al norte del Estadio Olímpico Universitario, debido a que es una parcela pareada con AV-15 sus características son muy similares exceptuando por el hecho de que aquí las hondonadas y cuevas están en menor proporción. Aquí los sitios de reuniones y los asentamientos irregulares son inexistentes, sin embargo existe una hondonada cubierta plenamente de desechos de jardinería.

AV-17

Esta es la parcela más norteña de CU, se localiza a una costado de la Casa del Académico, ésta conserva sus rasgos del ecosistema natural: una alta heterogeneidad topográfica mantiene los seis tipos de microambientes que reconoce Santibáñez (2005). Los elementos florísticos dominantes son: *B. cordata* sp., *C. sicyoides*, *D. coccinea*, *Dioscorea galeottiana* Kunth, *E. gibbiflora*, *E. petiolare*, *M. tomentosa*, *M. magnimamma*, *M. robusta*, *O. tomentosa*, *S. praecox*, *P. areolatum*, *S. deppei*, *Tithonia tubiformis* (Jacq.) Cass y *W. urens*, en menor

proporción dominan las exóticas *S. molle* y en los bordes *P. clandestinum*. El disturbio detectado se centró a los bordes y en menor proporción al centro, en donde se encontraron sitios de reunión de personas y fecalismo al aire libre.

AV-18

Este sitio se encuentra a ca. 3 m por encima del nivel del suelo y colinda con la Facultad de Psicología. Allí se pueden encontrar sitios planos o áreas con grietas, hondonadas, oquedades y cuevas. Los elementos florísticos nativos que dominan son: *B. cordata* sp., *C. sicyoides*, *E. gibbiflora*, *Erythrina americana* Mill., *M. tomentosa*, *O. tomentosa*, *S. deppei*, *T. tubiformis* y *W. urens* y, entre los exóticos, *P. clandestinum*. Aquí hay acumulación de basura inorgánica y sitios de reunión. También se detectó la presencia de gatos ferales durante los tres muestreos.

AV-19

Al igual que AV-18 este parche de vegetación se encuentra a 3 m de altura y se encuentra frente al estacionamiento de la Facultad de Derecho. Su topografía es totalmente plana, excepto por una hondonada. Los elementos florísticos dominantes son exóticos, entre los que se hallan *Bougainvillea glabra*, *E. camaldulensis* y *P. clandestinum*. De flora silvestre sólo se encontraron dos ejemplares de *O. tomentosa* y cuatro de *M. tomentosa*. No se tuvo evidencias de otros mamíferos silvestres. Hay un alto disturbio en este lugar, que se ha convertido en asentamiento irregular de personas indigentes permanente durante la noche. En el día es un claro sitio de reunión de estudiantes. La hondonada está cubierta por completo de basura inorgánica y allí se practica el fecalismo al aire libre.

AV-20

Es un remante de vegetación dentro de la Facultad de Veterinaria que aún no ha sido convertido en jardín artificial. Se caracteriza por presentar promontorios, hondonadas y sitios planos. Los elementos de la flora nativa dominante son *B. cordata*, *F. uhdei*, *O. tomentosa* sp., *Rubus liebmannii* Focke y *W. urens*, aunque dominan los elementos florísticos exóticos representados por *B. glabra*, *E. camaldulensis*, *Ligustrum japonicum* Thunb., *L. styraciflua*, *M. jalapa*, *P. clandestinum* y *S. molle*. Se avistaron durante los tres muestreos la presencia de la ardilla gris (*Sciurus aurogaster*). Este sitio se utiliza como depósito de desechos de jardinería de la Facultad.

AV-21

La parcela está localizada dentro de la Facultad de Ciencias a un costado del estacionamiento de profesores. En esta área verde se presentan grietas, oquedades, paredes, hondonadas, promontorios y cuevas. Domina la flora nativa donde es posible observar: *B. cordata*, *C. sicyoides*, *D. galeottiana*, *D. coccinea*, *E. gibbiflora*, *M. tomentosa*, *S. praecox*, *P. areolatum*, *O. tomentosa*, *S. deppei* y *W. urens*. Existen elementos exóticos en su flora de las especies *N. glauca* y *R. communis*. *S. molle* y *P. clandestinum* se encuentran prioritariamente en el borde. También en los bordes hay sitios de reunión y poca acumulación de basura inorgánica. En esta área se encontraron letrinas de tlacuache en los tres muestreos y se percibió olor a zorrillo. También se registró presencia de perros ferales.

AV-22

Este camellón se ubica entre de la Pista de tartán y el estadio Olímpico Universitario es una hondonada y dentro es posible encontrar grietas, promontorios y cuevas. Aquí dominan las exóticas *E. camaldulensis* y *Leonotis nepetifolia* (L.) R. Br., y en los bordes *P. clandestinum*, pero también se encuentra una variedad de especies nativas, como *B. cordata*, *C. sicyoides*, *Cyclanthera dissecta*, (Torr. Et A. Gray) Arn., *D. coccinea*, *I. purpurea*, *Ipomoea dumetorum* Willd., *S. deppei* y *W. urens*. Aquí se capturó un individuo juvenil de *D. virginiana* y se registraron letrinas de *D. virginiana* y *B. astutus*. También se observó la presencia de un gato feral. Debido a su difícil acceso solo se observó acumulación de basura inorgánica en las bordes.

AV-23

Este lugar se encuentra dentro de la instalaciones de las canchas de futbol. Es un remanente de vegetación de topografía plana. Es un sitio muy pobre en cuanto a flora, pues *P. clandestinum* y *E. camaldulensis* son las plantas dominantes. Entre las plantas nativas se registran *B. cordata* y *Dalea* sp. Esta zona es utilizada como depósito de desechos de jardinería. Se observó la presencia de un gato feral.

AV-24

Esta parcela se ubica a un costado de la estación de Metrobus CU. Su topografía es plana con elevamiento de roca volcánica. Dominan los eucaliptos y *P. clandestinum*, y se encuentra un elemento de *Ligustrum japonicum*. En lluvias codominó la enredadera *C. dissecta*. Este es un sitio de reunión permanente de personas, hay acumulación de basura inorgánica y presencia de indigentes. No se detectó actividad de fauna silvestre ni feral.

AV-25

Se localiza enfrente de las instalaciones de Tiro de Arco. Esta parcela está separada de la AV-24 por una formación rocosa con pared volcánica de 2 m de alto aproximadamente. Su topografía es plana y, al igual que en AV-24, dominan los eucaliptos, el pasto kikuyo y *L. japonicum*, además de *S. molle*. Entre los elementos nativos se encuentran *B. odorata*, *M. robusta* y *C. dissecta*. Hay acumulación de basura inorgánica, sitios de reunión y también se registraron indigentes. Aquí se registra la presencia de *S. variegatus*.

AV-26

Este es un fragmento de área verde que se encuentra rodeado por las instalaciones del Instituto de Ciencias de la Atmósfera, la Dirección General de Bibliotecas y el Instituto de Geología. En su parte central conserva sustrato basáltico y una cueva, donde se registra la presencia de *B. cordata*, *W. urens*, *M. robusta*, *O. tomentosa* y pocos individuos de *E. gibbiflora*. Domina la flora exótica, entre las que se encuentran *C. roseus*, *Cupressus lusitanica* Mill., *E. camaldulensis*, *L. styraciflua*, *Pinus cembroides* Zucc. y *R. communis*. Esta parcela constituye un sitio de reunión, y registra acumulación de desechos de jardinería. Aquí se tuvo el avistamiento de un gato feral.

AV-27

Se localiza entre del Instituto de Geografía y CENDI. Este camellón aunque preserva algunos rasgos del ecosistema original, entre los que se halla una pared y una grieta, donde se registran elementos florísticos como *B. cordata*, *O. tomentosa*, *F. uhdei* y *C. sicoydes*. Sin embargo, la mayor parte de esta zona es plana con amplia dominancia de plantas exóticas, como *P. clandestinum*, *E. camaldulensis*, *S. molle* y *Pinus patula*. Éste es un camellón altamente frecuentado por la personas como sitio de reunión y lugar donde hay fecalismo al aire libre. Hay acumulación de basura inorgánica y de desechos de jardinería. A pesar de esto, en esta parcela se registró la captura de un individuo juvenil de *D. virginiana*.

AV-28

Este fragmento de forma circular es altamente heterogéneo topográficamente, se ubica entre la Zona Núcleo Poniente la Avenida de los Insurgentes, enfrente de la Zona de Amortiguamiento A7. Se registran hondonadas, grietas, cuevas y sitios planos. Sólo se detecta flora exótica en su borde, con dominancia de *P. clandestinum*. La flora nativa domina,

e incluye elementos de *B. cordata*, *C. sicyoides*, *D. galeottiana*, *D. coccinea*, *E. gibbiflora.*, *E. americana*, *M. magnimamma*, *M. tomentosa*, *M. robusta*, *O. tomentosa*, *S. praecox*, *R. liebmannii*. *S. deppei* y *W. urens*. Aquí se registra acumulación de basura inorgánica, incluyendo aceite de motor que los taxistas suelen cambiar a sus coches y lo depositan aquí, acumulación de cascajo, sitio de reunión con indicios de fecalismo, sin embargo todas estas perturbaciones se encuentran a los bordes de la zona. Al centro de ésta se encuentran diversas letrinas de *D. virginiana* y *B. astutus*, de hecho ésta fue la parcela donde más registros de letrinas se tuvo. Aquí se capturó un individuo juvenil de *D. virginiana*.