



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Instituto de Biología

EVALUACIÓN POBLACIONAL DE
MAMÍFEROS MEDIANOS EN LA RESERVA
ECOLÓGICA DEL PEDREGAL DE SAN
ÁNGEL, HACIA UN PROGRAMA DE
CONTROL DE GATOS FERALES

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGÍA AMBIENTAL)

PRESENTA

ÁGUEDA KARINA RAMOS RENDÓN

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: DR. ENRIQUE MARTÍNEZ MEYER

COMITÉ TUTOR: DR. RURIK HERMANN LIST SÁNCHEZ
DR. GERARDO SUZÁN AZPIRI

MÉXICO, D.F

Mayo, 2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 18 de enero de 2010, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGÍA AMBIENTAL)** de la alumna **RAMOS RENDÓN ÁGUEDA KARINA** con número de cuenta **508019610** con la tesis titulada **“EVALUACIÓN POBLACIONAL DE MAMÍFEROS MEDIANOS EN LA RESERVA ECOLÓGICA DEL PEDREGAL DE SAN ÁNGEL, HACIA UN PROGRAMA DE CONTROL DE GATOS FERALES.”**, realizada bajo la dirección del **DR. ENRIQUE MARTÍNEZ MEYER**:

Presidente: DRA. PATRICIA KOLEFF OSORIO
Vocal: DR. GERARDO SUZÁN AZPIRI
Secretario: DR. ENRIQUE MARTÍNEZ MEYER
Suplente: DR. ZENÓN CANO SANTANA
Suplente: DR. RURIK HERMANN LIST SÁNCHEZ

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

Atentamente
“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”
Cd. Universitaria, D.F., a 17 de mayo de 2010.


Dr. Juan Nuñez Farfán
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente del (la) interesado (a)

AGRADECIMIENTOS

Al Posgrado de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)

Al Dr. Enrique Martínez Meyer, asesor principal de este trabajo.

**Al Dr. Rurik Hermann List Sánchez y Dr. Gerardo Suzán Azpiri,
miembros del comité tutorial de esta tesis.**

A la Dra. Patricia Koleff Osorio y Dr. Zenón Cano Santana, miembros del jurado.

Al Instituto de Biología y al Instituto de Ecología de la UNAM.

**Al Dr. Antonio Lot Helgueras, por todas las facilidades otorgadas para la parte de campo
y de consulta de la tesis.**

**Al Dr. Fernando Gual, por todo el apoyo prestado y el interés mostrado para el muestreo
y resultados.**

Al Laboratorio de Análisis Espaciales del IBUNAM.

**Al Dr. Fernando Cervantes Reza, por confiar y dar facilidades para ocupar material e
instalaciones de la CNMA.**

**A todo el personal que labora en la Colección Nacional de Mamíferos del IBUNAM, por
la ayuda prestada para este trabajo.**

**Al Departamento de Etología, Fauna Silvestre y Animales de Laboratorio de la FMVZ,
UNAM.**

**Al personal de vigilancia de la UNAM por las facilidades otorgadas para el acceso a todas
las instalaciones de la Reserva.**

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Jacobo y Águeda, hermanos Pablo y Jacobo, sobrinitos Adrián y Diego, y Myrna que confiaron en mí y han estado conmigo aunque este lejos de ellos.

A mi querido jefesín de maestría, que a pesar de sus mil ocupaciones tuvo tiempo para firmar y confiar en que acabaría algún día y apoyarme en todo momento. ¡¡Gracias Enrique!!

A las maestras que me han hecho sentir como en casa, desde hace varios años en el DF, con sus consejos, ayuda, y apoyo en todo momento, Julieta Vargas y Yolanda Hortelano, ¡¡gracias muchachas!!

A Constantino González S., por toda su ayuda tanto en campo como en la elaboración del escrito, y por amistad en todo momento. A Saúl López A. por su tiempo, colaboración y días libres que dedicara a ayudarme. A Martha Esteva G. por ser la musa y amiga de muchos, entre ellos yop.

A todos los integrantes del Laboratorio de Análisis Espaciales, Armando, Edith, Claudia, Caro, Denise, Bárbara, Miguel, y demás agregados culturales que han pasado por ahí.

A la Colección Nacional de Mamíferos del IBUNAM y personal que labora en ella, académicos, técnicos y estudiantes, que ayudaron directa o indirectamente en este arduo trabajo.

A Julio Herrejón y Citlali Ramírez, por ser parte de este trabajo, y soportar todas las inclemencias que acarrea ello, pero aún así con gratos recuerdos y buenos resultados. A Gerardo Guerra, servicio social compartido, que ayudó en los últimos meses de muestreo.

A mis amigos de hace algunos ayerés con los que he crecido, conocido, convivido... en el DF y Puebla, Lupita Hernández, Donají López, Sandra Mote, Jérica Arcangeli, Luis Reyes, Lázaro Guevara, Liz Martínez, Alberto Arvizu, Ana Montiel, Jonathan Romero, Luis Juárez, Uriel Valladares, que me han ayudado y apoyado en todo momento.

A las integrantes del siempre depa feliz y amigas para mucho mucho tiempo más, Mariela Díaz y Ceci Salinas, por ser como son, ayudarme a pesar de las condiciones climáticas, atmosféricas y anímicas ¡¡Gracias!!

A todos mis compañeritos de Restauración Ecológica, que con el tiempo formaron una parte importante de mi vida y aprendizaje, en especial, Fabi, Mario y Laura.

A todos los que colaboraron en trabajo de campo, gabinete, análisis y apoyo moral: Carlos Gómez (Biól.), Guillermo Monterrubio (Ing.), Efraín (Geog.) y Daniel, Jorge Calónico (Biól.), Salomón (Hist.), Valeria Cruz (Biól.), Fernanda Mejía (MVZ), Salvador Salas (MVZ), Claudia (MVZ), Eduardo Solano (Biól.), Diana Pío (Biól.), Antonio Ortíz (Fís.) y demás personas que colaboraron directa o indirectamente en este trabajo ¡Gracias!

A todos y cada uno de los que han estado en alguna de las fases de esta tesis, muchas gracias.

DEDICATORIA

***¡A los que confiaron en mí,
y me dieron cobijo en su alma
y corazón desde que nací!***

***Los quiero:
Mamá, Papá, Pablo y Jacobo***

CONTENIDO		
RESUMEN	.....	1
ABSTRACT	.....	3
CAPÍTULO I		
INTRODUCCIÓN GENERAL	.....	4
CAPÍTULO II		
ESTADO DE LAS POBLACIONES DE MAMÍFEROS MEDIANOS DE LA RESERVA ECOLÓGICA DEL PEDREGAL DE SAN		
ÁNGEL		
II.1. Introducción	.....	10
II.2. Materiales y métodos		
II.2.1. Área de estudio	.....	13
II.2.2. Muestreo	.....	15
II.2.3. Análisis de datos	.....	17
II.3. Resultados		
II.3.1. Trabajo de campo	.....	18
II.3.2. <i>Didelphis virginiana</i>	.....	20
II.3.3. Algunas especies de mamíferos medianos en la REPSA	.....	25
II. 4. Discusión	.....	28
II.5. Conclusiones	.....	31
CAPÍTULO III		
INFLUENCIA HUMANA SOBRE LA PRESENCIA DE MAMÍFEROS MEDIANOS EN DOS ÁREAS NÚCLEO DE LA		
RESERVA ECOLÓGICA DEL PEDREGAL DE SAN ÁNGEL		
III.1. Introducción	.....	34
III.2. Materiales y métodos		
III.2.1. Trabajo de campo	.....	38
III.2.2. Distribución Espacial de la Fauna	.....	40
III.2. 3. Distancias a sitios de influencia humana	.....	41
III.3. Resultados		

III.3.1. Trabajo de campo	.....	43
III.3.2. Distancias a sitios de influencia humana	.....	46
III. 5. Discusión y Conclusiones	.....	54
CAPÍTULO IV		
DIETA DE GATOS FERALES Y ALTERNATIVAS DE CONTROL		
IV.1. Introducción	.....	58
IV.2. Materiales y métodos		
IV.2.1. Área de estudio y Muestreo	.....	64
IV.2.2. Muestreo de excretas	.....	65
IV.2.3. Propuesta de control	.....	66
IV.3. Resultados	.....	67
IV.4. Discusión y Conclusiones		
IV.4.1. Dieta de gatos	.....	72
IV.4.2. Plan de control	.....	73
CAPÍTULO V.		
PROGRAMA DE CONTROL DE GATOS FERALES EN LA RESERVA ECOLÓGICA DEL PEDREGAL DE SAN ÁNGEL		
V.1. Antecedentes	.....	78
V.2. Programa de control	.....	79
V.3. Directorio	.....	84
DISCUSIÓN GENERAL	.....	85
CONCLUSIONES GENERALES	.....	87
LITERATURA CITADA	.....	89
ANEXO. FOTOGRAFÍAS TRAMPAS -CÁMARA	.....	101

EVALUACIÓN POBLACIONAL DE MAMÍFEROS MEDIANOS EN LA RESERVA ECOLÓGICA DEL PEDREGAL DE SAN ÁNGEL, HACIA UN PROGRAMA DE CONTROL DE GATOS FERALES

Ramos-Rendón, A. K. 2010. Tesis de Maestría. Maestría en Ciencias Biológicas, Orientación en Biología Ambiental. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

RESUMEN

Existen varios factores que pueden generar la pérdida de especies en un ecosistema, entre los más importantes están la destrucción de hábitat y la introducción de especies exóticas. Estos dos factores se observan en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA), ubicada en las instalaciones de Ciudad Universitaria perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México, al sur de la Ciudad de México. En este estudio se realizó un muestreo de mamíferos medianos con el fin de determinar el estado de sus poblaciones en dos cuadrantes dentro de dos áreas núcleo de la reserva: Zona Núcleo Poniente (ZNP) y Zona Núcleo Oriente (ZNO). Entre junio del 2008 y mayo del 2009 se colocaron trampas tipo Tomahawk y trampas-cámara durante tres noches seguidas por cada punto. El éxito de captura obtenido en la ZNP fue de 18.1% y de 28.78% en la ZNO. La especie que resultó más abundante fue *Didelphis virginiana*, seguida de *Bassariscus astutus*. Las otras especies registradas fueron: *Sylvilagus floridanus*, *Spilogale gracilis* y *Spermophilus variegatus*, como parte de la fauna local, y como parte de la fauna introducida *Canis familiaris* y *Felis catus*. Se determinó que el ciclo de reproducción de las hembras de tlacuache principia entre febrero y marzo, presentando un pico de abril-agosto, y disminuye en septiembre y octubre, siendo casi nula de noviembre a enero. Además, se estableció que el sexo influyó en mayor medida en la probabilidad de sobrevivencia y la temporada en la probabilidad de recaptura de esta especie. Se observó una disminución de la densidad poblacional de tlacuaches y cacomixtles a casi un 50% de su población de hace 15 años. Se determinó también que la presencia de gatos y perros tienen un impacto negativo sobre las poblaciones tanto de mamíferos pequeños como medianos, lo que podría estar ocasionando la disminución de las poblaciones existentes. Con relación a la influencia de sitios con presencia humana en la distribución de las

especies, no se observó relación entre la distancia y la captura de especies silvestres o introducidas como grupo, pero a nivel especie, en la ZNP se observa una mayor tendencia por parte de los gatos a ocupar áreas aledañas a la presencia de humanos. Se concluye que las especies silvestres existentes mantienen poblaciones reproductivas y posiblemente viables, pero es necesario llevar a cabo un control de la fauna exótica para evitar que su impacto sobre la fauna nativa pueda llevarlas a la extinción local.

POPULATION EVALUATION OF MEDIUM MAMMALS OF THE RESERVE FROM “EL PEDREGAL DE SAN ÁNGEL” TOWARDS FERAL CATS CONTROLLING PROGRAM

Ramos-Rendón, A. K. 2010. Tesis de Maestría. Maestría en Ciencias Biológicas, Orientación en Biología Ambiental. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

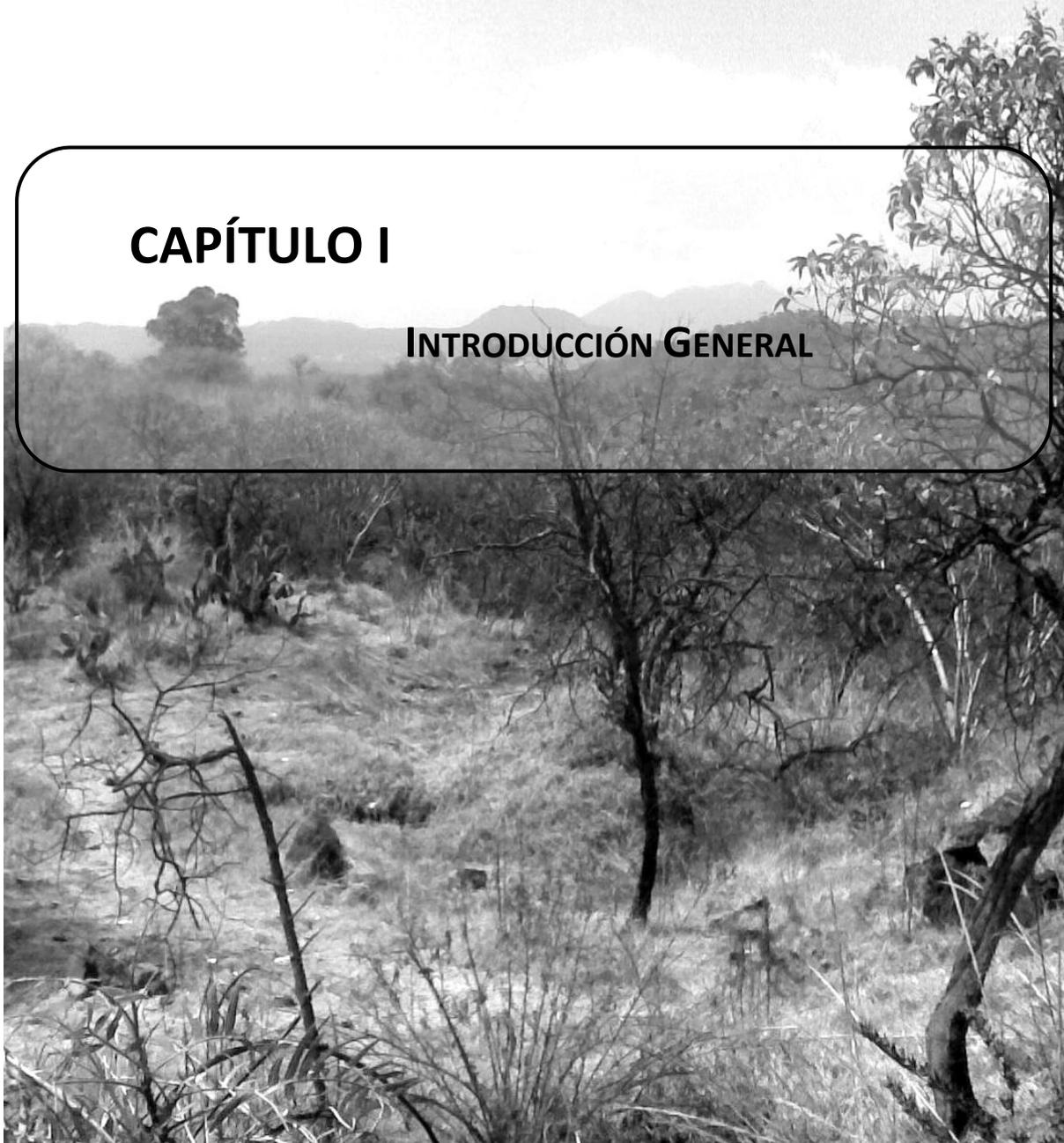
ABSTRACT

Several factors may lead to loss species in an ecosystem, being habitat destruction and introduction of exotic species among the most relevant. These two factors are observed in the “El Pedregal de San Ángel” reserve (REPSA), located in the main campus of the Universidad Nacional Autónoma de México, in southern Mexico City. In this study, we analyzed the population status of medium-size mammals in two core areas of the REPSA, the West Core Zone (ZNP) and the East Core Zone (ZNO). Between June 2008 and May 2009 Tomahawk and camera traps traps were set for three nights at each of 26 sampling points. Capture success was of 18.1% at the ZNP and 28.78% at the ZNO. The most abundant species was *Didelphis virginiana*, followed by *Bassariscus astutus*. Other native species recorded were: *Sylvilagus floridanus*, *Spilogale gracilis* and *Spermophilus variegatus*, and two introduced, *Canis familiaris* and *Felis catus*. The breeding season of female opossums begins between February and March, peaking in April-August and decreasing by September and October, with almost no activity from November to January. Gender influenced the probability of survival and season the recapture probability for this species. We observed that opossum and ringtail population densities have declined, to almost 50% of in the last 15 years a go. The presence of cats and dogs showed a negative impact over small and medium-sized mammal populations at the REPSA, and may be the driving factor of such decline. We found no relationship between distance to human activity areas and distribution of wild or introduced species as a group, but at the species level we found that cats tend to aggregate near human settlements in the ZNP. We conclude that wild mammals at the REPSA hold reproductive populations which may be still viable, but exotic species are a problem that might drive native species to local extinction, hence a control program of feral dogs and cats is strongly recommended.

... por espacio de una hora recorrimos ese terreno desigual, trepando por altas rocas y bajando por ásperas pendientes. En aquel suelo volcánico lleno de grietas, oquedades y barrancas, no se ve otra vegetación que nopales, biznagas espinosas y árboles raquíuticos... de cuando en cuando, en medio de un negro círculo de abruptas rocas, se distingue con placer un risueño y alegre prado...
(Alberto Michel, 1921)

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN GENERAL



INTRODUCCIÓN GENERAL

Durante la primera mitad del siglo XX, la zona sur de la Ciudad de México había sido sometida a bajos niveles de uso urbano; sin embargo, a partir de los años cincuenta la extensión urbana de la ciudad empezó a invadir terrenos agrícolas y naturales de esta área, debido a un aumento de la población de 3.5×10^6 a 13.8×10^6 habitantes entre 1953 y 1980, reportándose una reducción de las áreas verdes de 41.6 a 14.7% de la superficie, lo cual representó una tasa de pérdida de 3.5% anual (Cano-Santana *et al.* 2006). Es durante la segunda mitad del siglo XX, en 1954, cuando se hizo la entrega formal de la Ciudad Universitaria (CU) a la Universidad Nacional Autónoma de México, pero con el paso de los años, un área que resultaba ser poco concurrida, tuvo un aumento de ocupación, y con ello desarrollo de infraestructura, como edificios, vialidades, avenidas, calles y veredas.

En la Ciudad de México la mayoría de áreas naturales protegidas se encuentran en el sur de la ciudad (Vargas 1997); una de las zonas bien delimitadas es el Pedregal de San Ángel o Pedregal de Xitle, que tiene una extensión aproximada de 80 km^2 con un sustrato basáltico producto de la erupción del Xitle, ocurrida hace unos 1670 ± 35 años (Siebe 2000). Como la mayoría de las zonas de vegetación natural del Distrito Federal, el Pedregal ha sufrido desde la década de los 50's una pérdida considerable, que de acuerdo con fotos aéreas probablemente represente 70%. Este cambio de uso de suelo se traduce en que sólo 6% de las 4,000 ha originalmente cubiertas por el matorral de palo loco esté protegido actualmente (Cano-Santana *et al.* 2006).

La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA) al encontrarse dentro de Ciudad Universitaria, tuvo ciertas ventajas y desventajas. Entre las ventajas podemos destacar el interés que despertó para la comunidad científica el conservar este fragmento de pedregal, declarándose en 1983, 124.5 hectáreas como zona inafectable, las cuales en la actualidad han aumentado a 237.3 ha (Castillo Argüero *et al.* 2007). Pero ello no evitó la influencia de las construcciones de avenidas, edificios, y casas aledañas, lo cual con el tiempo formó pequeñas islas de vegetación en medio de la infraestructura de una universidad que sigue en crecimiento y de una ciudad que concentra una población en

aumento que demanda cada vez más servicios en todos los aspectos, uno de ellos los ecosistémicos.

Sin embargo, a pesar de la pequeña extensión que abarca la REPSA, es de gran importancia por varios motivos; entre ellos el hecho de que alberga a un gran número de especies, incluyendo no sólo especies endémicas, sino también especies cuya distribución en el Valle de México está muy restringida en la actualidad (Castillo-Agüero *et al.* 2007). Históricamente se tienen registradas 33 especies de mamíferos silvestres para la zona (Hortelano-Moncada *et al.* 2009), de los cuales en los últimos 10 años para mamíferos medianos se reportan cinco especies: *Bassariscus astutus* (cacomixtles), *Didelphis virginiana* (tlacuaches), *Spilogale gracilis* (zorrillo moteado), *Sylvilagus floridanus* (conejo) y *Urocyon cinereoargenteus* (zorras grises; Castellanos 2006; García 2007; Granados 2008; Hortelano-Moncada *et al.* 2009a).

Los mamíferos medianos son especies difíciles de estudiar, ya sea por sus bajas densidades, hábitos nocturnos y ser muy cautelosos hacia la presencia de humanos (Seargeant *et al.* 1998). En consecuencia, los estudios de muchas especies son escasos y sus respuestas a disturbios ecológicos son todavía pobremente entendidas (Brown 1989; Belovsky 1987). Asimismo, el nivel de sensibilidad a la alteración de las diferentes especies depende tanto de sus necesidades de alimentación como de su comportamiento, por ello el estudio de diferentes especies de mamíferos asociados a ambientes alterados y fragmentados, es un indicador de los efectos de perturbaciones en el sitio (Torres *et al.* 2003). Las áreas fragmentadas y aislamiento limitan la distribución y abundancia de varias especies depredadores, como los felinos silvestre; en cambio, especies como zorras grises, tlacuaches y cacomixtles son más tolerantes al aislamiento de los fragmentos disponibles, por lo que han sido encontrados en sitios con fuerte influencia humana de la Ciudad de México, como el Bosque de Chapultepec, Desierto de los Leones y la REPSA (Suzán y Ceballos 2005; Crooks 2002; Castellanos 2006; García 2007; Granados 2008).

En la REPSA, con el paso de los años, las especies nativas han tenido que convivir con otras especies no nativas, como, ratas, ratones, gatos y perros domésticos. En la actualidad la depredación por especies exóticas que se convierten en invasoras es

considerada la segunda causa de pérdida de hábitat, que origina la declinación y extinción de aves en las islas (Pitt y Witmer 2006). Los gatos ferales han sido identificados como los depredadores con mayor impacto sobre las poblaciones de aves marinas de islas oceánicas (McChesney y Tershy 1998). Pero también es muy probable, que en islas y en los ambientes naturales que rodean los núcleos poblacionales a los que están asociados, estén teniendo un fuerte impacto sobre poblaciones de otros mamíferos (ardillas, tlacuaches, etc.), reptiles y anfibios, al ser excelentes depredadores y con un gran potencial reproductivo; sin olvidar, que es un competidor potencial con otras especies de carnívoros, además de ser portadores y eficientes transmisores de enfermedades y parásitos, algunas de las cuales son transmisibles al mismo ser humano (Álvarez-Romero *et al.* 2005).

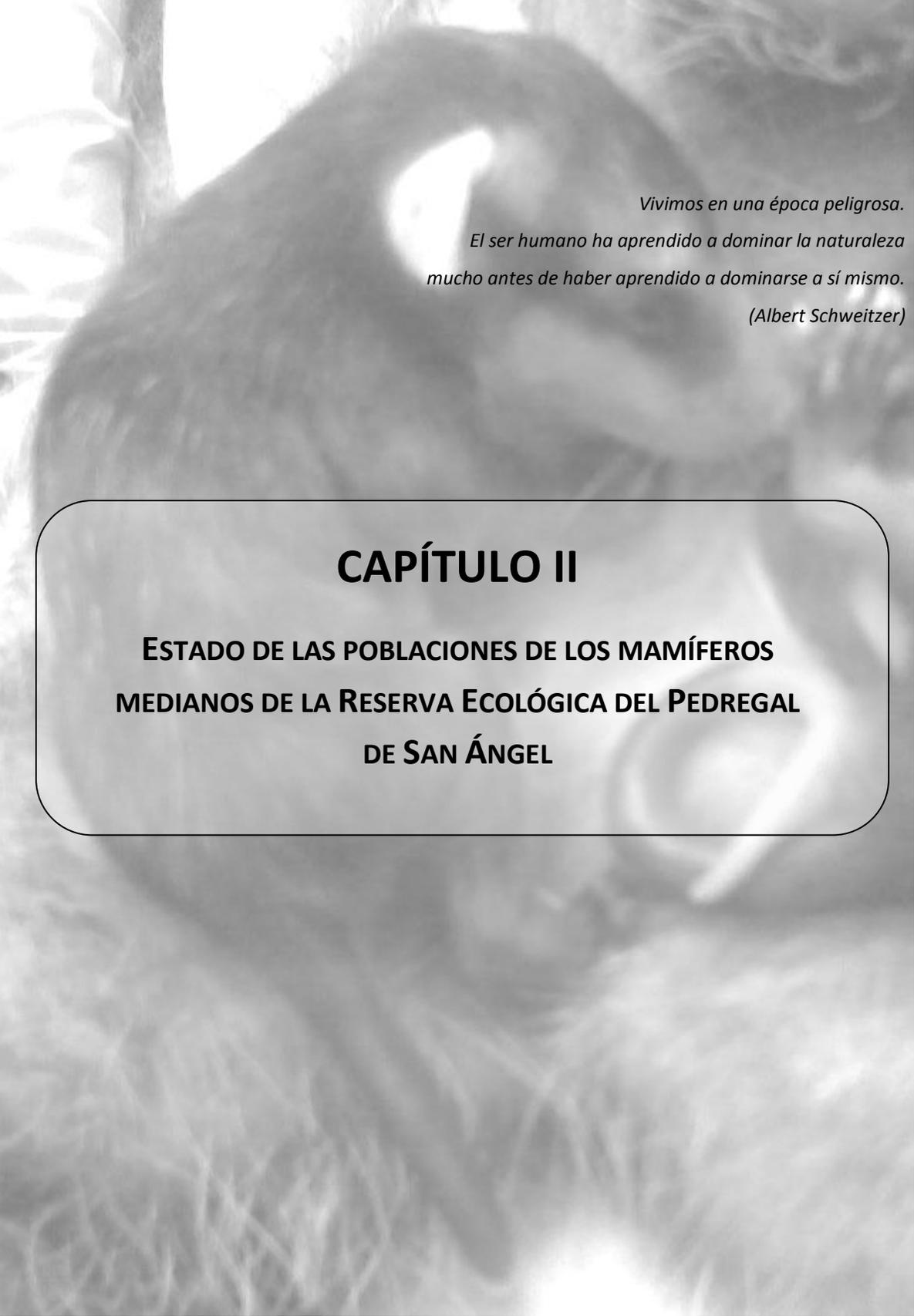
En estudios anteriores se ha observado que los gatos se encuentran en áreas de la reserva con mayor perturbación (Castellanos 2006; García 2007) y, de acuerdo a Granados (2008), en su dieta las presas más frecuentes fueron mamíferos, consumiendo también reptiles, artrópodos y materia vegetal. Lo cual refleja un efecto negativo sobre las poblaciones de fauna silvestre.

El control de especies introducidas, en especial de los gatos, es un tema necesario para los planes de manejo de las áreas protegidas. En la REPSA, existen dos documentos donde se abordan diferentes puntos para el uso, manejo y actividades que se desarrollan en la reserva (Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel 2006; SEREPSA 2008). La manera de enfrentar el problema de especies introducidas es uno de los apartados que se abarcan en ambos, pero se hace un mayor hincapié en especies introducidas de plantas.

Dadas estas condiciones, el analizar el estado poblacional de los mamíferos medianos nativos aún existentes en la REPSA, así como de los introducidos, y la influencia que pudieran tener las construcciones o perturbaciones humanas hacia la presencia los mismos, resultó ser el objetivo del presente trabajo, lo cual fue encaminado a la formación de una plan de control de gatos ferales.

Desde su construcción a mediados del siglo XX, CU tiene un gran valor, tanto histórico, artístico, educativo y biológico, al ser una de las pocas zonas en el mundo

incrustadas en una megaurbe que constituyen un laboratorio natural excepcional para el estudio de los procesos sucesionales y evolutivos de las comunidades biológicas presentes sobre una isla de lava (SEREPSA 2008). Es por ello que el conservar esta zona, evaluar las poblaciones de especies que aún sobreviven en ella y establecer programas de manejo y conservación, así como protocolos de control de especies exóticas, es un deber no sólo de los universitarios, sino de la comunidad en general que puede disfrutar de los bienes y servicios que esta provee y proveerá si se cuida y protege.



*Vivimos en una época peligrosa.
El ser humano ha aprendido a dominar la naturaleza
mucho antes de haber aprendido a dominarse a sí mismo.
(Albert Schweitzer)*

CAPÍTULO II

**ESTADO DE LAS POBLACIONES DE LOS MAMÍFEROS
MEDIANOS DE LA RESERVA ECOLÓGICA DEL PEDREGAL
DE SAN ÁNGEL**

II.1. INTRODUCCIÓN

El Pedregal de San Ángel es uno de los tantos ejemplos de la actividad volcánica que ha ocurrido en México. El origen de éste se remonta a hace 1670 ± 35 años (Siebe 2000), por la erupción del Volcán Xitle, el cual tuvo escurrimientos de lava desde el pie del Ajusco hasta las inmediaciones de Tlalpan, Huipulco, Coyoacán y San Ángel, cubriendo una superficie total de 80 km^2 . Los pedregales en general, en sus diversas etapas de intemperización revisten un determinado interés porque concentran una singular riqueza tanto animal como vegetal; asimismo, son lugares en los que se concentra la diversidad biótica provocada por la gran cantidad de microambientes formados por las irregularidades en rocas, grietas y oquedades (Rojo y Rodríguez 2002). La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA) al formar parte de la extensión original del Pedregal, ofrece un claro ejemplo de lo mencionado anteriormente, pero al estar inmersa en una mancha urbana, lleva consigo las consecuencias del crecimiento poblacional que ocurre día a día en la Ciudad de México, por lo que las especies nativas de la Reserva cada vez tienen hábitats más reducidos, orillándolas a ocupar y adaptarse a espacios urbanos y perturbados.

A pesar de esto, aún es posible encontrar especies nativas de mamíferos no sólo en esta zona, sino también en algunos otros manchones de vegetación que quedan en la Ciudad de México. De acuerdo al último listado que fue publicado para la REPSA, se reportan 33 especies de mamíferos nativos; en este estudio se hace un consenso de los registros tanto históricos, como de los últimos muestreos, elaborados en la zona. Estas especies se agrupan en 28 géneros, 15 familias y seis órdenes (Hortelano-Moncada *et al.* 2009). Del total de los mamíferos terrestres registrados para el Distrito Federal, la REPSA tiene el 75% de los órdenes, el 88% de las familias, el 61% de los géneros y el 52% de las especies (Ramírez-Pulido *et al.* 1986).

Con los datos anteriores, resulta posible reafirmar la importancia de la REPSA. En el 2008, Granados reportó 11 especies de mamíferos silvestres no voladores y dos ferales. De éstas, ocho fueron consideradas escasas (Chávez y Ceballos 1994; *Bassariscus astutus*,

Didelphis virginiana, *Sylvilagus floridanus*, *Spermophilus variegatus*, *Reithrodontomys fulvescens*, *Sorex saussurei*, *Bayomys taylori*), tres especies fueron comunes (*Netoma mexicana*, *Spilogale gracilis*, *Canis familiaris*) y dos abundantes (*Peromyscus gratus* y *P. maniculatus*). En dicho estudio, el enfoque principal es en mamíferos pequeños no voladores, teniendo sólo capturas incidentales de mamíferos medianos en trampas Sherman y observaciones en trampas-cámara. En el caso de las especies introducidas que se repiten frecuentemente, se encuentran ratas (*Rattus rattus*, *Rattus norvegicus*), ratones (*Mus musculus*), perros (*Canis familiaris*) y gatos (*Felis catus*). Entre las características principales de algunas de las especies de mamíferos silvestres medianos existentes en la REPSA, se encuentran:

Didelphis virginiana (Tlacuache). Es una especie de hábitos nocturnos, arborícolas y terrestres, sus densidades poblacionales pueden variar de 0.26 ind/ha en Estados Unidos, con un ámbito hogareño en promedio de 20 ha (4.7 – 254 ha), y de 1 a 23 ind/ha en México (Ceballos y Galindo 1984). Es una especie nómada y permanece en un sitio entre seis meses y un año (Hunsaker y Shupe 1977). No son territoriales, pero pueden defender el espacio ocupado en un tiempo determinado (McManus 1974), pueden alcanzar la madurez sexual entre los 6 y 8 meses y las hembras aparentemente tienen sólo dos años de actividad reproductiva, ya que muy pocos tlacuaches sobreviven más allá del tercer año de vida (Nowak 1991). La estación reproductiva es larga, con dos picos de apareamiento al año, el primero en enero y febrero, y el segundo en junio y julio, en Norteamérica, el período de gestación dura 12.5 a 13 días, teniendo hasta 21 crías por camada (Ceballos y Galindo 1984), sin embargo el número promedio es de 6.8 a 8.9 (McManus 1974). El tamaño de las camadas es mayor en la parte norteña de su distribución (8 a 9 crías) que en la sureña (6 a 7 crías), las crías miden al nacer de 10-14 mm y pesan 0.13-0.16 gr. Los tlacuaches son omnívoros y presentan un patrón altamente oportunista (Emmons y Feer 1997; Nowak 1991). En una noche pueden forrajear a una distancia de 1.6 a 2.4 km (Hunsaker y Shupe 1977) y su período de mayor actividad oscila entre las 23:00 y 02:00 hrs (Ceballos y Galindo 1984). En la REPSA, Negrete y Soberón (1994) reportan a la especie como abundante, presentando una densidad absoluta de 3

ind/ha, Chávez y Ceballos (1994) tuvieron capturas ocasionales debido a que las trampas que ellos colocaban eran de tipo Sherman, al igual que Granados (2008).

Bassariscus astutus (Cacomixtle), es una especie que habita en zonas montañosas y laderas de relieve accidentado, hacen sus madrigueras en huecos de árboles, entre rocas y raíces (Trapp 1972). Son omnívoros y se alimentan principalmente de pequeños mamíferos, insectos, frutos, aves, reptiles y ocasionalmente de néctar, son solitarios y de hábitos nocturnos, su área de actividad es variable y depende directamente del hábitat, estación del año y sexo. La época de reproducción es de febrero a mayo, la gestación dura aproximadamente 8 semanas y los nacimientos ocurren entre abril y junio; el tamaño de la camada varía de 1 a 4 crías (Poglayen-Neuwall y Toweill 1988). En el caso de la REPSA las densidades de *B. astutus*, varían en el año y autor que tomaron los datos, para Negrete y Soberón (1994), la densidad era de 0.27 ind/ha, para Chávez (1998) fue de 1 ind/ha, para Negrete (1991) fue de 0.15 ind/ha, Granados (2008) la consideró como una especie escasa, es decir tuvo menos de nueve observaciones en un año, por último Castellanos-Morales *et al.* (2009), reportan una densidad de 0.22 ind/ha, sugiriendo que el cacomixtle es el mamífero carnívoro más abundante en la REPSA.

Spilogale gracilis (Zorrillo manchado). Es una especie de hábitos estrictamente nocturnos y en los meses fríos del año su actividad se reduce. Su área de actividad puede llegar a ser de 64 hectáreas, pero en ecosistemas productivos su densidad poblacional es de alrededor de 0.08 individuos/ha. En México se han reportado densidades de hasta 0.05 individuos/ha. El periodo de apareamiento es de septiembre hasta las primeras semanas de primavera; poseen implantación retardada (200 a 220 días) y un período de gestación de alrededor de 200 días, la mayoría de los nacimientos ocurre en mayo, y las camadas varían de 2 a 9 crías (Verts *et al.* 2001). Su alimentación se basa principalmente de insectos y pequeños mamíferos, pero también incluyen anfibios y frutas silvestres (Verts *et al.* 2001). Esta especie tiene una amplia distribución y una alta tolerancia a perturbaciones antrópicas, por lo que no está en riesgo de extinción (Ceballos 2005). En la REPSA los reportes sobre esta especie han sido escasos: en el estudio de Negrete y Soberón (1994) resultó ser una especie escasa con menos de cinco individuos; en el

estudio de Chávez y Ceballos (1994) la especie ni siquiera se reporta, y para el 2006 en el trabajo de Castellanos no se reporta ningún individuo. En cambio en el 2008, se vuelve a informar la presencia de la especie en el estudio de Granados (2008), quién la reporta como común en la Reserva.

El estudio de poblaciones silvestres resulta muchas veces complicado, es por ello que con el paso de los años se han desarrollado diferentes técnicas que nos pueden proveer herramientas para un mejor entendimiento de los patrones de cambio en poblaciones naturales, por ende, la estimación de densidades poblacionales desempeña un papel vital en la determinación del tamaño efectivo de las mismas (Begon 1989). El análisis de datos de captura-recaptura es una de las técnicas utilizadas para evaluar el estado de las poblaciones y sus tendencias, permitiendo la aplicación oportuna de medidas correctivas cuando se detecten disminuciones drásticas del número de individuos o alteraciones sustanciales en la estructura de la población (proporción de sexos, distribución de clases de edad, entre otros; Santos Moreno 2008). Sin embargo, se debe aceptar que generalmente no existe la posibilidad de especificar el tamaño de una población de manera precisa (Begon 1989).

Como ya ha sido ampliamente mencionado, el acelerado aislamiento que ha sufrido la REPSA debido al desmedido crecimiento urbano, se ve reflejado en la formación de varias “islas” de vegetación en las que han sobrevivido pequeñas poblaciones de animales (Negrete 1991). Por lo tanto, este capítulo se enfoca a: estimar el tamaño poblacional de algunas especies de mamíferos medianos de la REPSA y, estimar algunos parámetros poblacionales de los mamíferos medianos presentes.

II.2. MATERIALES Y MÉTODOS

II.2.1. Área de Estudio

El área de estudio fue la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, la cual se localiza al suroeste de la Ciudad de México, dentro de Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicada en las coordenadas 19°17' N, 99°11' O. Se

abarcaron dos áreas núcleo de la Reserva, la Poniente y Oriente, dentro de las cuales se marcaron sitios de muestreo cada 200 metros, conformando así una retícula (Fig. 2.1), durante el período de junio de 2008 a mayo de 2009.

La Zona Núcleo Poniente (ZNP) tiene una superficie total de 96.9 hectáreas, limitada al oriente por la Avenida Insurgentes y el Circuito Universitario paralelo a ésta; al sur por la subestación eléctrica Ingeniero Odón de Buen, la colindancia de los predios propiedad de la Colonia Jardines del Pedregal y, al norte por una línea quebrada en su colindancia con el Instituto de Biología, la zona de Amortiguamiento Jardín Botánico y los Institutos de Ecología y de Investigaciones Biomédicas. Esta zona no incluye los terrenos de la Mesa Vibradora y la Unidad de Seminarios Ignacio Chávez (Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel 2006). Para el presente estudio se abarcaron todas estas zonas obteniendo un total de 26 puntos de muestreo dentro de un cuadrante de 120 hectáreas (Fig. 1.1).

La Zona Núcleo Oriente (ZNO) tiene una superficie total de 52.43 hectáreas, limitada al poniente por la Avenida de los Insurgentes; al norte por una línea quebrada en su colindancia con el Circuito Exterior, la subestación eléctrica número 2, el Centro de Investigaciones y Servicios Educativos, el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico y la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Contaduría y Administración, continuándose con el Circuito de la Investigación Científica hasta el límite con el Instituto de Investigaciones Antropológicas; al oriente, bordeando esta última facultad y continuando con el Circuito Mario de la Cueva hasta Avenida de los Insurgentes (Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel 2006). En este núcleo se marcaron 11 puntos de colecta dentro de un cuadrante de 40 hectáreas (Fig. 2.1).

En ambos casos, el criterio de elección de los sitios de muestreo fue que se ubicaran dentro del área más conservada de la REPSA, procurando la menor interferencia con construcciones y avenidas principales.

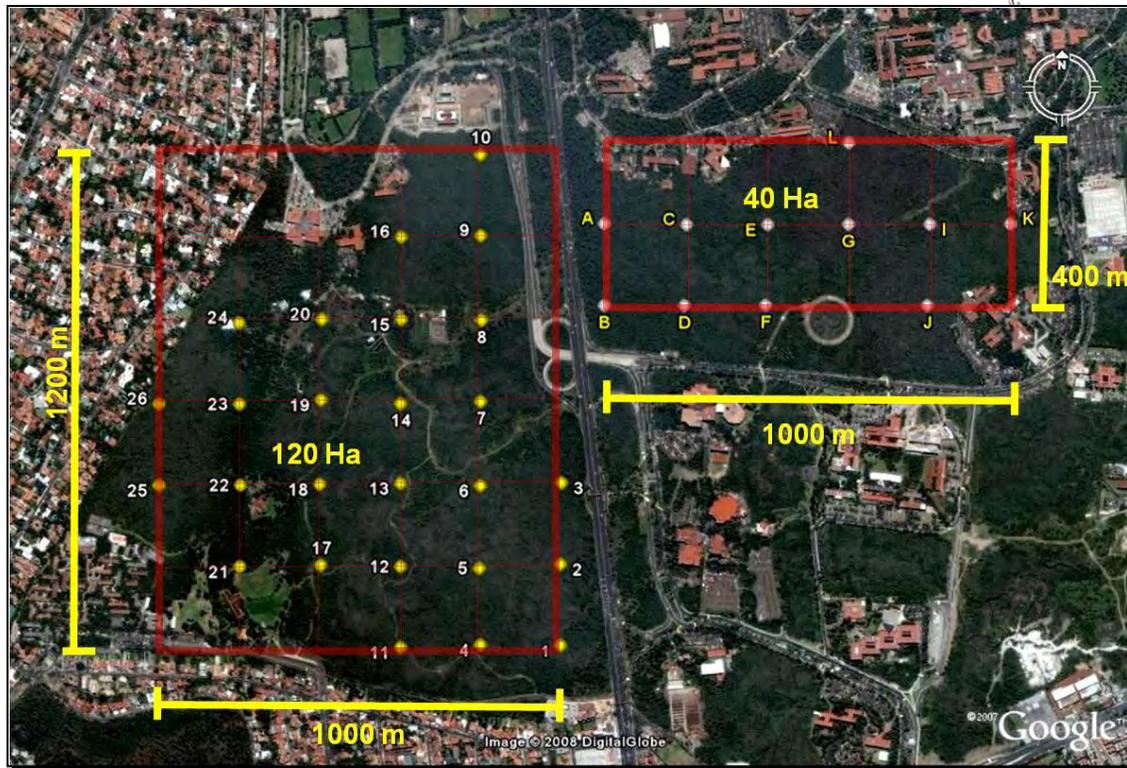


Figura 2.1. Puntos de colecta en el núcleo poniente (izquierda) y oriente (derecha) de la REPSA, Fuente: Image ©2008 Digital Globe.

II.2.2 Muestreo

Con el fin de capturar mamíferos medianos, se realizaron 12 muestreos a lo largo de un año, empezando en el mes de junio de 2008 y finalizando en mayo de 2009. Las trampas fueron colocadas durante tres noches por cada punto marcado. El tipo de trampas utilizadas fueron de caja o tipo “Tomahawk” (Fig. 2.2) para mamíferos medianos a grandes, de 3 tamaños: 106.7 x 38.1 x 50.8, 81.28 x 25.4 x 30.48 y 81.28 x 22.86 x 22.86 cm, de una o dos puertas. El cebo que se utilizó fue una mezcla de alimentos con olor fuerte y alimento dulce, como trozos de alimento comercial para gato (Whiskas® y Friskies®), chorizo, carne de res, sardina en tomate enlatada (Calmex® y Dolores®), atún (Herdez® y Tuny®), carne frita, pollo, queso, jamón o pescado en descomposición, pan de caja (Bimbo®) con mermelada de fresa, zarzamora o durazno (Great Value®, La Costeña®, Del Monte®), jarabe de vainilla, y frutas como plátano y guayaba. Las trampas fueron revisadas por la mañana y se volvieron a recebar, durante 3 noches por cada punto.

Durante el primer mes y la mitad del segundo el cebo fue colocado en la parte inferior de la trampa, como generalmente se acostumbra en este tipo de trampas, pero al ver el poco éxito y varias trampas en las que fue robado el cebo por los animales, se procedió a colgarlo de tres ejes, con un cordón hacia la parte de arriba y hacia los lados, para evitar el robo del cebo; asimismo, se observó que si se colocaban piedras al lado de la trampa era menos factible de que los animales con sus miembros anteriores pudieran jalar el cebo y robárselo. En los últimos dos meses, la forma de amarrar el cebo fue mejorada: amarrándolo sólo de dos ejes, una punta hacia arriba y una hacia abajo, en la dirección que los animales tuvieran que pisar y activar el mecanismo. A finales del segundo mes, y hacia los posteriores se procedió a colocar de cebo tanto cosas dulces como con olor fuerte.



Figura 2.2. Trampa tipo Tomahawk.

Cuando fue encontrado algún individuo en las trampas, se procedió en los primeros meses (junio a enero), a pesar el ejemplar con jaula para posteriormente restar el peso de la misma y así calcular el peso del animal, para ser anestesiados; pero a partir de febrero el peso fue calculado, y dependiendo de él, se les anestesió con una dosis de Ketamina y Xilacina, a razón de 10mg/kg y 1mg/kg, respectivamente, aplicando los compuestos de manera conjunta vía intramuscular. Una vez anestesiados, se les registró la Longitud Total (LT), Longitud Cola (LC), Pata derecha (Pa), Oreja (O) y Peso (Pe). A los

individuos capturados de julio-diciembre se les marcó mediante tatuajes intradérmicos con agujas de insulina y tinta china negra, siguiendo en los primeros un patrón de números romanos y posteriormente se combinaron letras y números; de enero a mayo, fue posible contar con aretes numerados, los cuales fueron colocados en la oreja derecha del animal. En el caso de los gatos, les fueron colocados collares convencionales para mascotas de diferentes colores.

I.2.3 Análisis de Datos

Se estimó la densidad para cada especie reportada en las dos áreas núcleo, obteniéndose el valor de número de individuos/hectárea. Para las medidas morfométricas, en *D. virginiana* se agruparon en tres categorías, juveniles, subadultos y adultos, de acuerdo al tamaño, desgaste dental y pelaje. En las otras especies reportadas, sólo se obtuvieron capturas de adultos. Para la proporción de sexos, para las especies que fue permitido por el número de muestra, fue expresada como el número de machos adultos por hembra adulta, evaluándose la diferencia de la proporción sexual 1:1 por una prueba de χ^2 (Zar 1996).

Para determinar la influencia del sexo o el tiempo (meses de muestreo), sobre las probabilidades de sobrevivencia y recaptura en la ZNP y ZNO, se realizó un análisis de captura-recaptura, creando una matriz de historia de captura, la cual consistió en una serie contigua de 1 y 0, donde el 1 indicaba que el animal fue capturado y 0 que no fue recapturado.

A partir de las matrices, se obtuvieron diferentes modelos, de acuerdo a la dependencia de la probabilidad de sobrevivencia (Φ) y probabilidad de recaptura (p), con respecto al sexo (g) y tiempo (t), a través del programa Mark, versión 5.1 (White 2009). Con los modelos obtenidos, se eligió el que mejor se ajustaba a los datos, de acuerdo a los siguientes supuestos (Cooch y White 2009): (1) al mayor número de parámetros considerados; (2) al balance entre la adecuación y precisión, que está dado por el Criterio de Información de Akaike (CIA). Considerando que el mejor modelo está dado por el valor más bajo de AIC, porque es el más parsimonioso al explicar los datos. Conceptualmente, el

modelo con el AIC más bajo es el modelo más cercano al modelo “verdadero”; (3) cuando el tamaño de la muestra es pequeño el cálculo del AIC puede no ser tan bueno, en este caso se hace un ajuste que conduce al criterio “CIAa” que cuenta para diferencias en el tamaño efectivo de la muestra; (4) el modelo con Δ CIAa, que tiene el valor más grande es el menos confiable con respecto al modelo verdadero con base en el diseño y tamaño de muestra utilizado; (5) el modelo de verosimilitud que da un valor de 1, resulta ser el “más fuerte”, debido a que es una medida de verosimilitud relativa de un modelo con respecto a otro.

II.3. RESULTADOS

II.3.1. Trabajo de Campo

En total fueron 849 noches-trampa, de las cuales 549 fueron colocadas en la ZNP y 261 en la ZNO. Se capturaron 227 individuos, más un cacomixtle que fue encontrado en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. La media mensual fue de 18.917 individuos, presentando diferencias significativas entre un mes y otro ($\chi^2 = 32.92$, $p = 0.005$), siendo el mes de abril el de mayor número de capturas (28; Fig. 2.3).

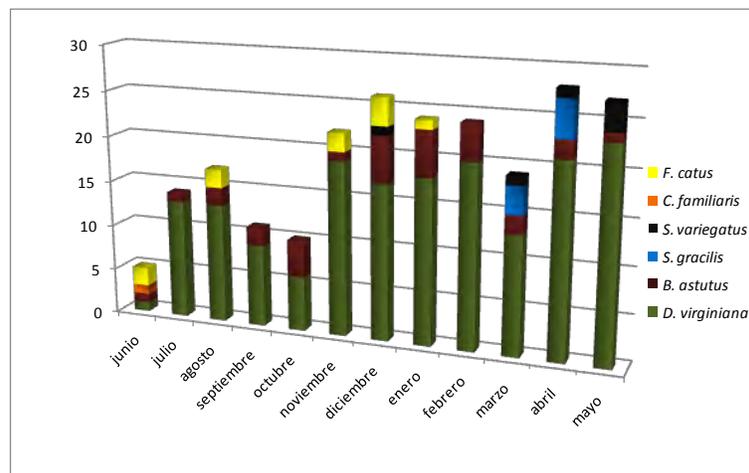


Figura 2.3. Número de capturas a lo largo del año en trampas tipo Tomahawk, de las diferentes especies presentes en la REPSA, *Felis catus*, *Canis familiaris*, *Spermophilus variegatus*, *Spilogale gracilis*, *Bassariscus astutus* y *Didelphis virginiana*.

A lo largo de los muestreos, en trampas tomahawk, sólo fue posible capturar 4 especies de mamíferos silvestres: *B. astutus* (cacomixtle), *D. virginiana* (tlacuache), *S. gracilis* (zorrillo) y *S. variegatus* (ardilla de tierra). Además, se capturaron dos especies de mamíferos introducidos, *F. catus* (gatos domésticos) y *C. familiaris* (perros domésticos), esta última especie, sólo representó una de las capturas en los 12 meses.

La especie más común resultó ser *D. virginiana*, representando el 75.88% del total de capturas, seguida por *B. astutus*, con 13.6 %, y las demás especies representaron el 10.53% restante. Observando las proporciones de las especies capturadas en comparación con *D. virginiana*, resulta evidente la diferencia entre capturar un tlacuache y cualquiera de las otras especies (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1. Proporción de capturas en trampas tomahawk, de cinco especies de mamíferos medianos, en relación a *D. virginiana*.

<i>Especies</i>	Proporción de capturas
<i>D. virginiana</i> - <i>B. astutus</i>	1 : 0.179
<i>D. virginiana</i> - <i>F. catus</i>	1 : 0.057
<i>D. virginiana</i> - <i>S. gracilis</i>	1 : 0.040
<i>D. virginiana</i> - <i>S. variegatus</i>	1 : 0.034
<i>D. virginiana</i> - <i>C. familiaris</i>	1 : 0.005

La ZNP es la que presentó un mayor número de capturas en la mayoría de especies, a excepción de *S. gracilis*, la cual presentó un mayor número en la ZNO (el doble de capturas y una recaptura; Cuadro 2.2). En el caso de recapturas, *C. familiaris* y *S. variegatus*, no presentaron ninguna y en las demás especies, al menos en una de las dos áreas núcleo se recapturó a los individuos.

Cuadro 2.2. Capturas y Recapturas totales en trampas tipo Tomahawk, en cada área núcleo de la REPSA.

Especie	Capturas Ote.	Recapturas Ote.	Total Ote.	Capturas Pte.	Recapturas Pte.	Total Pte.	Total
<i>D. virginiana</i>	49	20	69	72	32	104	173
<i>B. astutus</i>	9	0	9	16	5	21	30
<i>F. catus</i>	5	0	5	4	1	5	10
<i>S. gracilis</i>	4	1	5	2	0	2	7
<i>S. variegatus</i>	2	0	2	4	0	4	6
<i>C. familiaris</i>	0	0	0	1	0	1	1

II.3.2. *Didelphis virginiana*

Como ya fue mencionado, esta especie resultó ser la más común en las capturas, con 173 individuos en ambas áreas núcleo. Por esto, es que en esta especie fue posible realizar una mayor cantidad de análisis poblacionales a diferencia de las demás. La densidad poblacional calculada para la ZNP fue de 0.6 ind/ha y en la ZNO fue de 0.94 ind/ha.

En la ZNP se tuvo una mayor presencia de individuos adultos, seguido de los juveniles y finalmente de los subadultos. En ninguna de las categorías hay diferencias significativas en la proporción sexual, sólo en los adultos se presenta un mayor sesgo hacia hembras, pero aún así la diferencia no fue significativa ($P > 0.05$; Cuadro 2.3).

Al igual que en la ZNP, en la ZNO la mayoría de individuos capturados fueron adultos, seguido de juveniles y subadultos, en estos últimos hubo una mayor presencia de hembras, pero en el recuento total, la proporción de hembras y machos resulta ser similar (1 : 0.81; Cuadro 2.3).

Cuadro 2.3. Proporción sexual (σ - ϕ) de *D. virginiana*, en tres categorías de edad en el núcleo poniente y oriente.

Zona Núcleo	Edad	Machos	Hembras	Proporción sexual σ - ϕ	χ^2	P
Poniente	Adultos	22	26	1 : 1.18	0.33	0.56
	Subadultos	4	2	1 : 0.50	0.67	0.41
	Juveniles	7	11	1 : 1.57	0.89	0.34
	Total	33	39	1 : 1.18	0.50	0.48
Oriente	Adultos	21	16	1 : 0.76	0.69	0.41
	Subadultos	1	4	1 : 4.00	2.81	0.18
	Juveniles	5	2	1 : 0.40	1.57	0.26
	Total	27	22	1 : 0.81	0.51	0.47

Las hembras de ambas áreas presentaron un patrón muy parecido en la temporada en que tuvieron crías en el marsupio; en noviembre, diciembre y enero, que corresponden a la temporada de secas, no se observó presencia de crías, pero a partir de febrero aumentan, siendo abril y mayo, los meses con mayor pico de crías (Fig. 2.4). El número de crías por hembra, varió desde una hasta 7 crías, teniendo en promedio 4 crías ($n = 21$). En el mes de julio las crías que estaban presentes en el marsupio, apenas tenían unos 2 o 3 cm de longitud total, posteriormente cuando tenían una longitud total menor a 7 cm, no poseían pelo, arriba de 7 ya empezaban a presentar coloración por el pelo, y cuando tenían aproximadamente 15 cm de longitud total (Fig. 2.5), ya algunas salían del marsupio a explorar. Los meses que se marcan con una mayor presencia de crías, tuvieron presencia de éstas tanto con pelo, como sin pelo, y en algunos casos las hembras estaban lactantes, a lo cual suponemos que no tenía mucho que las crías habían sido destetadas, o bien, ya no era necesario tenerlas en el marsupio pero aún así seguían siendo alimentadas.

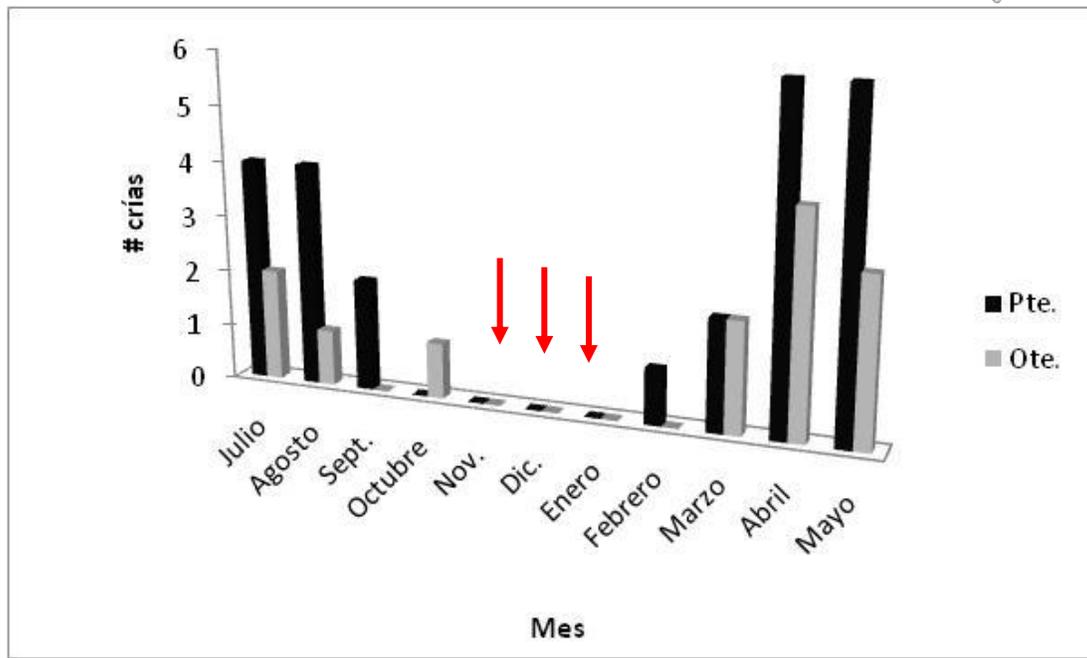


Figura 2.4. Presencia de crías en el marsupio de hembras de tlacuache en la ZNP y ZNO a lo largo del año de muestreo, las flechas denotan los meses con ausencia de crías.



Figura 2.5. Crías de tlacuache, en diferentes etapas de crecimiento, presentes en el mes de mayo del 2009. (1) cría de 6-10 días, (2) cría de de 48-52 días, (3) cría de 54-57, (4) cría de 88-90 días (cálculos aproximados de acuerdo a Reynolds 1952).

En las dos áreas núcleo se observa el aumento gradual en las medidas morfométricas obtenidas de los ejemplares, asimismo, es posible detectar que no hay diferencias entre las tres categorías de edad en las dos áreas (Fig. 2.6).

En el caso de las hembras, se observó que podían pesar desde 1 a 2.7 kg, en el momento que ya eran adultas, reproductivamente hablando. El amplio rango de diferencia de 1.7 kg, se puede deber a que las menos pesadas estaban en su primer periodo de preñez, y las más pesadas ya son hembras adultas, que presentaban el marsupio más distendido, lo cual era señal de varios periodos con crías. Los pesos de los machos variaron de 1 - 3.5 kg ($n = 27$), presentándose en la ZNP el peso más alto y en la ZNO fue de 2.75 kg ($n = 22$).

En el análisis de captura-recaptura se tabuló en una matriz los datos de presencia (1) y ausencia (0) de tlacuaches, y como atributos de grupos, el sexo, y el mes de muestreo. En la ZNP se tabularon 71 individuos, de los cuales, 38 fueron hembras y 33 eran machos, y de la ZNO fueron en total 44 individuos, de los cuales habían 19 hembras y 25 machos. Tomando en cuenta que en la primera zona hubo 33 recapturas y en la segunda 20. Los meses con mayor número de recapturas fueron abril y mayo para ambas zonas (Fig. 2.7).

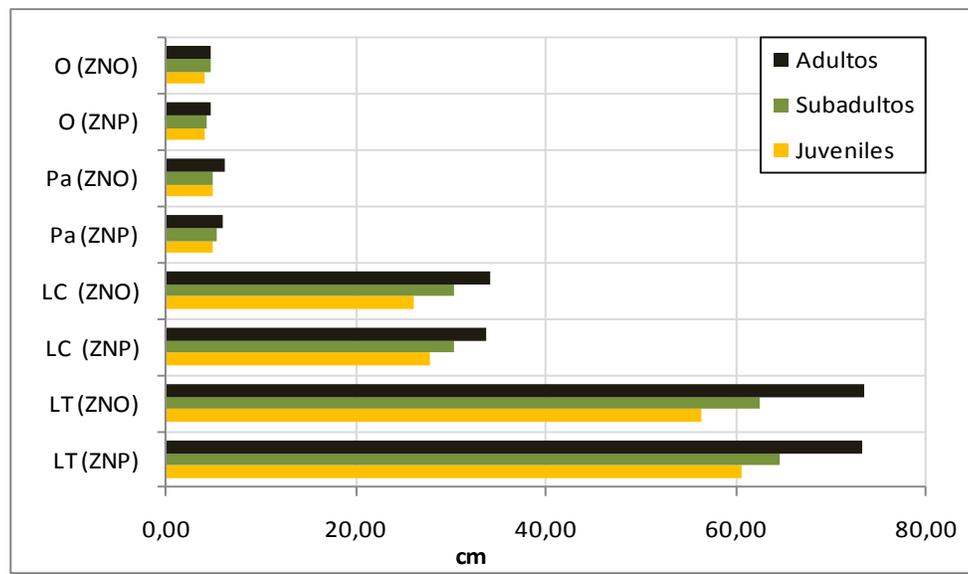


Figura 2.6. Promedios de las medidas somáticas que fueron obtenidas de *D. virginiana*, en paréntesis se indica la zona núcleo correspondiente (ZNP= Zona Núcleo Poniente y ZNO= Zona Núcleo Oriente), y las siglas corresponden a O= oreja, Pa= pata derecha, LC= Longitud cola, LT= longitud total.

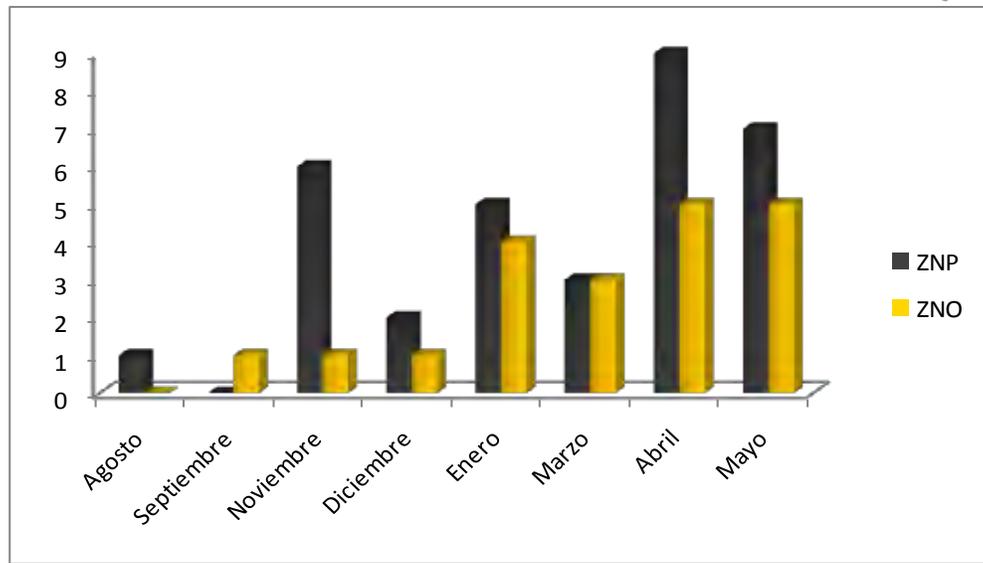


Figura 2.7. Meses de muestreo que presentaron recapturas en alguna de las dos zonas estudiadas, dónde se refleja el aumento de recapturas en los dos últimos meses de muestreo para ambas zonas.

Respecto a las probabilidades de sobrevivencia y recaptura, se observó que para la ZNP, los mejores modelos fueron, $\{\Phi(\cdot)p(t)PIM\}$ y $\{\Phi(g)p(t)PIM\}$, representado por un valor de AICc de 182.023 y de 183.224, con 12 y 13 parámetros. Se dedujo que era el mejor modelo, por que poseían el índice de AICc más bajo, la delta más baja y el índice de verosimilitud más cercano a 1, lo cual significa que más robusto con respecto a los otros modelos (Cooch y White 2009). De acuerdo a los valores ambos modelos son igualmente confiables ya que la diferencia en los AIC entre los modelos Delta AIC es <2 (Cooch y White 2009; cuadro 2.4). Tomando en cuenta los dos primeros modelos, se esperaría que el tiempo esté influyendo en la probabilidad de recaptura y que el sexo influya en la probabilidad de sobrevivencia. En la ZNO, el mejor modelo es $\{\Phi(g)p(c)PIM\}$, donde se presenta un valor de CIAa = 118.557, con una delta CIAa = 0.00, obteniéndose un valor de verosimilitud = 1. En el cual se considera que en la probabilidad de sobrevivencia está influyendo el sexo, pero en las recapturas no se considera que el tiempo ni el sexo sean variables que estén influyendo (cuadro 2.4).

Cuadro 2.4. Modelos para determinar la probabilidad de sobrevivencia y recaptura en la ZNP de *D. virginiana*, de acuerdo al sexo del individuo y tiempo. Donde, ZNP = Zona Núcleo Poniente, ZNO = Zona Núcleo Oriente, Φ = probabilidad de sobrevivencia, p = probabilidad de recaptura, t = tiempo, g = género, c = parámetro constante, PIM = índice de parámetros de la matriz; CIAa = Criterio de Información de Akaike ajustado. El CIAa ponderado indica la probabilidad de que el modelo señalado sea real.

Modelo	CIAa	Δ CIAa	CIAa Ponderada	Modelo de verosimilitud	No. de Parámetros	Desviación
ZNP: $\{\Phi(c), p(t), PIM\}$	182.023	0	0.4283	1	12	77.577
ZNP: $\{\Phi(g), p(t), PIM\}$	183.224	1.20	0.2349	0.5486	13	76.030
ZNO: $\{\Phi(g), p(c), PIM\}$	118.557	0	0.6315	1	3	73.812

II.3.3. Algunas especies de mamíferos medianos en la REPSA

Después de *D. virginiana*, *B. astutus* fue la especie con mayor número de capturas (30), lo que equivale al 13.6 % del total, de los cuales hubo cinco recapturas en el Núcleo Poniente. La densidad poblacional en esta especie varió de 0.13 ind/ha en la ZNP a 0.173 ind/ha en la ZNO. También se tiene un registro que no provenía de ninguna de las dos áreas estudiadas, sino por causas incidentales fue tomado también en cuenta, y la procedencia de éste fue de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Otro de los individuos reportados en este estudio fue encontrado en estado de descomposición muy cerca del punto "L" en la ZNO, pero aún así se tomó en cuenta el registro. Es importante destacar no nos fue posible tomarle los datos de algunos individuos, por cuestiones metodológicas, pero aún así, se obtuvo información importante de los mismos.

Al inicio del muestreo la mayoría de capturas correspondieron a machos, siendo evidente esto en la ZNP, en la cual después de ocho capturas de machos, hasta diciembre de 2008 se capturó la primera hembra; en total hubo 14 capturas de machos y 6 de hembras. Del lado de la ZNO, la situación fue diferente, ahí se tuvo una proporción 1:1 en capturas de hembras y machos, teniendo 4 de cada uno, y un individuo no identificado.



Figura 2.8. Hembra de *B. astutus* capturada en octubre de 2008 en el ZNO (izquierda) y macho capturado en diciembre de 2008 en la ZNP (derecha).

En esta especie, sólo se observaron individuos adultos, para los cuales una de las hembras estuvo lactante (Fig. 2.8). En cuanto a la proporción de sexos (σ - ρ), se observó una relación 1:1 en la ZNO y una relación 1:0.428 en la ZNP. Respecto a las medidas somáticas, no se observan diferencias significativas entre machos y hembras ($P = 0.74$) en la longitud total. En las demás medidas las diferencias son mínimas (Cuadro 2.5).

Cuadro 2.5. Medidas somáticas obtenidas para *B. astutus*, en las dos áreas núcleo. M corresponde a los valores obtenidos de machos, y H a los valores de hembras, con su tamaño de muestra respectivo (n).

	Longitud Total (cm)	Longitud Cola (cm)	Pata (cm)	Oreja (cm)	Peso (kg)
M	85.84	43.56	7.98	4.62	1.54
n	17	17	17	17	16
H	81.66	40.85	7.52	4.34	1.44
n	9	10	10	10	10

Por su parte, *S. gracilis*, fue capturado hasta el mes de marzo, es decir hasta el 11vo mes de muestreo (Fig. 2.9) y posteriormente una hembra (arete 468), fue recapturado en el mes siguiente. Las capturas sólo fueron en marzo y abril del 2009, y en mayo ya no se capturó ninguno. La proporción de sexos en cuanto a capturas fue parecida

1: 0.75, presentándose 4 machos y 3 hembras, de los cuales una hembra fue la recapturada. Los lugares en donde se capturó a *S. gracilis*, en el Núcleo Poniente no se encontraban muy alejados uno del otro (200 m aproximadamente), al igual que en el Núcleo Oriente. La densidad poblacional de los zorrillos calculada en este caso puede estar subestimada debido al poco éxito de captura, obteniéndose un cálculo de 0.016 ind/ha en la ZNP y 0.07 ind/ha en la ZNO.

Respecto a las medidas somáticas, presentaron una longitud total = 42.26 cm ($n = 6$), longitud de la cola = 20.85 cm ($n = 6$), pata = 4.29 cm ($n = 7$), oreja = 2.31 cm ($n = 7$) y por último el peso es la única variable en la que hubo diferencias entre hembras y machos, las primeras pesaron 243 gr en promedio y los machos 495 gr, los cuales duplicaron el peso promedio de las hembras. Tomando en cuenta que el tamaño de muestra es muy pequeño, y que otros factores podrían estar influyendo además del sexo, esto puede motivar un estudio posterior de la especie.



Figura 2.9. Primera hembra de *Spilogale gracilis*, atrapada en el muestreo en la ZNP en el mes de marzo de 2009.

S. variegatus es una de las especies más visibles en la REPSA durante el día y áreas aledañas a la misma, pero a pesar de ello, las capturas de la misma fueron muy pocas, sólo seis individuos. Varios factores pueden ser responsables de esto, uno de ellos es que no

era una especie objetivo para el tipo de trampas utilizadas y otra es que el cebo no fue diseñado por una especie estrictamente herbívora, como el ardillón. Aún así, los datos de medidas corporales fueron tomados, así como muestras de sangre para un estudio paralelo. La mayoría de capturas fueron en la ZNP con un 66.7% y el resto fueron en el mismo punto (L) en la ZNO.

Se capturaron cuatro machos y dos hembras, teniendo una proporción 1: 0.5. El promedio de las medidas somáticas fueron las siguientes: LT= 49.1 cm (n= 5), LC= 26 cm (n= 5), P= 5.96 (n= 5), O= 2.31 (n=5) y pesaron en promedio 700 gramos (n= 4).

II.4. DISCUSIÓN

A pesar de la sorprendente riqueza mastofaunística reportada en la REPSA, aún se desconoce mucho sobre las poblaciones de animales silvestres que viven dentro de ella, en especial de mamíferos medianos. Los listados previos (Negrete y Soberón 1994; Chávez y Ceballos 1994; Suzán 1998; Castellanos 2006; García 2007; Granados 2008), se enfocan sólo a un área núcleo de la reserva (Poniente), o en zonas periféricas al área, y por ende han dejado del lado huecos muy amplios dónde difícilmente se había podido muestrear en la zona. Además, cabe destacar la dificultad que se presenta al trabajar en esta zona, debido a las grietas, vegetación agreste y poco amigable, y dificultad para pasar a determinadas áreas de la Reserva. En este estudio se trató de hacer un muestreo representativo de dos áreas núcleo mediante cuadrantes precisos y de amplia cobertura.

Debido al tamaño de las trampas Tomahawk, se tenía que buscar un lugar plano, dónde los animales sintieran seguridad de entrar. Con el tiempo se fue mejorando la técnica de colocación de trampas y cebo obteniéndose un mayor éxito de captura, lo cual nos deja huecos en los meses precedentes.

De los 33 mamíferos reportados para la REPSA (Hortelano *et al.* 2009a), en este capítulo se reportan cuatro, *B. astutus*, *D. virginiana*, *S. gracilis*, *S. variegatus*, y dos especies introducidas, *F. catus* y *C. familiaris*, del cual sólo se obtuvo una captura de un cachorro en el primer mes, el cual fue extraído de la Reserva después de su captura, de

acuerdo al Reglamento de la REPSA (Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel 2006). De las otras especies de mamíferos medianos que históricamente han existido pero que no hubo éxito en su captura, se encuentran *Mephitis macroura*, *Mustela frenata* y *Urocyon cinereoargenteus*. Las dos primeras no se tienen reportes de haberlas capturado en los últimos años, aparecen en los listados reportados para la zona, pero no en capturas de las mismas (Negrete 1991; Negrete y Soberón 1994; Ceballos y Galindo 1984). En el caso de *U. cinereoargenteus* se reporta en trabajos de telemetría de García (2007) y Castellanos (2006), que las poblaciones se encuentran en buen estado y reproduciéndose; este muestreo se realizó del 2002 al 2003, pero a pesar de las expectativas positivas por estos estudios, para 2006-2007, Granados sólo reporta rastros, pero no aparece en su muestreo con trampas cámara, y para el presente estudio no se registró su presencia de ninguna forma. En comentarios personales por corredores del Jardín Botánico, investigadores que llegan temprano o se van tarde del Instituto de Biología y vigilantes de la UNAM, no reportan avistamientos de zorras, aún cuando afirman que hasta hace pocos años sí era posible observarlas caminando en las avenidas, veredas o instalaciones del Jardín Botánico y área conurbada. Esto nos lleva a pensar que la población de *U. cinereoargenteus* va en detrimento rápido y existe un peligro real de que pronto desaparezca.

De las especies que sí fueron registradas en este estudio, *D. virginiana* resultó la especie más común y con números poblacionales más altos, lo que permite sugerir que las poblaciones de tlacuaches son estables, aunque las avenidas limitan el flujo entre las mismas. Sería interesante evaluar la estructura genética de las subpoblaciones para determinar si estas limitaciones tienen o no consecuencias a ese nivel. Lo que si resulta evidente, es que es una especie oportunista (Ceballos *et al.* 2005) y de fácil adaptación a lugares perturbados (Krauze y Krauze 2006), ya que se observa con frecuencia en contenedores de basura cercanos a la Reserva. La densidad poblacional de la especie, resultó ser de 0.59 - 0.94 ind/ha en la REPSA, menor a la densidad reportada para el valle de México, que fue de 1-23 ind/ha (Ceballos y Galindo 1984) y para la REPSA en 1994 de 3 ind/ha. En promedio, el tamaño de camada observado para la REPSA fue de 4 crías, menor

al reportado de 6-7 crías para la parte sur de su distribución en Norteamérica (Emmons 1997; Nowak 1991).

De acuerdo al análisis de captura-recaptura, se observó en la ZNP que para el tlacuache el tiempo está influyendo en la probabilidad de recaptura y que el sexo influye en la probabilidad de sobrevivencia, al igual que en la ZNO, sólo que esta última en la probabilidad de recaptura no está influyendo ni el sexo ni el tiempo. Estos resultados posiblemente se deban a que la probabilidad de recaptura va a variar con el tiempo, debido a que entre más meses de muestreo la probabilidad de encontrar un individuo marcado siempre va a ser más alta, lo cual se ve reflejado en el número de recapturas que se tuvieron en los últimos meses (Fig. 1.7). Respecto a la influencia del sexo en la probabilidad de sobrevivencia, se observa este comportamiento porque la mayoría de recapturas fueron de individuos hembras, las cuales en varios meses presentaban crías en el marsupio, y pudiera ser que después de una captura su comportamiento cambiara a buscar alimento fácil dentro de las trampas.

B. astutus es una especie de difícil captura, el cual mostró gran habilidad para robarse el cebo sin necesidad de activar las trampas. A pesar de ello, se lograron de una a dos capturas en cada mes, que resultó un buen éxito de captura comparado con estudios previos (Castellanos 2006 y García 2007). Como ya se mencionó en la parte de muestreo, fue necesaria la implementación de mejoras en la colocación de trampas y cebo para obtener estos resultados, además que al abarcar una mayor área de muestreo se pudo obtener un mayor rango de oportunidad de captura.

De *S. gracilis*, las capturas fueron sólo en los dos últimos meses de muestreo. Granados (2008) reporta su presencia en trampas Sherman, pero antes de ella había un amplio hueco de años en los que no había sido capturada la especie. En este caso lo que resultó efectivo para su captura fue usar cebo en descomposición y con olor fuerte; en las capturas posteriores a las primeras, las trampas ya poseían el olor a zorrillo, lo cual ayudó para la captura de más individuos. En el caso de *S. variegatus*, la especie no tiene una alimentación basada en lo que se colocaba de cebo en las trampas, su dieta es herbívora,

pero al vivir en sitios rocosos (Oaks *et al.* 1987), suponemos que por curiosidad entraba a las trampas, y consumía la fruta.

La población de *F. catus*, al ser una especie introducida, se esperaba encontrar en mayor número, pero tan sólo fue posible capturar 10 individuos, de los cuáles uno fue recaptura. Esto se puede deber a dos posibilidades: la primera es que la población de gatos no es tan grande dentro de la reserva y la segunda es que es una especie difícil de capturar en trampas Tomahawk. En estudios hechos en islas (Rodríguez-Moreno *et al.* 2007), también resultó difícil la captura de gatos, además que en ellas aparte de trampas tipo Tomahawk se utilizan trampas tipo cebo. Por ello y porque hay encuentros casuales continuos con gatos, consideró que el bajo número de gatos capturados se debe a un sesgo de muestreo y que la población es más grande de la estimada.

Finalmente, las especies de mamíferos medianos reportadas en este estudio con un mayor número de presencias son las que han sido reportadas como las más adaptables a ambientes perturbados (*D. virginiana* y *B. astutus*; Crooks 2002), lo cual nos reafirma lo ya documentado. Es alentador conocer que existen poblaciones estables de diversas especies de mamíferos silvestres en un espacio tan alterado y reducido. Es necesario dar continuidad a este tipo de estudios para empezar a entender mejor las dinámicas poblacionales y conocer el estado de las poblaciones de los mamíferos silvestres en plazos más largos. De este análisis se desprende la urgente necesidad de enfocar los esfuerzos para determinar el estado de la población de zorras, que los resultados indican que en la zona ya son muy escasas.

II.5. CONCLUSIONES

En las dos áreas núcleo de la REPSA (ZNP y ZNO), se observó que la especie más abundante capturada en trampas Tomahawk, fue el tlacuache (*D. virginiana*), con un 76% del total de capturas de mamíferos medianos. La segunda especie fue *B. astutus*, con un 13% de frecuencia de aparición, y el porcentaje restante fue ocupado por *F. catus*, *S. gracilis*, *S. variegatus* y *C. familiaris*.

De acuerdo con los análisis de captura-recaptura realizados para *D. virginiana* se mostró que en la ZNP el tiempo (meses de muestreo), es la variable que está influyendo en la probabilidad de recaptura y el sexo es el que influye en probabilidad de sobrevivencia. En cambio en la ZNO no se observa que alguno de los dos factores influya en la probabilidad de recaptura de la especie, pero el factor que está predominando en la probabilidad de sobrevivencia fue el sexo.

D. virginiana fue la especie con una mayor densidad dentro de la REPSA, con 0.59-0.94 ind/ha, pero es menor a la reportada en 1994 de 3 ind/ha (Negrete y Soberón 1994). La densidad de los cacomixtles también disminuyó, en 1994 era de 0.27 ind/ha (Negrete y Soberón 1994), para 1998 se reporta de 1 ind/ha, en 2003 fue de 0.22 ind/ha, y para este estudio, se obtuvo una densidad de 0.13-0.173 ind/ha. De *S. gracilis*, no existen datos del estado poblacional antes de este estudio, así que con 0.16-0.07 ind/ha, representaron la especie con una menor densidad dentro de la reserva. Respecto a *S. variegatus*, al no ser una especie objetivo, y las trampas no ser las aptas para su captura, no se podría decir que su población es lo representado con las capturas de este trabajo. Y por último, las dos especies introducidas capturadas, gatos y perros, representaron el 5% de las capturas, teniendo los gatos la mayor parte de este porcentaje, con diez capturas, teniendo una densidad de 0.04-0.07 ind/ha.

Finalmente fue posible observar que las poblaciones de mamíferos medianos nativos están disminuyendo, y la de no nativos si no se mantiene un programa de control puede tener una tendencia a aumentar, debido a la ausencia de depredadores y al suministro continuo de comida que tienen por los tiraderos de basura, por el alimento que les provee la gente que visita o trabaja en el campus, o por las especies de fauna silvestre que están consumiendo.

*Convertid un árbol en leña y podrá arder para vosotros;
pero ya no producirá flores ni frutos.
(Rabindranath Tagore)*

CAPÍTULO III

**INFLUENCIA HUMANA SOBRE LA PRESENCIA
DE MAMÍFEROS MEDIANOS EN DOS ÁREAS NÚCLEO
DE LA RESERVA ECOLÓGICA DEL PEDREGAL DE SAN ÁNGEL**



III.1. INTRODUCCIÓN

Son muchas las causas de pérdida de biodiversidad (Czech *et al.* 2000), entre ellas, el desarrollo urbano es uno de los factores que provee una de las mayores tasas de extinción local (Vale y Vale 1976; Luniak 1994; Kowarik 1995; Marsluff 2001). Estudios de gradientes de urbanización demuestran que para muchos taxa, el número de especies no nativas incrementa hacia los centros de urbanización mientras que el número de especies nativas decrece (McKinney 2002). Pero al tratar de definir las variables que están influyendo sobre la presencia o ausencia de las especies, es necesario también definir el concepto de hábitat, el cual es una de las piedras angulares en el manejo de vida silvestre.

El hábitat es definido como los recursos y condiciones presentes en un área que puede ser ocupada, incluyendo sobrevivencia y reproducción, por un organismo dado. Hábitat implica más que vegetación o estructura de la vegetación; es la suma de los recursos específicos que son necesarios para un organismo, entre los que se pueden incluir: comida, protección, agua y factores necesarios para la sobrevivencia y éxito reproductivo de una especie, incluyendo los corredores de migración y dispersión durante la temporada reproductiva y no reproductiva (Krausman 1999).

La forma en que un animal utiliza los recursos físicos y biológicos del hábitat, es llamado *uso de hábitat*, el cual puede ser utilizado para forrajeo, protección, anidación, escape, refugio u otros atributos de las historias de vida. Estas categorías pueden subdividir al hábitat, pero en algunas ocasiones puede ocurrir *traslape* en algunas áreas, dándose casos en que una o más categorías puedan existir en la misma área (Livaitis *et al.* 1994). Asimismo, las diferentes actividades de un animal requieren de componentes ambientales específicos que pueden variar de una estación a otra o de un año a otro; por ejemplo, una especie puede utilizar un hábitat en verano y otro en invierno, pudiéndose dar que también este mismo hábitat sea utilizado por otras especies en sentido inverso (Hutto 1985; Morrison *et al.* 1985).

Existen diversos agentes generadores de perturbación o pérdida de hábitat sobre los ecosistemas naturales, tales como erupciones volcánicas, tormentas y derrumbes,

entre otros. Sin embargo, hay consenso en que el principal agente perturbador en la actualidad es el ser humano (Bustamante y Grez 1995); además, en las áreas con incremento de urbanización, la pérdida y fragmentación del hábitat es virtualmente inevitable (Wilcove *et al.* 1998).

La fragmentación del hábitat puede ser vista como un problema multiescalar, con los efectos de la fragmentación dependiendo de las escalas a la que operan los patrones de movimiento de las especies objetivo (Andren 1994). Dentro del grupo de los mamíferos, los carnívoros son considerados los más vulnerables a extinciones locales en paisajes fragmentados por varias razones, entre ellas, sus amplios ámbitos hogareños, por su rareza y por la persecución directa por los humanos (Noss *et al.* 1996; Woodroffe y Ginsberg 1998). Como consecuencia de la declinación y extirpación de los predadores tope de los sistemas fragmentados se pueden generar efectos cascada en las redes tróficas que alteran la estructura de comunidades ecológicas (Crooks y Soulé 1999).

Los mamíferos medianos son difíciles de estudiar, ya sea por sus bajas densidades, hábitos nocturnos y ser muy cautelosos hacia la presencia de humanos (Sargeant *et al.* 1998). En consecuencia, los estudios de muchas especies y sus respuestas a disturbios ecológicos son todavía pobremente entendidas (Brown 1989; Belovsky 1987). En particular, los mamíferos presentan diferentes niveles de sensibilidad a la alteración que dependen de sus requerimientos de espacio, de sus necesidades de alimentación y de su comportamiento. Es por esta razón que el estudio de las diferentes especies de mamíferos asociados a ambientes alterados y fragmentados pueden ser indicativos de los efectos de las diferentes perturbaciones en un sitio, ya que la vulnerabilidad de las especies a estos disturbios será diferente para cada especie, dado que su historia natural es diferente (Torres *et al.* 2003).

Las áreas fragmentadas y aislamiento son dos fuertes indicadores de la distribución y abundancia de depredadores, Crooks (2002), observó que especies como tejones (*Taxidea taxus*), comadrejas (*Mustela frenata*), zorrillos moteados (*Spilogale gracilis*), pumas (*Felis concolor*), linceos (*Felis rufus*) y coyotes (*Canis latrans*), parecen ser de las especies más sensibles a la fragmentación, con baja probabilidad de ocurrencia y

abundancia relativa por unidad de área en hábitats de parches aislados y pequeños. En cambio, la probabilidad de ocurrencia de gatos domésticos, zorras grises y tlacuaches decrece cuando el área del fragmento aumenta y se incrementa con el aislamiento del fragmento (Crooks 2002). Los cacomixtles también se encuentran entre los mamíferos medianos que han sido reportados como oportunistas y generalistas que pueden soportar áreas perturbadas, además de que requieren de un área relativamente pequeña para realizar sus actividades diarias, por lo que han sido encontrados en sitios con fuerte influencia humana de la Ciudad de México, como el Bosque de Chapultepec, Desierto de los Leones y la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (Castellanos-Morales *et al.* 2009; Suzán 1998).

En general, la urbanización afecta la estructura de la comunidad, y entender estos efectos es esencial en los rápidos cambios ambientales (Prange y Gehrt 2004). En la REPSA, la fauna silvestre enfrenta varios problemas, entre ellos la destrucción de hábitat y la presencia de mamíferos introducidos, como ratas, ratones, gatos y perros, a los cuales generalmente se les considera asociados a edificios, basureros, expendios de comida, y otros lugares de actividad humana (Cruz-Reyes 2009).

La fragmentación y reducción del hábitat a pequeños parches dentro de CU, ha provocado que las poblaciones de animales silvestres busquen refugio en las áreas conservadas de la reserva, ya sea para provisión de alimento o madrigueras. Sin embargo, a pesar de encontrarse en las áreas núcleo de la reserva no están exentos de problemas como depredación, competencia y enfermedades con la fauna exótica, que seguramente influye en sus patrones de distribución. A su vez, la distribución espacial de las poblaciones es una de las características biológicas más importantes porque revelan aspectos de la ecología de las especies que permiten entender los factores que permiten o limitan su existencia (Ruesink y Kogan 1982).

Los individuos de una población tienen generalmente tres tipos básicos de distribución espacial: regular, al azar y agregada. La distribución de una población es regular cuando los individuos están a una distancia más o menos constante unos de otros. En el caso de una distribución perfectamente regular, los individuos están equidistantes

(Oyarzún 1995). Una distribución al azar es usualmente la primera hipótesis que se supone; en ésta se consideran dos supuestos básicos: (1) Todos los puntos en el espacio tienen la misma probabilidad de ser ocupados por un individuo, y (2) La presencia de un individuo (en un cierto punto en el espacio) no afecta la ubicación de otro individuo (Southwood 1971). La distribución agregada se caracteriza porque la presencia de un individuo genera una mayor probabilidad de encontrar en las cercanías otros de la misma población (Oyarzún 1995), además el fenómeno de agregación obedece a factores de naturaleza física y biológica, un caso hipotético en que todos los puntos del espacio tienen la misma probabilidad de ser ocupados por un individuo, existirán ciertos puntos donde las condiciones y factores que afectan la sobrevivencia de los individuos son más favorables que otros. Por lo tanto, los sitios más favorables concentrarán una mayor cantidad de individuos (Waters y Henson 1959).

La dependencia de la escala en medidas estructurales y composicionales de los sistemas es una constante en ecología que ha sido objeto de numerosos estudios, que aportan evidencias de qué especies y procesos explotan en general un rango concreto de escalas territoriales. Del mismo modo, muchas de las medidas estructurales que podemos obtener del paisaje dependen en gran medida de la escala de trabajo, y ésta determina la resolución con que se miden o se muestrean las variables objeto de estudio (Milne 1991).

En el caso de este estudio, la hipótesis que se puso a prueba fue que los mamíferos nativos tenderían a estar en los sitios más conservados de la REPSA y los introducidos (perros y gatos) buscarían las áreas más periféricas. Asimismo, supusimos que las especies se presentarían una distribución de tipo agregado, ya que las especies tienen preferencias específicas de hábitat que no están uniformemente disponibles en la reserva.

Los objetivos de este capítulo fueron, en primer lugar, determinar el tipo de distribución que seguían tanto las especies nativas como introducidas en la REPSA y, en segundo lugar, analizar los efectos de la influencia humana sobre la presencia de mamíferos medianos en la REPSA, considerando la distancia más lejana y cercana a tres variables de influencia humana (veredas, avenidas y edificios).

III.2. MATERIALES Y MÉTODOS

III.2.1. Trabajo de campo

Para el registro de los individuos de las especies de mamíferos medianos, se abarcaron dos áreas núcleo de la REPSA, Zona Núcleo Oriente (ZNO) con 11 puntos de colecta y Zona Núcleo Poniente (ZNP), con 26 puntos de colecta (Fig. 3.1). Se realizaron 12 muestreos, de los meses de junio de 2008 a mayo de 2009, colocándose durante tres noches por cada punto, cualquiera de los siguientes tipos de trampas: trampas de caja o tipo Tomahawk para la captura de individuos vivos, y trampas-cámara, las cuales se colocaron trampas cámara *Stealth-cam*, digitales y manuales, las cuales fueron encadenadas en los puntos de muestreo ya marcados y georreferenciados, en los cuales se consideró que era factible que transitaran los mamíferos y fuera viable la detección de los mismos, por lo que la altura donde se les colocó fue variable, cuidando la menor interferencia de plantas para que no fueran activadas por acción del movimiento de las mismas. Además se trató de ubicarlas en dirección donde no obstruyera de manera directa la luz solar, y en lugares no tan cerrados por vegetación o paredes rocosas (Fig. 3.2). Las trampas digitales fueron programadas, para tomar tres fotos de cada 3-5 minutos, variando para ver cuál era el mejor tiempo, y en las trampas manuales, se programaron de 1 a 3 fotos cada 3, 5 o 7 minutos.



Figura 3.1. Puntos de colecta en el núcleo poniente (izquierda) y oriente (derecha) de la REPSA, Fuente: Image Digital Globe ©2008.



Figura 3.2. Trampa cámara digital (izquierda) y trampa tipo Tomahawk (derecha).

III. 2. 2. Distribución Espacial de la Fauna

Con los datos obtenidos de cada una de las especies, tanto nativas como no nativas, se elaboró una base de datos de número de capturas por cada punto, para calcular la frecuencia de captura en relación al total de individuos capturados. Así esperaríamos que los sitios en donde las condiciones son más favorables concentrarán la mayor cantidad de individuos y lo contrario también, las condiciones que los individuos están evitando (Waters y Henson 1959).

Para identificar el arreglo espacial de los mamíferos medianos de la REPSA se evaluó el ajuste de los datos a tres diferentes modelos de distribución, tomando en cuenta las siguientes premisas:

1. El modelo *Binomial*, es la organización de un patrón espacial de dispersión regular o uniforme, donde la varianza es menor a la media.
2. El modelo *Binomial negativo*, es donde la varianza siempre es mayor que la media, es una medida que depende de k , donde k es un índice que refleja el grado de agrupamiento de la distribución: cuanto menor sea k , más contagiosa será la distribución y viceversa.
3. La distribución de Poisson, es cuando la varianza es igual a la media y el valor de k tiende a ser mayor a 2 (Rabinovich 1978).

Para la distribución binomial, binomial negativa y Poisson, la media y la varianza se calcularon con la fórmula:

$$\bar{x} = \frac{\sum (x_i * f_i)}{\sum f_i}$$

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 * f_i}{\sum f_i - 1}$$

Donde, x_i = número de individuos observados, f_i = frecuencia de x_i

El índice de agrupamiento “k” para la binomial negativa fue calculado de la siguiente manera:

$$\hat{k} = \frac{\bar{x}^2}{S^2 - \bar{x}}$$

Finalmente, para calcular las probabilidades esperadas dependiendo del modelo de ajuste se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$\text{Binomial negativa: } P(x) = \left[\bar{x} / (\bar{x} + \hat{k}) \right]^{(\tilde{k} + r - 1) / r} p^{(r - 1)}$$

$$\text{Poisson: } P(x) = \frac{e^{-\mu} * \mu^x}{X!}$$

$$\text{Frecuencia esperada: } P(x) * \sum f_i$$

El modelo identificado para cada especie se evaluó mediante una prueba de χ^2 .

III.2.3. Distancias a sitios de influencia humana

En las dos áreas de estudio, se tomaron en cuenta tres variables de acuerdo al tipo de elementos relacionados con la presencia humana:

- A. Veredas: En la ZNP, algunas son anchas y pueden ser transitadas por vehículos. En la ZNO las veredas son más angostas; en esta zona también se consideró como vereda un “camino” de una tubería, el cual es una construcción angosta de concreto que va desde el circuito Mario de la Cueva hasta la parte trasera de las instalaciones de la Dirección General de Servicios de Computo Académico (DGESCA).
- B. Avenidas Principales: son aquellas que ya están pavimentadas y el flujo vehicular es más constante, así como el de personas. En este caso se encuentran la avenida Insurgentes Sur, el Circuito Mario de la Cueva, el Circuito Escolar, el camino de la

entrada al área de exhibición del Jardín Botánico, la Avenida Zacatepetl, y el camino pavimentado de Insurgentes Sur hacia el helipuerto, ubicado a un lado de la REPSA.

- C. Edificios: los edificios localizados alrededor de las áreas núcleo varían tanto en tamaño como en flujo de personal que entra y sale de los mismos, entre los más cercanos se encuentran el Instituto de Biología, de Ecología y de Biomédicas en el lado de la ZNP y del lado poniente limita con casas-habitación. En la ZNO están el Instituto de Investigaciones Antropológicas, de Contaduría y Administración, la Dirección General de Servicios de Computo Académico, la Facultad de Ciencias Políticas, la Subestación Eléctrica y el Espacio Escultórico.

En cada punto de muestreo se midió la distancia a las tres variables de influencia humana, con el programa Google Earth© 2009 (resolución 5 m/pixel) donde se calcularon dos variables para caracterizar su grado de aislamiento (Soulé *et al.* 1988; Crooks 2002, modificado): distancia “X”, que es la distancia más corta del punto de muestreo al borde de una vereda, avenida y edificio y distancia “Y”, que es la distancia del punto de muestreo al borde más lejano de una vereda, avenida y edificio.

Con los datos anteriores se realizó un análisis de varianza anidado, donde se comparó si había relación entre la distancia de las construcción con la presencia de especies nativas o exóticas. Para esto se realizó una categorización de las distancias obtenidas cada 200 metros: (1) 0-200 m, (2), 201-400 m, (3) 401-600 m, (4) 601-800 m, (5) 801-1000 m, (6) 1001-1200 m. Así, la distancia más cercana (“X”) fue menor de 200 m y la más lejana (“Y”) llegó a casi 1200 m. Finalmente, se creó una categorización para cada sitio con base en la presencia/ausencia de las especies nativas/exóticas: (1) Sólo especies nativas, (2) Especies nativas y gatos, (3) Especies nativas y perros, (4) Sólo perros o gatos, y (5) Ninguna especie (nativas o exóticas).

III.3. RESULTADOS

III.3.1. Trabajo de campo

En la ZNP se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 549 noches-trampa, en las cuales se capturaron 136 individuos. En las trampas cámara el esfuerzo fue de 387 noches-trampa, registrando 34 individuos. En la ZNO, se obtuvieron 261 noches-trampa tomahawk, en donde fueron capturados 91 individuos, y 135 noches-trampa cámara, las cuales registraron 23 individuos diferentes (fotografías en anexo). En las figuras 3.3 y 3.4 se muestra la presencia de las especies de mamíferos medianos durante los 12 meses de muestreo en las dos áreas núcleo.

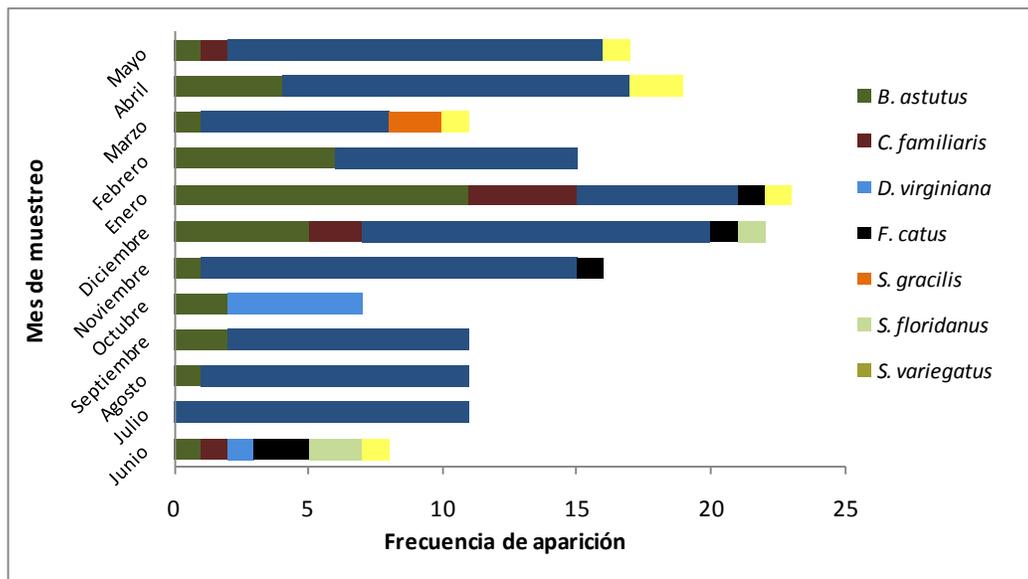


Figura 3.3. Presencia de las especies de mamíferos medianos en la ZNP a lo largo de los 12 meses de muestreo (trampas tomahawk y trampas cámara).

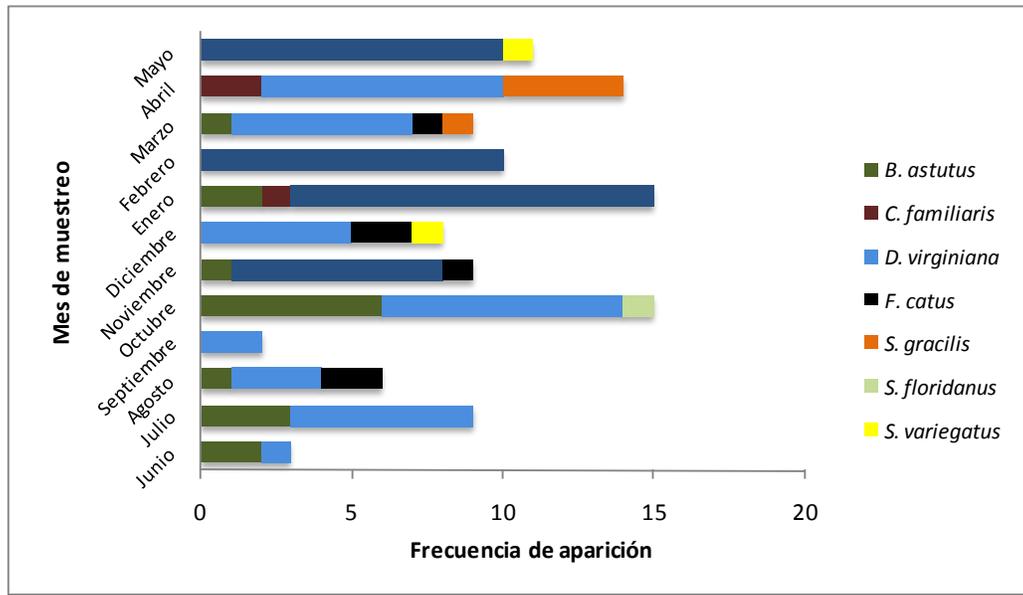


Figura 3.4. Presencia de las especies de mamíferos medianos en la ZNO a lo largo de los 12 meses de muestreo (trampas tomahawk y trampas cámara).

El éxito de captura para el núcleo poniente tomando en cuenta los dos tipos de trampas fue del 18.1 % y para el núcleo oriente fue del 28.78 %. Se pudieron capturar siete especies: *Bassaricus astutus*, *Didelphis virginiana*, *Spilogale gracilis*, *Sylvilagus floridanus*, *Spermophilus variegatus*, *Canis familiaris* y *Felis catus*. De éstos, las últimas dos especies son exóticas, y en el caso de *C. familiaris*, la mayor parte de registros se obtuvo a partir de trampas-cámara.

En el caso del número de individuos observados o capturados en cada punto de muestreo, en la ZNP los que presentan un mayor número, son el 20, 21, 24 y 26 (Fig. 3.1). En cambio, en el punto 5 no se tuvo ningún registro durante todo el muestreo, seguido del 11, en el que sólo se obtuvo una captura (Fig. 3.5). En la ZNO los puntos con mayor número de registros fueron el K, L e I, con 17 y 16 capturas; y en el punto B no hubo registros (Fig. 3.6).

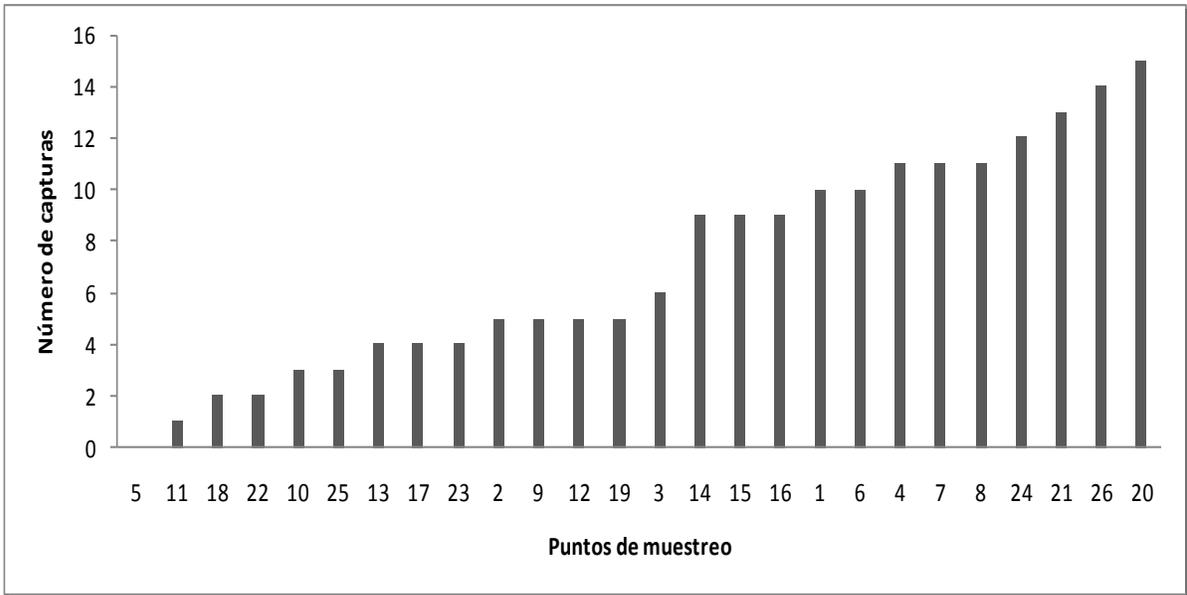


Figura 3.5. Número de registros (captura y fotografía) en cada punto de muestreo del núcleo poniente (Fig. 3.1).

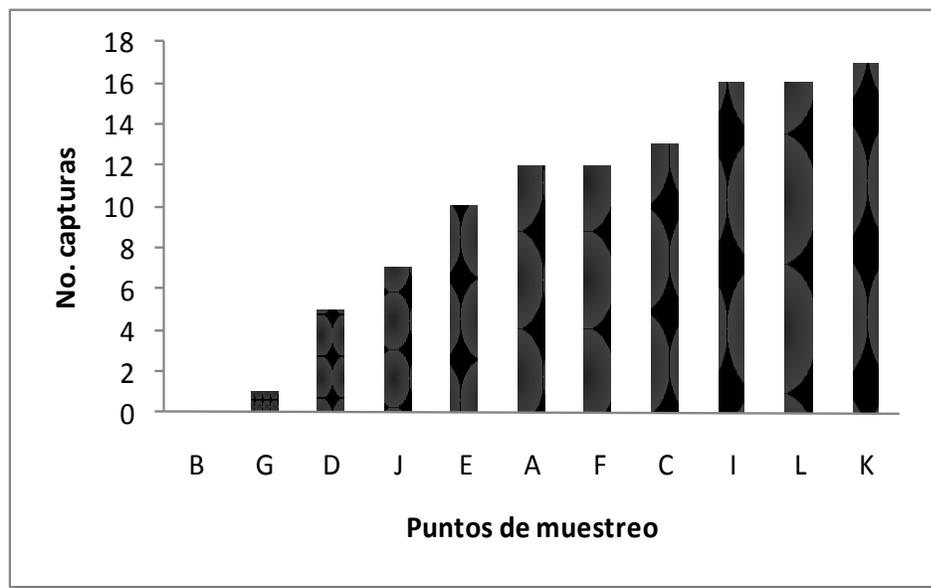


Figura 3.6. Número de registros (captura y fotografía) en cada punto de muestreo del núcleo oriente (Fig. 3.1).

III.3.2. Distancias a sitios de influencia humana

Los datos sobre el tipo de distribución, indicaron que en la ZNP, *D. virginiana*, *C. familiaris*, *F. catus* y los grupos de especies nativas y exóticas, tuvieron una varianza mayor a la media y una k mayor a 2, lo que indica una distribución agregada. *B. astutus* tuvo una varianza muy similar a la media ($s^2 = 1.356$ y media = 1.346), lo que sugiere una distribución de Poisson; sin embargo, la prueba de bondad de ajuste entre las frecuencias observadas y esperadas no muestra un ajuste significativo ($p < 0.05$).

Al analizar la distribución con respecto a veredas, dentro de las distancias más cercanas (X ; cuadro 3.1), los puntos de muestreo que quedaron inmersos a una distancia menor a 200 m, son el 20, 24, 15 y 7 (Fig. 3.7). Las especies capturadas en esos puntos fueron tlacuaches, cacomixtles y gatos. El punto 20 fue el que tuvo una mayor captura de gatos ($n=4$). Los puntos más alejados a veredas fueron el 10, 26 y 2, en los cuales se registraron tlacuaches y cacomixtles. En el punto 10 sólo se detectó un perro, pero esto fue sólo después de que la trampa se movió a un sitio más abierto y cercano a la reja del Instituto de Investigaciones Biomédicas.

Cuadro 3.1. Distancias X , Y , hacia los puntos de muestreo.

Zona núcleo	Construcción	Distancia X (m)		Distancia Y (m)	
		Más cercana	Más lejana	Más cercana	Más lejana
ZNP	Veredas	7	400	80	600
	Avenidas	8	400	187	863
	Edificios	10	724	58	864
ZNO	Veredas	22	227	422	865
	Avenidas	54	348	161	1142
	Edificios	25	227	460	1110

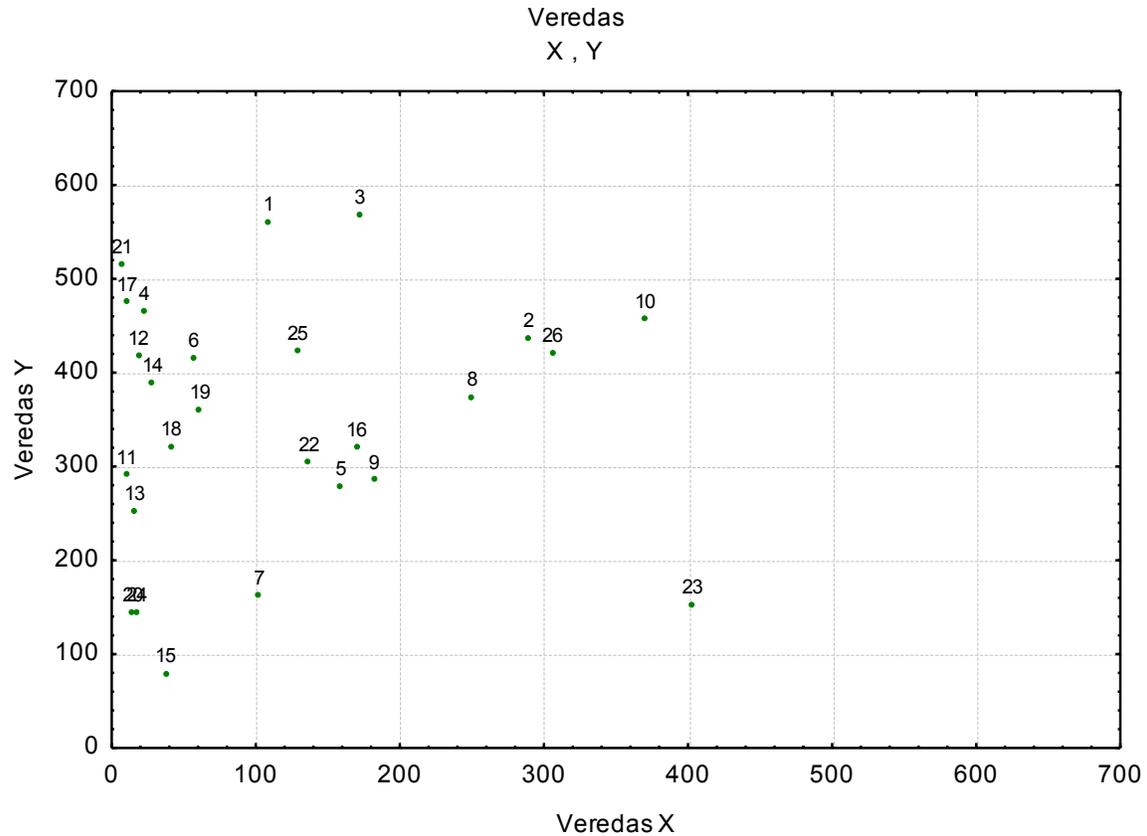


Figura 3.7. Distancias más cercanas (X) y lejanas (Y) de los puntos de muestreo a las veredas en la ZNP.

Por su parte, al analizar la distribución con respecto a avenidas, las distancias más cercanas (X; Fig. 3.8), los puntos de muestreo que quedaron a menos de 200 m, fueron el 8, 10, 20 y 16. Las especies que fueron capturadas en estos fueron, tlacuaches, cacomixtles, gatos y perros. Los puntos que se encontraron más lejanos fueron el 12, 13 y 14, en los cuales sólo hubo presencia de fauna nativa (tlacuaches y cacomixtles), y el punto 5, en el que no se presentó ninguna especie.

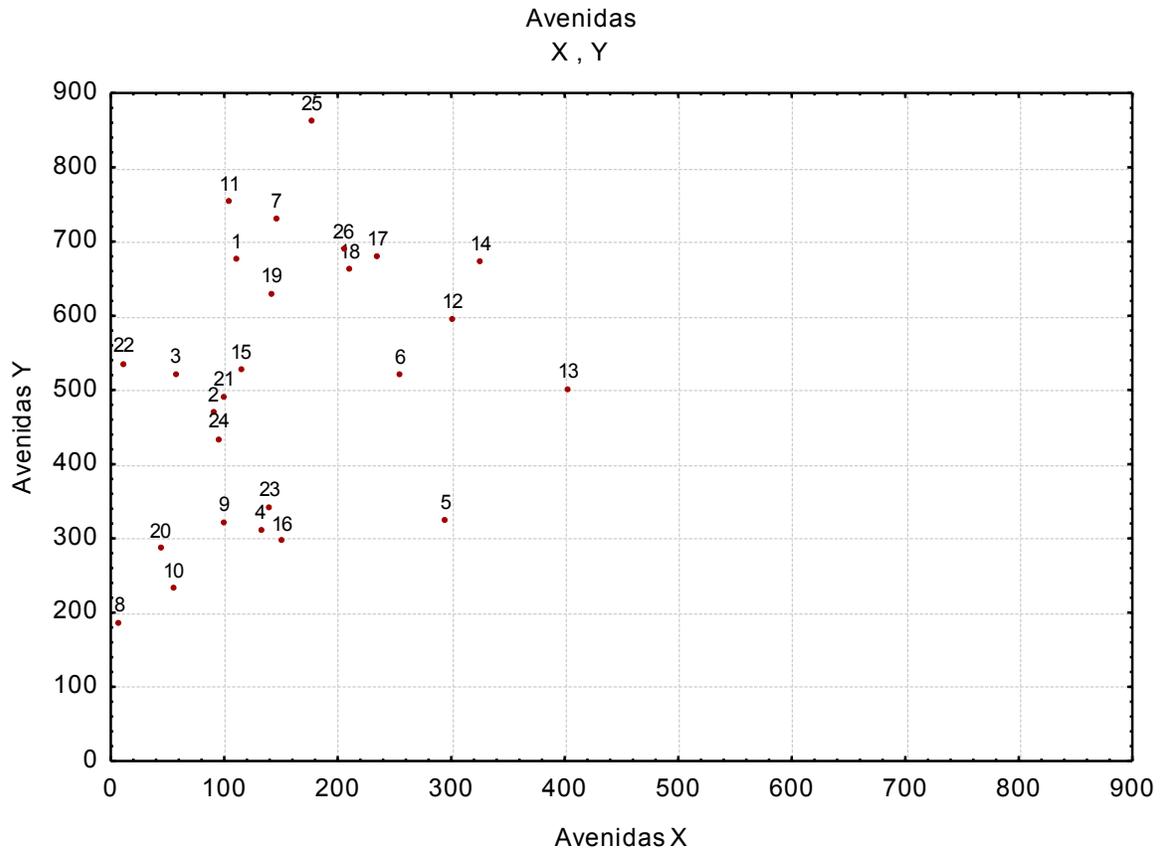


Figura 3.8. Distancias más cercanas (X) y lejanas (Y) de los puntos de muestreo a las avenidas en la ZNP.

Distribución con respecto a edificios. Dentro de las distancias más cercanas a “X” y “Y”, menores o iguales a 200 m, se encontraron los puntos 15, 20, en los que hubo presencia de tlacuaches, cacomixtles y gatos. Los puntos más lejanos a “X” y “Y”, fueron 2, 3, 5, 6 y 13 (Fig. 3.9), en los cuales se observaron sólo especies nativas (tlacuaches y cacomixtles).

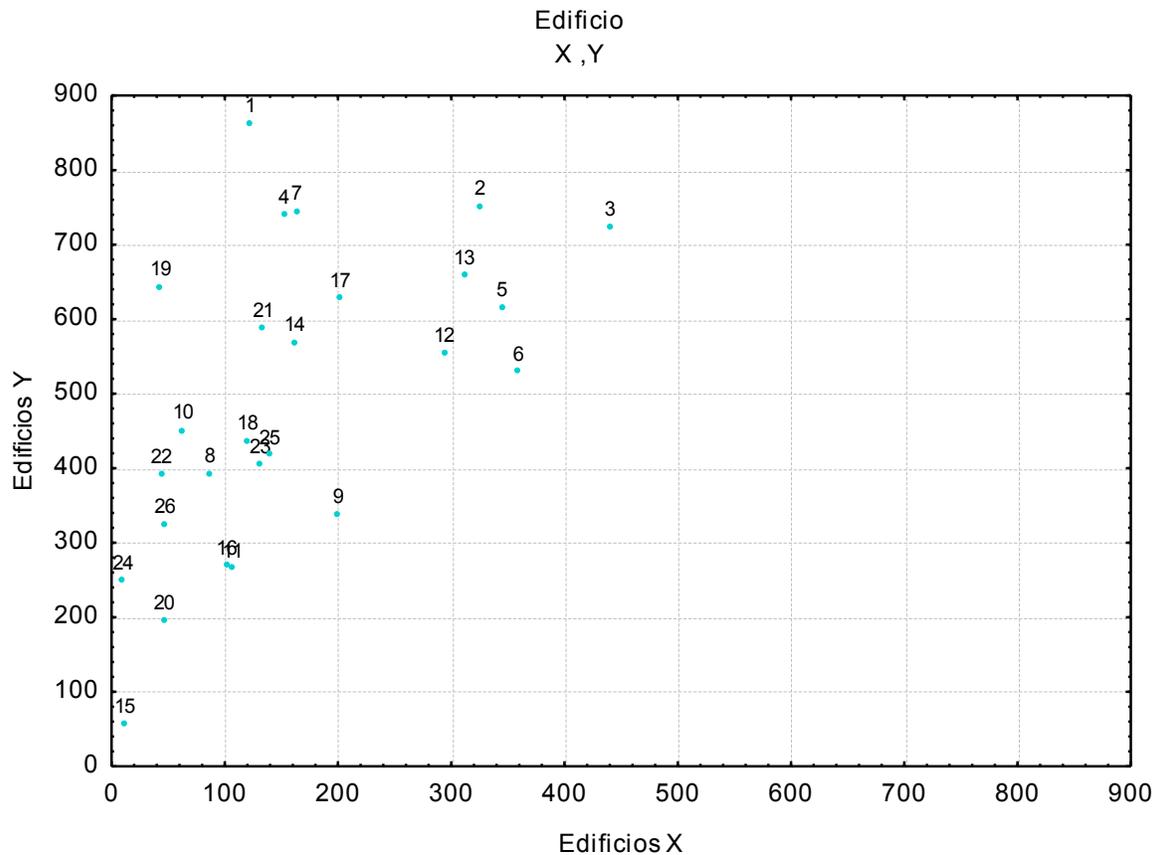


Figura 3.9. Distancias más cercanas (X) y lejanas (Y) de los puntos de muestreo a los edificios en la ZNP.

En el análisis de varianza anidado, no se observan diferencias significativas entre las categorías de construcciones (veredas, avenidas y edificios) con respecto a las especies registradas ($p > 0.05$). En la variación de las categorías de especies y las distancias cercanas (X) tampoco hay diferencias significativas ($p = 0.306$), ni agrupando las categorías Construcciones, distancias lejanas (Y) y distancias cercanas (X; $p > 0.05$), lo que nos dice que la distancia de la trampa a veredas, avenidas y edificios no está influyendo en la presencia de las especies (cuadro 3.2).

Cuadro 3.2. Resultados del análisis de varianza anidado, para datos de la ZNP.

		Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media del Cuadrado	F	p
ZNP	Construcciones	1.713	2	0.857	0.753	0.475
	Categoría X	8.365	6	1.394	1.226	0.307
	Categoría X, Y, construcciones.	27.700	14	1.979	1.740	0.073
ZNO	Construcciones	3.451	2	1.726	1.449	0.262
	Categoría X	1.438	2	0.719	0.603	0.558
	Categoría X, Y, construcciones.	31.386	11	2.853	2.395	0.051

En la ZNO, los datos sobre el tipo de distribución, indican que *B. astutus*, *D. virginiana*, *C. familiaris*, *F. catus*, y los grupos de especies silvestres e introducidas, tuvieron una varianza mayor que la media y un valor de k menor a 2, indicando una distribución binomial negativa. Sin embargo, la prueba de bondad de ajuste entre las frecuencias observadas y esperadas en *D. virginiana*, *C. familiaris* y las especies silvestres, no mostraron un ajuste significativo ($p < 0.05$).

Al analizar la distribución con respecto a veredas, las distancias mínima (X) fue de 22 m y la distancia máxima (Y) fue de 865 m (cuadro 2, Fig. 2.12). Dentro de los primeros 100 m (eje X), quedaron los puntos A, D, F, I y J, en los cuales hubo presencia de tlacuaches, cacomixtles, zorrillos, perros y gatos. Y en los puntos más alejados a veredas E y L, en el primero se tuvo presencia de fauna nativa y el segundo fue uno de los que tuvo el mayor número de capturas ($n=16$, Fig. 3.5 y 3.12), incluyendo gatos.

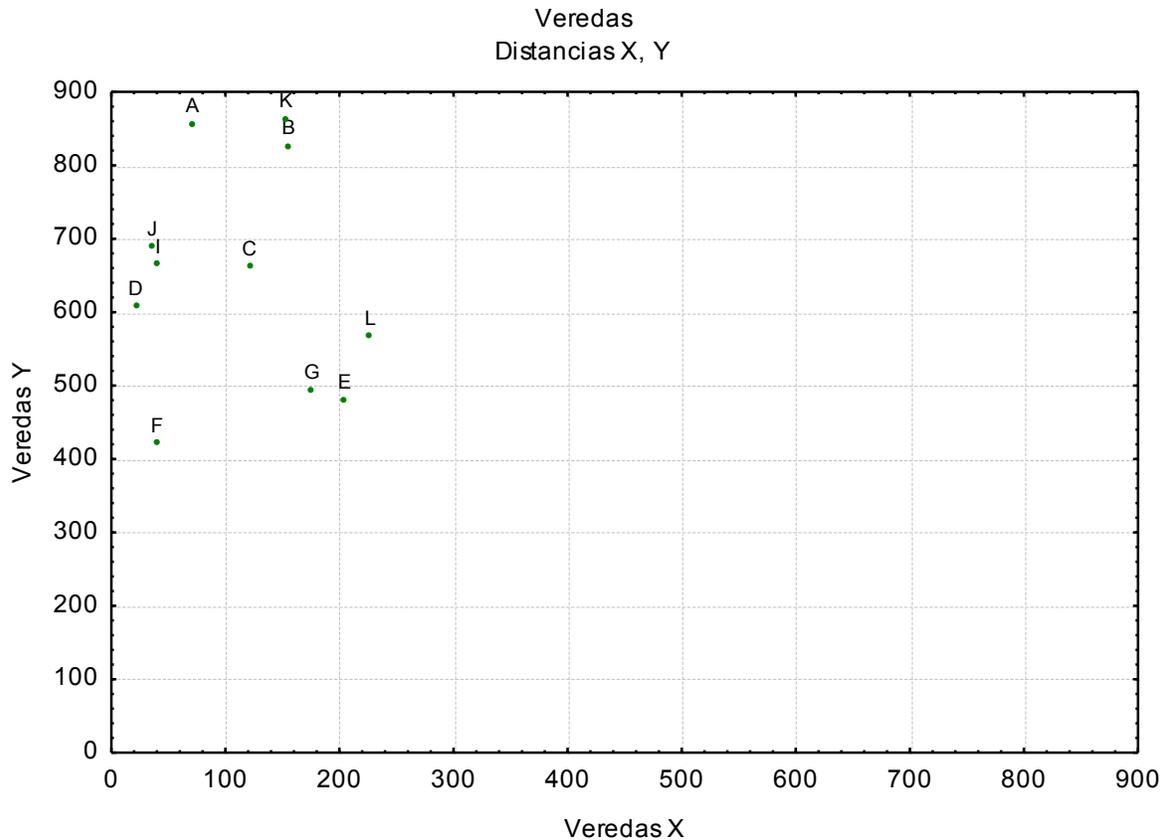


Figura 3.12. Distancias más cercanas (X) y lejanas (Y) de los puntos de muestreo a las veredas en la ZNO.

Por su parte, al analizarla con respecto a avenidas, la distancia mínima (X) fue de 54 m y la distancia máxima de 863 m (Fig. 3.13). Dentro de los primeros 100 m (X), quedaron los puntos A, B y L. En dos de ellos hubo presencia de cacomixtles, tlacuaches, perros y gatos. Los puntos más alejados en esta categoría son C, G y E, dónde se reporta la presencia de cacomixtles tlacuaches y en el punto G, de un gato, en este último punto la trampa fue movida de la ubicación original en los últimos meses, debido a que en los primeros, el sitio exacto donde había sido ubicado, era de difícil acceso, con pocos lugares planos y abiertos para colocación de trampa cámara.

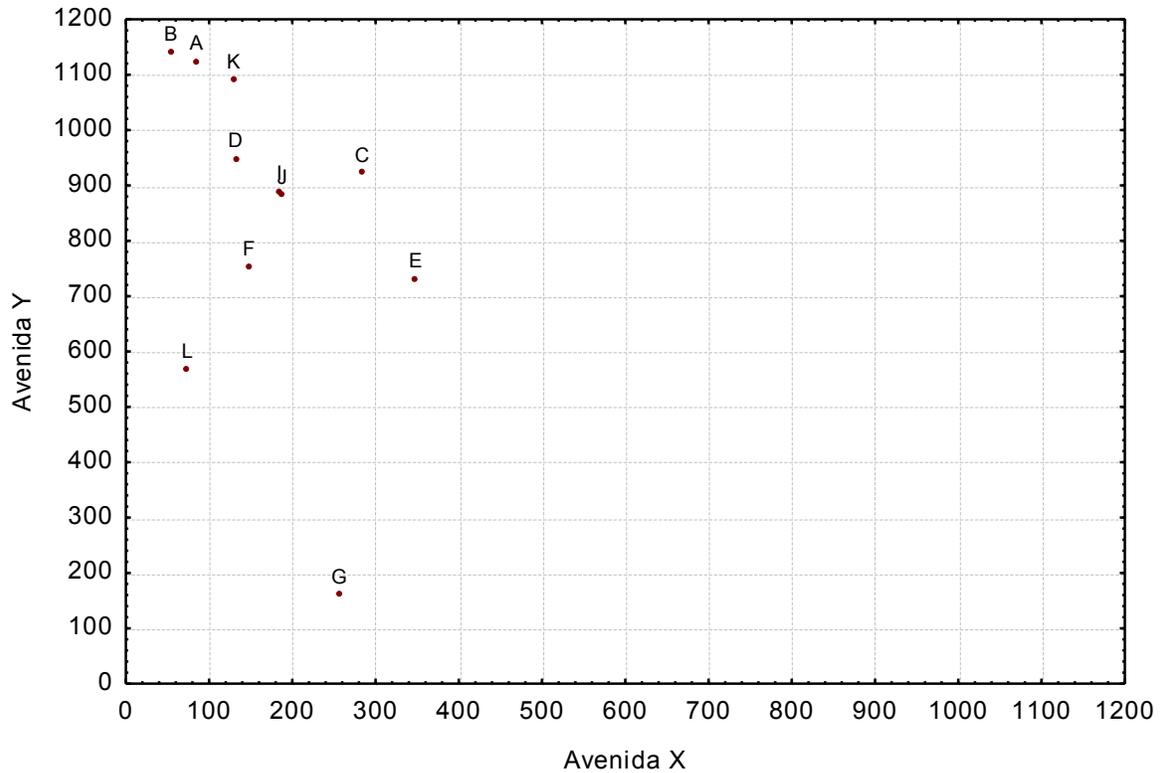


Figura 3.13. Distancias más cercanas (X) y lejanas (Y) de los puntos de muestreo a las avenidas en la ZNO.

Por otro lado, al analizarla se encontró que la distribución con respecto a edificios, Los puntos que quedaron dentro de los primeros 100 m (X), eran J, K y L (Fig. 3.14), en ellos se presentaron varias especies, como ardillas, cacomixtles, tlacuaches y gatos, pudiéndose notar en K y L, el mayor número de capturas con 17 y 16, respectivamente.

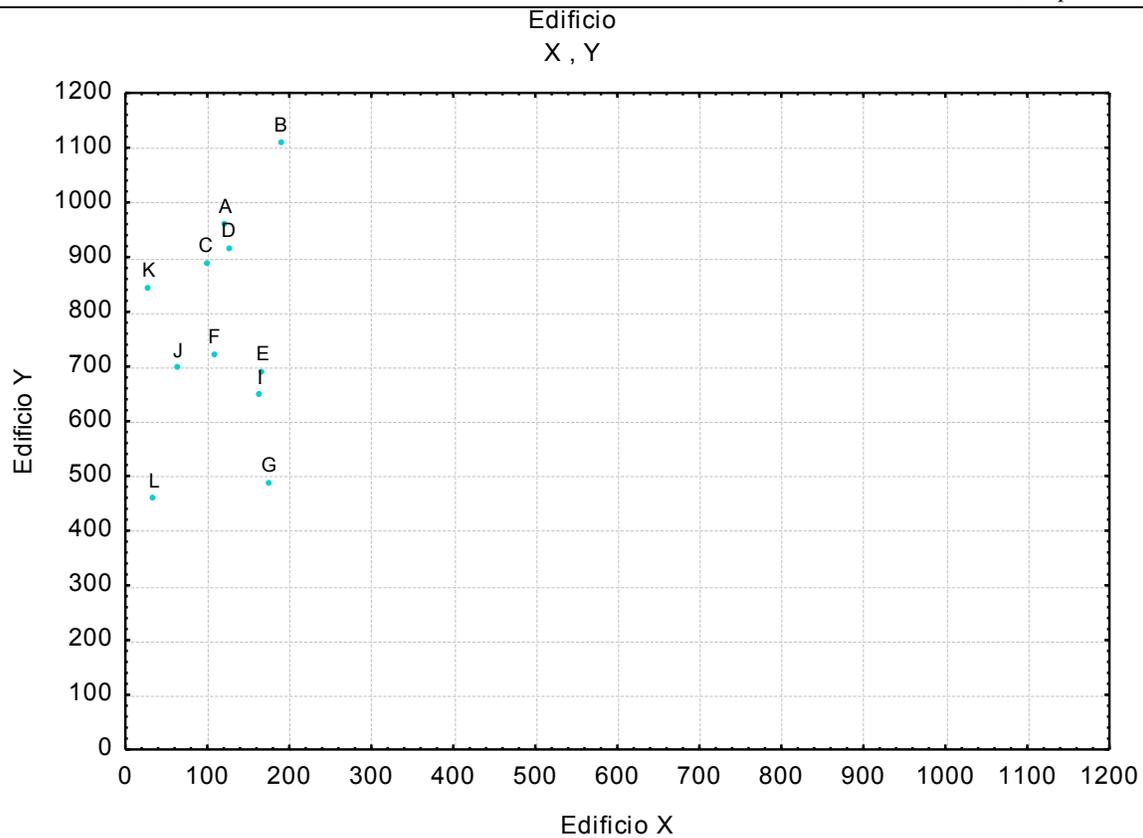


Figura 3.14. Distancias más cercanas (X) y lejanas (Y) de los puntos de muestreo a los edificios en la ZNO.

En el análisis de varianza anidado, no se observaron diferencias significativas entre las categorías de construcciones (veredas, avenidas y edificios) con respecto a las especies registradas ($p < 0.05$). En la variación de las categorías de especies y las distancias cercanas (X) tampoco hay diferencias significativas ($p = 0.558$), y en el último caso, donde se agrupan, construcciones y distancias lejanas y cercanas, observamos una P de 0.051, la cual nos muestra que de cierta manera podrían estar influyendo estos sitios hacia la presencia de especies, pero estadísticamente no resulta significativo (cuadro 3.4).

III.4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La velocidad de crecimiento urbano y de expansión en una megaciudad como la Ciudad de México, condena irremediablemente a la extinción los posibles relictos de ecosistemas, incluyendo algunas áreas naturales protegidas (ANP) en las zonas colindantes (Lot y Camarena 2009). Es por ello que el entendimiento de los efectos de urbanización en comunidades naturales es esencial para los esfuerzos de conservación en paisajes que cambian rápidamente (Niemelä 1999).

Debido a la fragmentación del paisaje se pueden tener consecuencias como alteraciones en la composición y estructura de la comunidad, las cuales se pueden ver reflejadas positiva o negativamente en el aumento de determinadas poblaciones naturales. Hay especies que son muy sensibles a la perturbación, a diferencia de otras que responden positivamente a estos cambios. Estas especies son típicamente generalistas, con amplios espectros de dieta y hábitat (McKinney 2002). En los mamíferos, algunas especies de carnívoros medianos o mesopredadores (1-15 kg) tienen estas características, como mapaches, tlacuaches, zorrillos listados y cacomixtles, entre otros. Estas especies frecuentemente son simpátricas a través de sus rangos geográficos y pueden exhibir un amplio traslape en sus nichos, utilizando hábitats similares (Ladine 1997).

Dentro de la REPSA encontramos 5 especies de mamíferos medianos nativos (*Bassaricus astutus*, *Didelphis virginiana*, *Spilogale gracilis*, *Sylvilagus floridanus* y *Spermophilus variegatus*) y 2 no nativas (*Canis familiaris* y *Felis catus*). Cuando se analizó su tipo de distribución se encontró que en la ZNP los tlacuaches, perros y gatos mantienen una distribución agrupada y en la ZNO, los cacomixtles y gatos también presentan este tipo de distribución.

En el caso de los gatos se observó un mayor número de capturas de hembras en puntos cercanos entre sí, esto probablemente debido a que las hembras suelen tener ámbitos hogareños más reducidos y en algunos casos viven en grupos de una o más hembras (Dards 1978). Con estos datos, no resulta inverosímil que la distribución observada sea del tipo agregado, además en la ZNP, se muestra que los gatos tienen una

tendencia a estar a menos de 200 m de veredas, avenidas y edificios, demostrando que tienden a estar en la periferia. La ZNO, al ser un fragmento de vegetación pequeño, no demostró que los gatos tuvieran preferencia por sitios alejados o periféricos. En el caso de los perros, resultó evidente una distribución agregada debido a su comportamiento social, formando jaurías, además que resultó la especie introducida que encontró hasta en los sitios más lejanos dentro de la reserva.

Los tlacuaches son solitarios y territoriales sólo por un lapso de tiempo, y se agregan en la temporada reproductiva (McManus 1974). De acuerdo a lo observado en este trabajo, tiende hacia una distribución agrupada en la ZNP y en la ZNO, aunque en la última la prueba de χ^2 no comprobó este tipo de distribución. Esto puede deberse que posiblemente el tamaño de muestra es bajo y esto afecta la sensibilidad de la prueba (Daniel 2008). En los cacomixtles sucedió algo parecido, observándose que en la ZNP se cumplen los supuestos de una distribución al azar pero no se ajusta el modelo, y en la ZNO si presenta una distribución agrupada.

Al analizar las 5 categorías creadas para analizar la presencia-ausencia de especies nativas, nativas/gatos, nativas/perros, o ninguna, se observó que en la ZNP, el 69% de las categorías encontradas fue de especies nativas, 27% de introducidas y en 4% no hubo presencia de nada; en cambio, en la ZNO se observa lo contrario, ahí sólo el 36% de los registros en los puntos de muestreo fue de especies nativas, el 55% de introducidas y en 9% no se presentó nada. De acuerdo a lo observado, el hecho de que la mayoría de capturas en la ZNO fueran en la categoría de especies no nativas (2), posiblemente se deba a que el tamaño del fragmento es menor, teniendo los gatos y perros más posibilidades de llegar a la mayoría de puntos.

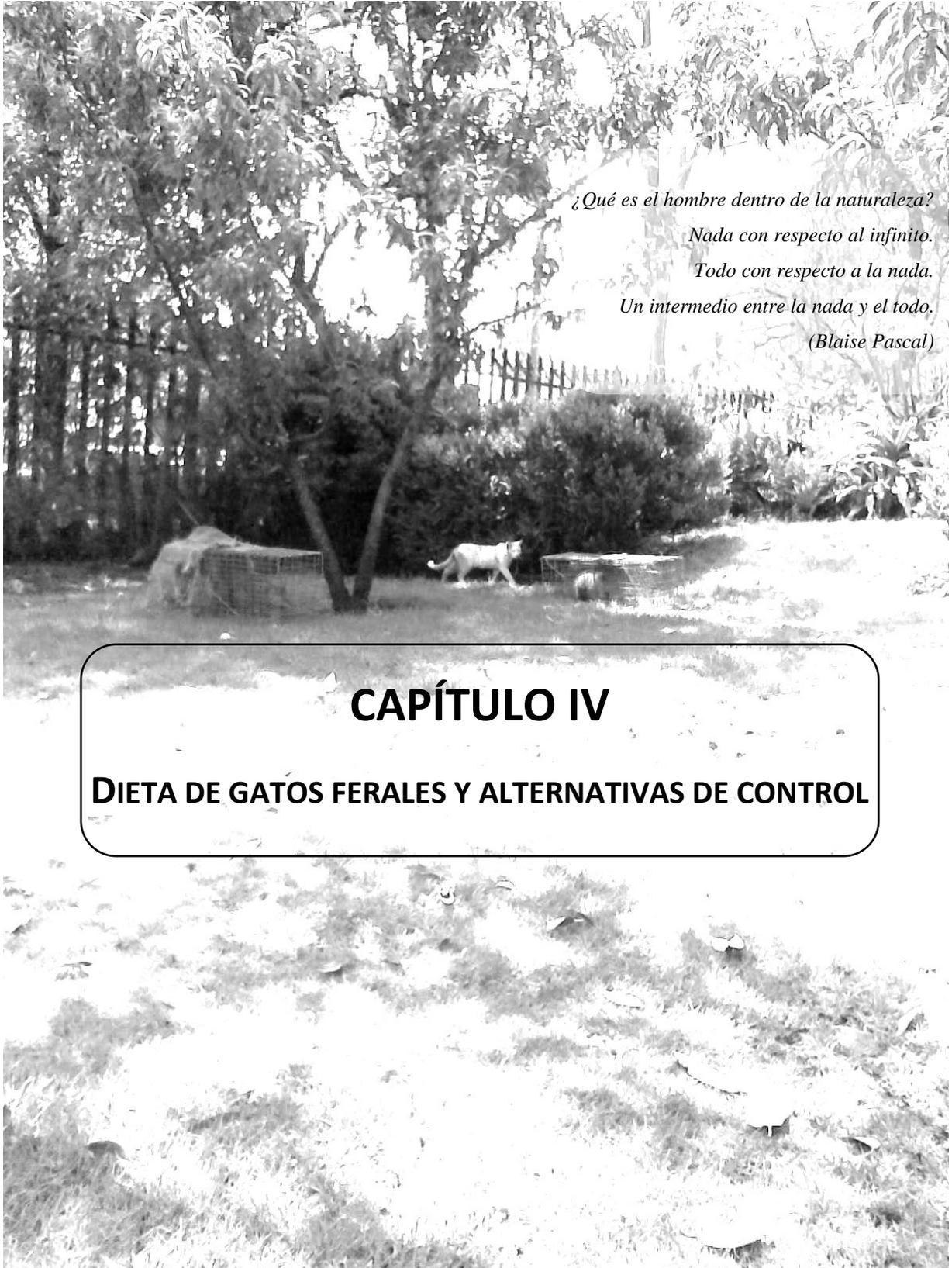
Con respecto a la cercanía a edificios, veredas o avenidas, los datos sugieren que nuestra hipótesis no se cumplió, ya que estos elementos del paisaje no están influyendo en la presencia de especies introducidas o nativas. Es decir, la distribución de las especies no está directamente determinada por la cercanía o lejanía a los elementos urbanos analizados y, por ende, son otros factores los que afectan la distribución de estas especies. Una línea de investigación es sobre la distribución y disponibilidad de los recursos

alimentarios, que es uno de los factores primarios en la selección del hábitat de las especies (Livaitis *et al.* 1996; Krausman 1999).

Hasta el momento, los impactos de la urbanización en las especies han sido pobremente estudiados (McKinney 2002). Este trabajo, alcanza a mostrarnos la influencia que ejercen las construcciones hechas por humanos, sobre las especies nativas como introducidas, indicando que cacomixtles, tlacuaches, zorrillos, conejos y perros no están teniendo preferencia por sitios alejados o cercanos a la presencia humana; sin embargo, los gatos fueron la única especie que se observó generalmente en sitios cercanos a la periferia. Algo importante a destacar, es el tamaño de los fragmentos, resultando pequeño para alcanzar a distinguir una preferencia a ciertas zonas de la reserva y orillando a las especies nativas, a salir a áreas aledañas por la búsqueda de alimento fácil que es provisto por los humanos directa o indirectamente por un lado, y por otro permitiendo el fácil ingreso de especies introducidas hacia las áreas más conservadas de la reserva.

Finalmente, las especies nativas de mamíferos medianos que aún encontramos en la REPSA, son los llamados “adaptados urbanos” (McKinney 2002), explotando gran cantidad de alimentos aparte de su dieta original, incluyendo los subsidiados por los humanos, así como plantas cultivadas y basura. Sin embargo, para sus sitios de refugio, requieren de vegetación adyacente (Dickman 1987; Castellanos 2008). Por lo que a pesar de su “*adaptación*” a ambientes urbanos, es necesario seguir conservando estos sitios para que las poblaciones de estas especies no sean mermadas, debido a que son importantes no sólo ecológicamente, sino también sirven de pauta para la educación ambiental y conservación, siendo especies con las que la gente comúnmente convive sin saberlo.

Con estos resultados, se observa que son necesarios estudios con escalas espaciales mayores para entender mejor la relación entre asentamientos humanos, fragmentación y distribución de las especies.



¿Qué es el hombre dentro de la naturaleza?

Nada con respecto al infinito.

Todo con respecto a la nada.

Un intermedio entre la nada y el todo.

(Blaise Pascal)

CAPÍTULO IV

DIETA DE GATOS FERALES Y ALTERNATIVAS DE CONTROL

IV.1. INTRODUCCIÓN

"...Muchas causas de pérdida de biodiversidad tienen origen en las percepciones y comportamientos humanos, la estrategia de biodiversidad no puede aplicarse si los agentes implicados no son conscientes de sus problemas y soluciones. La modificación de esos factores requiere esfuerzos a largo plazo de sensibilización y educación..."
(MMA, 1998)

De forma natural, las especies han invadido o colonizado hábitats nuevos a lo largo de su historia, pero la amplitud del proceso de movilización de especies por parte de los seres humanos no tiene precedente en la escala geológica (Aguirre *et al.* 2005). La diferencia entre las dispersiones o invasiones naturales y las introducciones que ha realizado el hombre, intencional y accidentalmente, es enorme, más aún en los últimos siglos, desde que se iniciaron los viajes transcontinentales. El término introducción significa que la especie ha sido transportada por seres humanos a través de barreras geográficas mayores y, aunque no todas son exitosas para los recién llegados, el número actual de especies introducidas establecidas sobrepasa con mucho la tasa natural de invasión. Las invasiones biológicas han ido en aumento con los avances tecnológicos y comerciales de la humanidad, pero fue hasta 1958, con la aparición del libro "Ecología de invasiones por plantas y animales" de Elton, que se empezó a enfocar a un mayor nivel científico el problema de las invasiones biológicas (Richardson y Pysek 2008). Dentro del conjunto de especies exóticas, existe un subgrupo conocido como especies invasoras o exóticas invasoras (EEI), y son aquellas que sobreviven, se establecen y reproducen de manera descontrolada fuera de su ambiente natural, causando daños serios a la biodiversidad, economía, agricultura o salud pública local (CONABIO 2010).

El problema de las especies invasoras ha sido replanteado y tomado con una mayor seriedad en los últimos años, después de la extinción de algunas especies, tanto marinas como terrestres, a causa de las EEI. Ante esta visión de degradación, fragmentación y pérdida de hábitats, a nivel global ya se están llevando a cabo iniciativas

útiles que contribuyan a mejorar las prácticas de gestión y a reducir la incidencia de las invasiones biológicas. Las EEI son actualmente una de las mayores preocupaciones para la conservación a nivel internacional y son el objeto de esfuerzos de cooperación internacional como el Programa Mundial sobre Especies Invasoras (Global Invasive Species Programme GISP), de esta forma se espera que con una mayor sensibilización, las personas y la sociedad en general sean capaces de hacer elecciones conscientes que tendrán efectos a largo plazo sobre sus descendientes (Lowe *et al.* 2001).

A nivel nacional, recientemente en enero del 2010, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) presentó la versión previa de la “Estrategia nacional sobre especies invasoras en México: Prevención, control y erradicación”, en la cual se remarcan los compromisos adquiridos por México ante el Convenio de Diversidad Biológica (CDB) y la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad. Con el objetivo de contribuir a la conservación del capital natural y el bienestar humano a través de acciones orientadas a la prevención y erradicación de especies invasoras en México mediante una participación coordinada, activa y responsable de todos los actores involucrados (CONABIO 2010). La estrategia se plantea con objetivos a largo plazo, donde se cuenta con una visión hasta el año 2020, en el que se espera contar con sistemas de prevención, alerta y respuesta temprana e instrumentos bajo un marco legal congruente y conforme a las necesidades de prevención, control y mitigación de las especies invasoras.

En México, la SEMARNAT (2001) define a una especie invasora como “aquella que alcanza un tamaño poblacional capaz de desplazar o eliminar a otras especies dentro de un hábitat o ecosistema, alterando la estructura, composición y funcionalidad de éste”. Actualmente se reconoce que una de las mejores acciones para enfrentar el gravísimo problema de la introducción de especies es la prevención. Esta acción es más costea-ble, económica y ambientalmente amigable que cualquier medida de remediación aplicada para combatir una introducción (Shine *et al.* 2000).

Entre las EEI de mayor importancia se encuentran los gatos ferales, los cuales desde la domesticación de los gatos silvestres africanos (*Felis silvestris libyca*), hace 4000

años aproximadamente, han viajado tan ampliamente como los humanos y a menudo han establecido poblaciones ferales (Todd 1977).

A los gatos ferales se les define como gatos de vida libre que tuvieron mínima o ninguna dependencia de los humanos y que sobrevivieron, se reprodujeron y autoperpetuaron (Moodie 1995). Los gatos ferales han sido identificados como los depredadores con mayor impacto sobre las poblaciones de aves marinas de islas oceánicas (McChesney y Tershy 1998). En México, algunos ejemplos han sido la severa reducción y prácticamente extinción de las colonias de la pardela mexicana (*Puffinus opisthomelas*), la alcita de Cassin (*Ptychoramphus aleuticus*) y el mérgulo de Xantus (*Endomychura hypoleuca*; McChesney y Tershy 1998) o la extinción del petrel de Guadalupe (*Oceanodroma macrodactyla*), la paloma de Socorro (*Zenaida graysoni*) y un gorrión endémico de la Isla Todos Santos (*Aimophila ruficeps sanctorum*; Mellink 1992a; Howell y Webb 1995; McChesney y Tershy 1998). Asimismo, han sido considerados un factor de riesgo para las poblaciones de numerosas especies de roedores endémicos, como los ratones *Chaetodipus anthonyi* y *Peromyscus interparietalis* y la rata *Neotoma bryanti* y la extinción de las ratas endémicas *N. anthonyi* y *N. martinensis*. Es posible que *Peromyscus guardia* también se haya extinto debido a la introducción de gatos a la Isla Ángel de la Guarda (Mellink 1992a, 1992b y 1993, Mellink y Palacios 1990, Ceballos *et al.* 2004). Esta especie probablemente también esté asociada a la reducción poblacional del conejo de Isla Cedros (*Sylvilagus bachmani cerrosensis*). Velarde y Anderson (1994) han identificado a la especie como uno de los factores de riesgo más importantes para las poblaciones de aves acuáticas de las Islas Ángel de la Guarda, San Marcos, Carmen, Santa Catalina y Cerralvo. Es muy probable que en islas y en los ambientes naturales que rodean los núcleos poblacionales a los que están asociados, también estén teniendo un fuerte impacto sobre poblaciones de otros mamíferos pequeños (ardillas, tlacuaches, etc.), reptiles y anfibios, al ser excelentes depredadores y con un gran potencial reproductivo.

El gato doméstico es también un competidor potencial con otros carnívoros nativos del país. Esta especie además es un portador y eficiente transmisor de numerosas enfermedades y parásitos, algunas de las cuales son transmisibles al mismo ser humano

(Álvarez-Romero *et al.* 2005). Suzán (2005), reportó la seroprevalencia de toxoplasma y parvovirus en fauna nativa y exótica presente en la REPSA, lo cual representa un riesgo para las poblaciones silvestres, debido a las consecuencias a nivel fisiológico que puede tener.

En general, los gatos son solitarios, pero en algunos se presenta en un área determinada cierta organización social y jerarquía. Los machos y las hembras en ocasiones pueden merodear cerca y no existir hostilidad aparente, y de hecho un macho y una hembra pueden llegar a formar una relación que se extienda más allá del proceso de apareamiento. Respecto de la densidad, se estimó para una población feral en una isla australiana una densidad de 2 a 7 individuos/km². En una zona rural de Suecia se encontró una densidad de 2.5 a 3.3 individuos/km², población en la que el 10 % de los gatos eran ferales y el resto, incluyendo a todas las hembras, estaban asociadas a casas. Para esta misma población se determinó un ámbito hogareño de 30 a 40 ha/individuo de cada grupo (de hasta 8 individuos), mismos que se sobrelapaban ampliamente, con los miembros del mismo grupo, pero no con los de otros grupos. Sin embargo, la mayoría de las hembras permanecían cerca (a no más de 600 m) de la zona en donde nacieron y los machos una vez que crecían se separaban de la zona en donde habían nacido y buscaban un nuevo lugar, teniendo ámbitos de 2 a 4 kilómetros de diámetro, incluyendo generalmente varias zonas utilizadas por las hembras. No obstante en gatos urbanos de vida libre, el ámbito hogareño era mucho más pequeño, siendo de 2.6 ha para machos y 1.7 ha para hembras (Álvarez-Romero *et al.* 2005).

De acuerdo con un estudio de gatos de zonas suburbanas y rurales, estos pueden tener diferentes ámbitos hogareños, siendo mayores los de los primeros. En este mismo estudio se menciona que los gatos pueden moverse entre 390 y 900 m dentro de los hábitats adyacentes, aun en gatos alimentados, aunque algunos autores afirman que el tamaño de los ámbitos hogareños está relacionado fundamentalmente con la disponibilidad de alimento (Nowak 1991) y usualmente incrementa con el tamaño del cuerpo o requerimientos metabólicos y decrece cuando la comida es abundante (Kruuk 1986; Molsher 1999). En un recuento realizado en los astilleros navales de Portsmouth,

Inglaterra, se encontraron 200 gatos ferales en una extensión de 81 hectáreas, lo cual podría deberse a que los gatos no necesariamente dependían de la caza porque había suficiente alimento, ya fuera de los contenedores de basura o lo que les proporcionaba la gente (Pollard 2005).

La selección natural ha dado forma a las estrategias de cada especie, enmarcadas en un amplio espectro de limitaciones ecológicas que varían geográficamente, donde la cantidad y calidad de la alimentación influye en forma importante en la adecuación de los depredadores (Sunquist y Sunquist 1989). Entre las familias que constituyen el orden Carnivora, los felinos son los más especializados para la caza y prácticamente todas sus características morfológicas y conductuales se encuentran al servicio de la detección y captura de las presas (Kitchener 1991). Los gatos domésticos, son animales relativamente fáciles de manejar y alimentar en las casas, pero a pesar del proceso de domesticación este ha retenido un comportamiento que lo hace muy exitoso en el estado feral. Los contenidos estomacales de los gatos han mostrado que aunque existen amplias variaciones entre individuos o poblaciones locales, la mayor parte de su dieta son mamíferos pequeños, reptiles, aves e insectos (Bradshaw *et al.* 1996), Dards (1981), reporta que los gatos ferales de una zona urbana, se alimentaban principalmente de ortópteros, los cuales formaban el 25% de la dieta de los gatos.

Los efectos negativos ya mencionados y la amplia distribución de los gatos han dado como resultado que hayan sido incluidos en la lista de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas (Lowe *et al.* 2001). En respuesta al problema de los gatos ferales, se han desarrollado técnicas para eliminar las poblaciones de las islas. Desde hace dos décadas, estas técnicas de conservación han prevenido la extinción de especies insulares y restaurado diversos ecosistemas insulares (Wood *et al.* 2002).

En la actualidad, la biodiversidad atraviesa por una severa crisis y las acciones de conservación son indispensables pero, en muchos casos, insuficientes debido al nivel de deterioro. La restauración ecológica se ha reconocido como un deber en casos en los cuales los ecosistemas se encuentran sumamente alterados. Entre los diversos instrumentos para la restauración ecológica están el control y la erradicación de especies

animales introducidas. El control implica mantener a la población problema con baja abundancia, a través de un esfuerzo constante y sostenido a largo plazo. La erradicación busca la eliminación total de la población y concentra el esfuerzo en un período definido. Sin embargo, después de una erradicación, lo ideal es implementar programas permanentes, enfocados a prevenir reintroducciones. Así, los programas tanto de control como de erradicación deben seguir cuatro fases esenciales: 1) definición del problema, 2) elaboración del programa, 3) implementación del programa, 4) evaluación y monitoreo. Debido a que muchas especies introducidas suelen dispersarse rápidamente, la erradicación sólo es económica y ecológicamente viable en ciertas situaciones, como en el caso de introducciones recientes o en sistemas cerrado en donde se puede mantener control de las introducciones (Aguirre *et al.* 2005).

La REPSA es, en un sentido, una isla dentro de la gran mancha urbana que sirve de refugio a flora y fauna silvestre. Al ser parte de una de las ciudades más pobladas, lleva consigo todos los problemas asociados al aumento poblacional, entre ellos, la proliferación de animales introducidos, como ratas, ratones, perros y gatos. Aunque se sospecha que estas especies pudieran competir con las nativas, e incluso depredarlas, su interacción hasta el momento ha sido poco estudiada. Es por ello que estimar la población de gatos ferales y analizar sus hábitos alimentarios se tendrá una mejor valoración del impacto que pueden representar para la fauna local y sus implicaciones en la conservación de las especies nativas, y con ello proponer algunas medidas de control de los gatos que garanticen la permanencia de la fauna local.

Para este capítulo la hipótesis fue: debido a que los gatos son carnívoros estrictos, se espera que una proporción importante de su alimentación en la REPSA sea de fauna nativa. Por lo tanto, los objetivos fueron: determinar los hábitos de alimentación de los gatos para conocer qué especies pueden estar impactando dentro de la REPSA y diseñar un programa de control y monitoreo de poblaciones de gatos ferales.

IV.2. MATERIALES Y MÉTODOS

IV.2.1. Área de Estudio y Muestreo

El área de estudio fue la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA), localizada al suroeste de la Ciudad de México, dentro de Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicada en las coordenadas 19°17' N, 99°11' O. Se abarcaron dos de las áreas núcleo, Zona Núcleo Poniente (ZNP) y Zona Núcleo Oriente (ZNO), dentro de las cuales se marcaron sitios de muestreo cada 200 metros, conformando una retícula, con 26 puntos en la ZNP y 11 puntos en la ZNO (Fig. 3.1).

Se realizaron 12 muestreos, de los meses de junio de 2008 a mayo de 2009, colocando trampas de caja o tipo Tomahawk, para mamíferos medianos a grandes, y trampas-cámara *Stealth cam* digitales y manuales. Las trampas permanecieron durante tres noches en cada punto de muestreo y en el caso de las trampas de caja, fueron cebadas con alimentos de olor fuerte y/o dulces, como alimento comercial para gato, carne en descomposición de res, pollo, puerco y pescado, sardina en salsa de tomate enlatada, atún enlatado, chorizo, jamón y/o queso en descomposición, pan de caja con mermelada de fresa, zarzamora o durazno, jarabe de vainilla, y frutas como plátano y guayaba.

Para el procesamiento de ejemplares, a los gatos capturados, se les calculó el peso, para posteriormente ser anestesiados con una dosis de Ketamina y Xilacina de 10mg/kg y 1mg/kg, respectivamente. Cuando se encontraban completamente postrados, se procedió a tomarles las medidas somáticas convencionales, longitud total, longitud cola, pata derecha, oreja, cuello y peso. A los gatos capturados, les fueron colocados collares convencionales para mascotas, de diferentes colores, para ser identificados al ser recapturados.



Figura 4.1. Puntos de colecta en el núcleo poniente (izquierda) y oriente (derecha) de la REPSA, Fuente: Image ©2008 Digital Globe.

IV.2.2. Muestreo de excrementos

Se colectaron excrementos de los gatos en el área de estudio por medio de caminatas a lo largo de las veredas y también de los ejemplares capturados en las trampas de junio del 2008 a mayo del 2009. La manera de distinguir las excretas, fue con base en su forma y tamaño (Aranda 2000). A las muestras colectadas se agregaron los datos obtenidos por Granados (2008), quién reporta el contenido de 4 muestras de gatos pertenecientes a dos excretas y dos contenidos estomacales, colectados entre febrero de 2006 y enero de 2007.

Las excretas colectadas fueron colocadas en bolsas de papel estraza y se dejaron secar, posteriormente, de manera individual, se lavaron y tamizaron y se dejaron secar al aire libre. Los componentes fueron separados con la ayuda de pinzas de disección y agujas; posteriormente se separaron los componentes, agrupándolos en diversos ítems alimentarios: restos de materia vegetal (hojas o semillas), mamíferos (pelos, huesos, dientes), reptiles (escamas, mandíbulas), aves (plumas), artrópodos (fragmentos de

exoesqueleto) y otros componentes (basura). Algunos de los componentes de mamíferos fueron identificados comparándolos con ejemplares de museo de la Colección Nacional de Mamíferos, utilizando un microscopio estereoscópico, para observar detalles de los dientes.

La importancia de las especies presa fue calculada mediante el análisis de frecuencia de aparición, el porcentaje de aparición (Aranda 1994) y la frecuencia relativa (Ackerman *et al.* 1984), calculándolo de la siguiente manera:

- a) La frecuencia de aparición (FA) de cada especie es la suma de todos los individuos-presa identificados para cada especie.
- b) El porcentaje de aparición (PA) es la frecuencia de aparición de cada especie expresada como porcentaje de la suma de todas las frecuencias (Maher y Brady 1986).

$$PA = (FA / N) \times 100$$

- c) La frecuencia relativa se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$FR = (FA / \sum FA) \times 100$$

IV.2.3. Propuesta de control

Siguiendo las fases definidas para la realización de un programa de control (Aguirre *et al.* 2005), se definió el problema, en este caso, los gatos ferales dentro de la REPSA. En esta etapa se encuentran los monitoreos realizados a lo largo de un año para conocer el estado poblacional de los gatos en la REPSA, con lo cual también fue posible observar el tipo de distribución que tenían los gatos en el área, lo que a su vez estaría reflejándose en las presas que estarían impactando. A partir de ello se pasó a la siguiente fase que es la elaboración del programa. En este capítulo, se analizó de manera global, a nivel nacional e internacional, las estrategias llevadas a cabo para el control de gatos, y es en el siguiente capítulo es dónde se plantean de manera ejecutiva, los pasos a seguir en el programa de control propuesto.

IV.3. RESULTADOS

En total fueron capturados 10 individuos tanto en el núcleo poniente como oriente (Fig. 3.2). La mayoría de capturas fueron en puntos aledaños a la circulación constante de gente, uno de ellos, se encontraba dentro del área de exhibición del jardín botánico, otros se encontraron cerca de estacionamientos, del Instituto de Investigaciones Antropológicas y del Posgrado de Contaduría y Administración. El punto con la captura más lejana fue el 7 en el núcleo Poniente (Fig. 4.1). Con respecto a la proporción de hembras y machos en las capturas obtenidas no fue equivalente, hubo un fuerte sesgo hacia el número de hembras, logrando sólo la captura de dos machos. Asimismo de todas las capturas no hubo presencia de juveniles, sólo de adultos y se tuvo una recaptura de hembra.

Respecto a las medidas morfométricas, sólo fue posible obtenerlas de 7 individuos (Cuadro 4.1), ya que tuvimos problemas al contener a dos individuos.

Cuadro 4.1. Medidas somáticas obtenidas de los gatos capturados, incluyéndose las hembras y machos.

	LT	LC	Pata	Oreja	Cuello	Peso	Sexo
	78	25.6	12.3	5.2	16.8	4.8	H
	73.3	26	12.5	4.7	14.5	3.8	H
	76.5	24.5	13.2	5.4	20	5.5	M
	74.5	24	11.6	5.6	-	2.4	H
	83.7	27.5	12.7	5	17.9	3	H
	81	30.5	12	5.4	16.5	3.05	H
	69.5	28.5	12.4	4.7	15.6	3	H
Promedio	76.6	26.7	12.4	5.14	16.88	3.65	
D. E.	4.79	2.31	0.51	0.36	1.909	1.12	

Tres de las hembras estaban gestantes cuando fueron capturadas y la última capturada fue esterilizada. Al mes siguiente ésta fue recapturada, por lo que fue posible observar una recuperación total de la misma después de la esterilización.

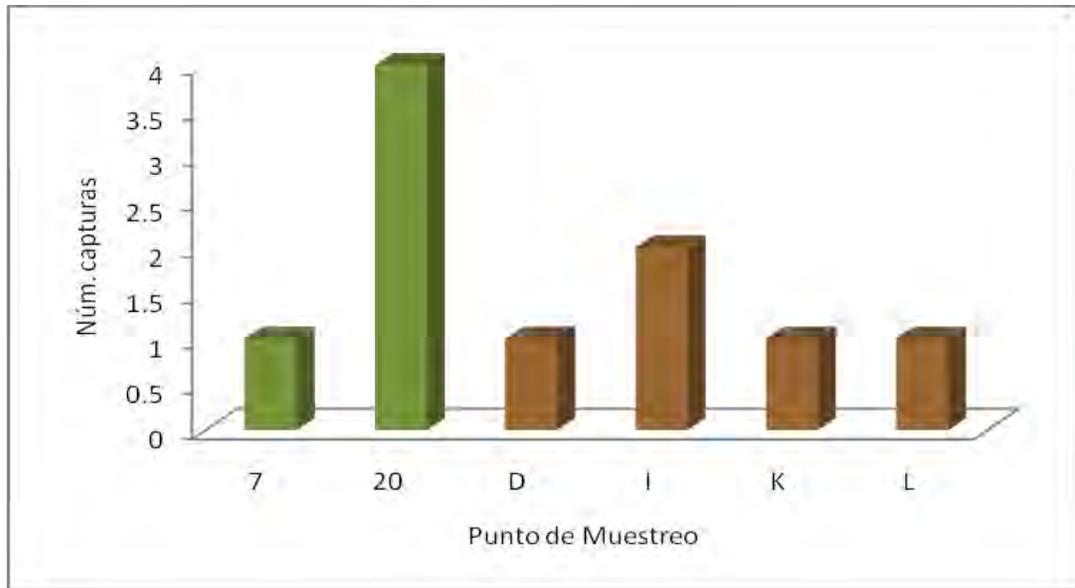


Figura 4.2. Puntos de muestreo vs número de capturas de *F. catus* en la REPSA, en verde se muestran los puntos de la ZNP y en café los de la ZNO.

En total se analizaron 11 excretas colectadas (Fig. 4.3) entre junio de 2008 y mayo de 2009, a las cuales se les agregó los resultados de Granados (2008), dando un total de 13 excretas y dos contenidos estomacales. Los ítems encontrados fueron divididos en seis grupos: mamíferos, reptiles, aves, insectos, materia vegetal y basura.

Dentro del grupo de mamíferos, se encontraron pelos, huesos postcraneales y piezas dentarias, de los cuales algunos se lograron identificar hasta especie, y en otros sólo se pudo llegar a género o familia (Cuadro 4.3). En el caso de reptiles, se encontraron escamas y dentarios de lagartijas, lográndose identificar hasta género; mientras que para las aves sólo se reporta la presencia porque no se llevó a cabo identificación de las plumas encontradas. Los exoesqueletos de insectos que fueron encontrados poseían élitros, patas, y otros restos, lográndose la identificación hasta nivel de orden. La materia vegetal presente consistió en restos de hojas y semillas, las cuales sólo se reportan de manera general, tomando en cuenta que éstas no son parte de la dieta básica de los gatos y sólo son ingeridas incidentalmente al mismo tiempo que consumen su alimento o en ocasiones muy esporádicas.

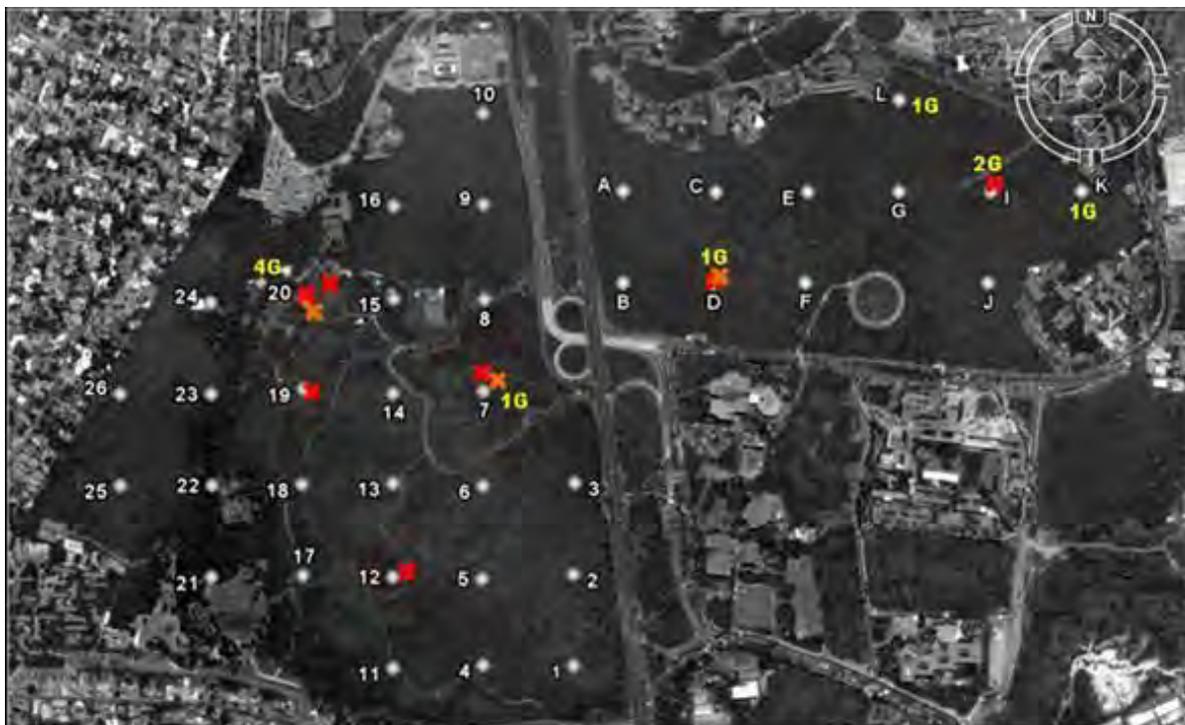


Figura 4.3. Se muestran los puntos de muestreo y el lugar dónde fueron capturados gatos marcándolos con el número de capturas que se tuvieron en ese lugar. Con una “x” se marcan los lugares donde fueron colectadas las excretas.

Dentro de los cuatro grupos alimentarios, el que observó un mayor consumo fue el de los mamíferos (93.33%), seguido por insectos (53.33%) y reptiles (46.67%; Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2. Frecuencia absoluta (FA), Porcentaje de Ocurrencia (PO) y Frecuencia Relativa (FR) de los ítems alimentarios registrados en las excretas analizadas.

	Mamíferos	Reptiles	Insectos	Aves	Materia Vegetal	Mat. No alimentario
FA	14	7	8	1	10	3
PO	93.33	46.67	53.33	6.67	66.67	20.00
FR	32.56	16.28	18.60	2.33	23.26	6.98

De acuerdo a las frecuencias relativas, y como ya fue observado en el porcentaje de ocurrencia, el grupo predominante fue el de los mamíferos (Fig. 4.4), y dentro de éste, se encontraron dos órdenes, Lagomorpha y Rodentia. En el caso de reptiles, las especies

consumidas pertenecen al orden Squamata, y los insectos, a los órdenes Coleoptera y Orthoptera.

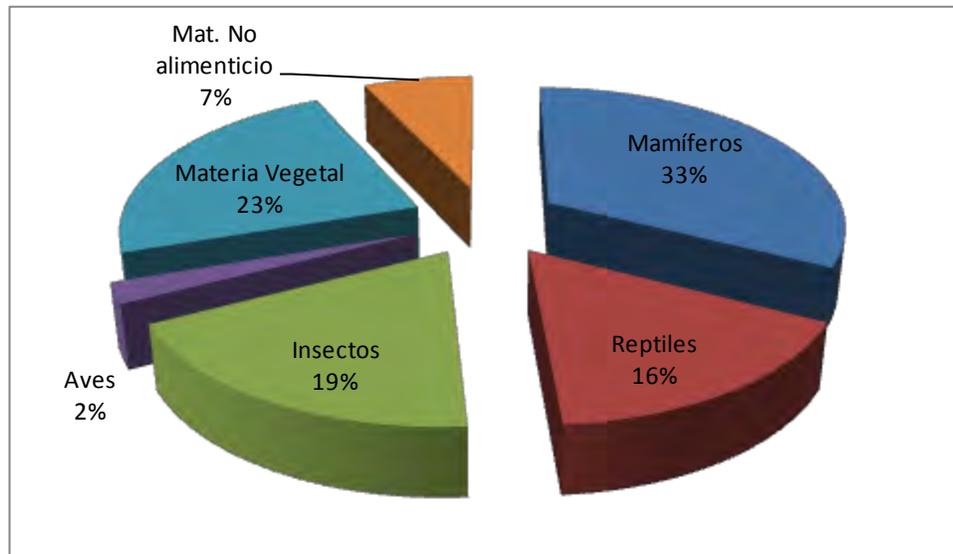


Figura 4.4. Frecuencia relativa de los grupos alimentarios encontrados en las excretas colectadas.

En el grupo de reptiles y mamíferos, en algunos casos se llegó a la identificación de la especie (Cuadro 4.3). Dentro de las especies reportadas ninguna se encuentra en alguna categoría especial de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2001 (SEMARNAT, 2002), además de que la distribución de las mismas tiene un amplio espectro. Pero a pesar de eso, la abundancia de estas especies reportado para la REPSA no es abundante (cuadro 3.3), aunado a la fragmentación y formación de parches que van limitando el movimiento de estas especies.

Cuadro 4. 3. Mamíferos, reptiles e insectos encontrados en las excretas analizadas. Los datos de las especies reportadas por Granados (2008) se marcan con *, por Garmendia (2009) con #, así como la abundancia reportada por la misma para algunas especies. Con dos ** se marca la distribución de las especies de acuerdo a Villa *et al.* 2003, los datos marcados con +, se toman en cuenta hasta subespecie de acuerdo a Hortelano *et al.* (2009), de *Sceloporus torquatus*, el dato fue tomado de Jiménez (2008).

	Abundancia reportada en la REPSA	Distribución
Clase Mammalia		
Orden Lagomorpha		
Familia Leporidae		
<i>Silvilagus floridanus orizabae</i> ^{#+}	Escasa*	Coahuila, San Luis Potosí, Jalisco, Nayarit, Michoacán, Guerrero, Estado de México, Morelos, Veracruz y Puebla.
Orden Rodentia		
Familia Sciuridae		
Subfamilia Sciurinae		
<i>Spermophilus variegatus</i> ⁺	Escasa*	San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla, Morelos, Michoacán, Colima, Jalisco, Nayarit, Zacatecas y Guerrero**
Familia Muridae		
Subfamilia Sigmodontinae		
<i>Neotoma mexicana torquata</i> ⁺	Común*	Hidalgo, Puebla, Morelos, Distrito Federal.
<i>Peromyscus gratus</i> ^{#+}	Abundante ^{#+}	Distrito Federal, Hidalgo, Jalisco, Michoacán y Querétaro**
<i>Reithrodontomys fulvescens toltecus</i> ^{#+}	Escasa*	Distrito Federal, Hidalgo, Michoacán, Guanajuato y Querétaro**
Clase Sauropsida		
Orden Squamata		
Familia: Phrynosomatidae		
<i>Sceloporus sp.</i>		
<i>Sceloporus torquatus</i> [*]	Ampliamente distribuida en la REPSA	Tamaulipas, Veracruz, Aguascalientes, Puebla, Hidalgo, Edo. de México y Distrito Federal
Clase Insecta		
Orden Coleoptera	-	-
Orden Orthoptera	-	-

IV.4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

IV.4.1. Dieta de gatos

Diversos estudios han reportado la depredación de gatos en especies nativas (Denny y Dickman 2010). En el caso de islas oceánicas se ha reportado un mayor impacto en poblaciones de aves (Mellink 1992a, Howell y Webb 1995, McChesney y Tershy 1998, Álvarez-Romero *et al.* 2005), lo cual se debe principalmente a que en algunas islas la fauna nativa se compone sólo de aves, pero en algunas otras islas han afectado también a poblaciones de roedores nativos, conejos o reptiles (Mellink 1992a, Mellink 1992b, Mellink y Palacios 1990, Velarde y Anderson 1994).

En la REPSA, los mamíferos que consumieron principalmente fueron roedores, identificándose especies nativas, como *Neotoma mexicana*, *Peromyscus gratus* y *Reithrodontomys fulvescens*, siendo esta última especie una de las especies más vulnerable dentro de la Reserva por sus bajos números poblacionales de acuerdo a Granados (2008). En el caso de *N. mexicana*, ha sido identificada como una especie común (Chávez y Ceballos 1994, Granados 2008), por lo que aún no se observan cambios drásticos en su abundancia aún teniendo presencia y depredación de gatos. Respecto a mamíferos de mayor tamaño, hubo consumo de *Sylvilagus floridanus* y *Spermophilus variegatus*, estando presente la primera en sólo una excreta, y la segunda en tres. La primera especie se ha reportado como escasa (Cuadro 3.3), pero es importante destacar que los estudios que se han hecho sobre la misma son exigüos, con lo cual no se tiene un buen parámetro de disminución o aumento de la población, y la segunda especie, también se considera escasa, por las capturas incidentales que se han tenido en trampas (Granados 2008), pero ello no refleja el número poblacional real, debido a que no ha sido una especie objetivo en dichas capturas y es de las más visibles dentro del campus universitario. Es por ello que sería importante un estudio a largo plazo de estas especies, para observar el cambio poblacional a través del tiempo.

En este estudio, a diferencia de las islas, las aves ocuparon un porcentaje mínimo en la composición de la dieta (2 %), encontrándose sólo en una excreta presencia de

plumas, lo cual indica que no están teniendo tanto impacto los gatos sobre las aves. Pero aún así es necesario un mayor número de muestras para poder aseverar esto. En el caso de reptiles presentes, se tuvo la presencia de *Sceloporus torquatus*, una especie que está ampliamente distribuida en la REPSA (Jiménez 2008) y respecto a los insectos, al igual que Dards (1981), se observó que ocupan un porcentaje importante de la dieta, lo cual indicó que este era un suministro de comida abundante y por ello es de fácil acceso para los gatos.

Por último, el material no alimentario, que sería basura se presentó en tres excretas, encontrándose hasta plástico y papel aluminio, lo que demuestra también un consumo de comida en basureros o proporcionada de manera directa por humanos. Con los resultados obtenidos, no se puede corroborar ni afirmar si los gatos son eficientes competidores y depredadores de la fauna local, así cómo aseverar que provocan la disminución de estas poblaciones, pero, si es posible confirmar que son carnívoros en el mayor porcentaje de su dieta, componiéndose principalmente de mamíferos, seguido de materia vegetal, insectos, reptiles y aves, corroborándose lo ya encontrado en estudios precedentes (Dards 1981, Bradshaw *et al.*1981, Sunquist y Sunquist 1989, Kitchener 1991, Granados 2008).

IV.4.2. Plan de control.

La restauración ecológica se plantea como el proceso de la asistencia para la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (SER 2002). La cual puede tener diferentes perspectivas, como lo es la ecológica, socioeconómica, valores personales y culturales. Para ellos un ecosistema restaurado representa un compromiso a largo plazo con la Tierra y sus recursos, con beneficios potenciales para todos los actores involucrados en un sitio determinado. Entre los diversos elementos para la restauración ecológica, se encuentran los programas de control y erradicación.

El control implica mantener a la población problema con baja abundancia, a través de un esfuerzo constante y sostenido a largo plazo. Y la erradicación sólo resulta efectiva, cuando es económicamente viable y se tienen los recursos necesarios para dar un

seguimiento y evitar posibles reintroducciones (Aguirre *et al.* 2005). En el caso de los gatos de la REPSA, es importante considerar que se trata de un sistema natural inmerso en un sistema urbano, lo cual provoca que la Reserva funcione como una isla para varias especies de fauna silvestre, aunque es un sistema abierto para los gatos, provocado por el libre flujo de ellos hacia dentro o fuera de la misma.

Van't Woudt (1990) propuso tres categorías para los perros y gatos domésticos dependiendo de su potencial depredador. La primera es “vagabundos”, que se refiere a los individuos que no se alejan mucho de su hogar y propietario; la segunda es “callejeros”, que son los individuos que no tienen un hogar ni propietario, pero se siguen alimentando y viviendo en un ambiente humano; y la última son los “ferales”, que son individuos que sobreviven y se alimentan de manera silvestre sin ningún soporte humano.

De acuerdo a las definiciones anteriores, podríamos considerar que los gatos de la REPSA se encuentran en la etapa intermedia entre callejeros y ferales. En este estudio se capturaron 9 gatos, de los cuales sólo dos eran machos; si extrapolamos la información a la tasa de natalidad de Warner (1985), donde las hembras tienen 1.4 camadas al año, y 4.4 crías por camada, entonces de las 7 hembras capturadas más una observada, tendríamos potencialmente en un año 49 crías. Tomando en cuenta que aunque no todas sobreviven, existen amplias posibilidades de aumentar la población en un año. Una de las pocas ventajas que se ha visto en las poblaciones de gatos ferales, y que se comprobó en el 2o. capítulo, es que no se encuentran en los sitios más conservados de la reserva.

La densidad de los gatos está fuertemente determinada con la disponibilidad de recursos. Si ellos encuentran en un sitio suficiente alimento y recursos pueden tener densidades grandes con un rango pequeño de ámbito hogareño y territorio. Los machos, siempre tenderán a ser más territoriales y ampliar su ámbito hogareño; en el caso de las hembras, ellas son más renuentes a dejar los lugares donde ya se han establecido, y la mayoría vive en grupos de una o más hembras adultas (Dards 1978). Puede ser que esta sea una de las razones, por la que la mayoría de capturas que tuvimos fueron de hembras en el mismo sitio o muy cercanos.

En Italia, se ha aplicado una política de “no matar”, por lo que ellos crearon un programa de “atrapar-esterilizar-liberar (trap-neuter-release,TNR)”, el cual durante una temporada llevó a una disminución del número de gatos, pero aún así el porcentaje de inmigración era de aproximadamente el 21%. Aquí definen a los gatos como ferales cuando tienen un rango libre y no están ligados a hogares particulares y/o evitan al contacto humano, por lo que los gatos que ellos trataron que habitan en las calles urbanas, los llamaron “gatos callejeros” (Natoli *et al.* 2006).

De 1991 a 2000, la esterilización logró una disminución de 1655 a 1293 gatos, en 55 colonias el número de gatos disminuyó, en 20 colonias permaneció igual, y en 28 aumentó, después de la esterilización los gatos por colonia pasaron de 4-50 a 2-40. De acuerdo a Frank (2004) y Gunther y Terkel (2002) los programas TNR tienen un efecto observable después de dos años, pero en el estudio de Natoli *et al.* (2006), en dos años hubo un aumento del 13% en el número de gatos, y fue hasta los 3, 4, 5 o 6 años se mostró un decremento de 16, 29, 28 y 32%. A quince años de experiencia, la gente involucrada en el manejo de gatos ferales urbanos, afirma que es evidente la necesidad de un plan de esterilización más cuidadoso, y también hay que tener en cuenta que el concepto de bienestar, no es sólo esterilización.

En la REPSA, como ya se ha venido recalcando a lo largo del escrito, se tiene la influencia la mancha urbana de la Ciudad de México sobre las 237 hectáreas que es el área conservada de pedregal. Lo cual nos lleva a pensar en una estrategia en la que no sólo se tiene el problema de depredación de las especies exóticas introducidas, sino también de la influencia humana sobre los espacios aún conservados, la primera en algunos casos puede ser controlable, la segunda muchas veces no lo es.

Pero, como Natoli *et al.* (2006) afirma, “todos los esfuerzos sin un programa de educación efectiva a la población acerca del control y reproducción de los gatos domésticos (como prevención del abandono) es un gasto de dinero y energía”. Entonces sin la implementación de un buen programa de educación ambiental dentro de ciudad universitaria y las zonas aledañas a la misma, el programa de control y esterilización, no

serviría de mucho, porque seguiría presentándose el ingreso de gatos hacia el área, ya sea por abandono o por “error”.

La REPSA no es un ecosistema cerrado, y por lo tanto no resulta factible evitar la introducción de los animales que lleguen, pero si se mantiene un monitoreo y control constante, se podría disminuir la población de gatos dentro de la reserva, evitando con ello el impacto hacia los animales silvestres.

En este momento, la mayoría de capturas reportadas, fueron en las áreas más cercanas a sitios con influencia humana, asimismo en otros trabajos reportados con capturas de *F. catus* (Castellanos 2006 y García 2007), la presencia de esto es a lo largo de los camellones o sitios dónde el flujo humano es mayor. Al observar la ubicación de la mayoría, sólo se pudieron detectar dos individuos en áreas más alejadas de sitios urbanos, a pesar de haber hecho un barrido de las dos áreas núcleo mediante el muestreo empleado. En este momento, debido a la fácil accesibilidad a comida dentro del área periférica los gatos pudieran estarse manteniendo en esta zona, pero ello no implica que no estén afectando a especies nativas y con ello mermar el número de las mismas.

En el capítulo IV, se plantea el plan ejecutivo a seguir para el control de los gatos, lo que continuaría a esta fase, es la implementación del programa propuesto y la evaluación y monitoreo del mismo. La REPSA es un laboratorio viviente en CU, dónde muchos estudiantes de licenciatura o de posgrado pueden llevar a cabo sus prácticas profesionales o tesis, proveyendo mano de obra económica y calificada para continuar con el manejo y conservación de este lugar con características únicas y con gran potencial de restauración, lo cual a largo plazo puede ser un buen ejemplo de coordinación hacia una tarea que nos beneficia a todos.

*...Nowadays we live in a very explosive world,
and while we may not know where or when the next outburst will be,
we might hope to find ways of stopping
it or at any rate damping down its force...*

(Elton, 1958)

CAPÍTULO V

PROGRAMA DE CONTROL DE GATOS FERALES EN LA RESERVA ECOLÓGICA DEL PEDREGAL DE SAN ÁNGEL

©2008

V.1. ANTECEDENTES

En 1943, el rector de la Universidad Nacional Autónoma de México, Rodolfo Brito Boucher, logra la publicación de la ley de fundación de la Ciudad Universitaria (CU), para lo cual eligió unos terrenos ejidales en el Pedregal de San Ángel situado muy al sur de la Ciudad de México; los cuales, contaban con un área plana en medio de un fragoso terreno, cuya flora y orografía, producto de una erupción volcánica, revestía de manera especial la zona (Guerrero 2007). El 5 de junio de 1950, empieza a edificarse la primera escuela de CU, Ciencias, en un terreno que inicialmente abarcó 2 millones de m², de los 7 millones expropiados, y el 24 de marzo de 1954 comienzan las actividades docentes en la nueva sede universitaria, con una población inicial de 5 mil alumnos (Guerrero 2007).

Con el paso de los años y el aumento de las instalaciones en el campus universitario, comienza la preocupación de un grupo de investigadores, por la conservación de este fragmento de matorral xerófilo, que resultó de gran interés. Por ello para el año de 1983 se crea la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, con una extensión de 124.5 hectáreas, aumentando de extensión con el paso de los años, llegando a abarcar 273.3 ha, en la última reforma territorial publicada en la Gaceta UNAM del 2 de junio del 2005. En este año también se establece el Comité Técnico de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.

En el 2006 se publica el Reglamento Interno de la reserva, el cual posee los “Lineamientos para el desarrollo de actividades dentro de la Reserva Ecológica”, donde se establecen los elementos normativos que son de observancia general para los universitarios y personas que visiten la REPSA (Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel 2006).

En el 2008, se publica el Manual de procedimientos del Programa de Adopción de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (PROREPSA), el cual busca promover que las dependencias y entidades aledañas a la reserva adopten el área con la que colindan (SEREPSA 2008).

Tanto el Reglamento Interno, como el Manual de Procedimientos, resultan muy importantes para un buen manejo y conservación de las áreas núcleo y de amortiguamiento de la Reserva, pero en ninguno de los dos documentos se define de manera clara qué hacer si se encuentra un gato dentro de la Reserva, ni tampoco un programa de control, y es entonces cuando se plantea como necesario el siguiente programa.

Los gatos ferales son de las especies invasoras que representan uno de los mayores peligros para la fauna local, debido a su eficiencia al cazar y a la ausencia de depredadores en muchos casos, es por ello que en la REPSA, en las áreas aún conservadas, representan un peligro potencial para mamíferos, aves y reptiles nativos del lugar.

V.2. PROGRAMA DE CONTROL

Objetivos:

- I. Prevenir la introducción de especies no nativas, en especial de gatos ferales, hacia la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA).
- II. Elaborar un programa de educación ambiental dirigido a personal docente, administrativo, estudiantil y sectores externos que visitan, viven o desarrollan cualquier actividad dentro o en la periferia del campus universitario.
- III. Controlar y en lo posible, erradicar los gatos vagabundos, callejeros o ferales, dentro del campus de Ciudad Universitaria y por ende de la REPSA.
- IV. Tener un monitoreo a largo plazo de las poblaciones de mamíferos nativos e introducidos, para conocer si el programa de control está funcionando.

Actividades a desarrollar:

1. Sobre el ingreso de especies exóticas invasoras al campus.

- I. Son consideradas potencialmente peligrosas para la fauna nativa, todas las especies exóticas de mamíferos, por ejemplo, ratas, ratones, perros, gatos domésticos, entre otros.
- II. El Siguiete programa se aplicará en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- III. Se prohíbe la entrada de personas con mascotas o cualquier otro animal a cualquiera de las tres áreas núcleo de la REPSA (con excepción de animales sacados de la REPSA como parte de trabajos de investigación), y sólo se permitirá pasear a sus mascotas dentro de Ciudad Universitaria siempre y cuando tengan correa.

2. Sobre el programa de Educación Ambiental.

El programa de educación ambiental va dirigido a trabajadores, académicos, estudiantes y visitantes de todas las edades, el cual se enfoca principalmente a la prevención de introducciones de fauna exótica en el campus.

Actividades a desarrollar:

- I. Dentro del campus universitario.
 - 1) Promover la participación de todos los sectores presentes en el campus.
 - 2) Elaboración de trípticos y carteles informativos de la situación de las especies nativas y no nativas.
 - 3) Elaboración de talleres informativos sobre la situación, los cuales podrían implementarse en lugares donde se reciben visitantes de diferentes lugares de la ciudad como del país, ellos son el Jardín Botánico, durante las visitas guiadas y el museo de ciencias UNIVERSUM, el cual recibe un importante flujo de gente de todas las edades, a los que se les informaría y formarían parte de una cadena de concientización de ellos hacia las personas que los rodean.

- 4) Implementación de mesas de información y conferencias en las facultades e institutos, dando ejemplos de lo que puede conllevar la introducción de especies exóticas invasoras, no sólo de gatos, sino también de perros, los cuales ya forman jaurías y han demostrado también tener un impacto dentro de la REPSA.
- 5) Destacar la importancia de esterilizar a los gatos que poseen en sus casas o en el mismo campus universitario.
- 6) Tener campañas de esterilización gratuitas en coordinación con dependencias universitarias y gubernamentales.
- 7) Incluir una sección sobre el tema de las especies exóticas en el portal web de la REPSA.

II. Fuera del campus universitario.

- 1) Elaboración de trípticos y carteles informativos de la situación de las especies nativas y no nativas, destacando la importancia de la conservación de la REPSA y de las especies nativas que aún pueden encontrar.
- 8) En las unidades habitacionales o parques aledaños al campus. Elaboración de talleres informativos sobre la situación de las especies nativas y no nativas, informando sobre las repercusiones potenciales del abandono de gatos.
- 9) Incrementar las campañas de vacunación de perros y gatos en las zonas aledañas a la REPSA, con la participación de la dirección de salud pública de la delegación correspondiente y de la UNAM. Específicamente, se propone la vacunación contra parvovirus y rabia.
- 2) Elaborar campañas de concientización sugiriendo a los dueños de gatos hacerse responsables de los mismos, destacando la esterilización de sus gatos entre las primeras 8 semanas y 4 meses de vida, colocación de un collar con campana en cada gato que tengan.
- 3) Tener campañas de esterilización gratuitas en coordinación con dependencias universitarias y gubernamentales.

3. Sobre el control de gatos dentro de las instalaciones universitarias.

- I. Los gatos o perros que sean capturados dentro de las áreas núcleo de la REPSA deberán ser extraídos del lugar. La forma de extracción puede ser de dos maneras:
 1. En el caso de ser juveniles o adultos se recurrirá a la aplicación de métodos de control letal, evitando causar sufrimiento innecesario (SEMARNAT y CONANP 2010). Se recomienda que primero se contengan químicamente, aplicando primero una dosis de Ketamina-Xilacina de 10mg/kg - 1mg/kg a nivel intramuscular, cuando el animal ya se encuentre postrado, aplicar Pentobarbital intracardiaco con una dosis de 10-30 mg/kg. Los cuerpos serán llevados a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia para ser procesados.
 2. Habrá excepciones, sólo en el caso de cachorros, si existe una persona que quiera adoptarlos, se esterilizara y reubicará.

Nota. De contarse con el material necesario, y personal adecuado, tomar muestras sangre, excretas o contenido estomacal, y canalizarlo a las personas que se mencionan en el directorio al final.

- II. De los gatos o perros que existen dentro del campus como mascotas de trabajadores en institutos, facultades o dependencias.
 1. Realizar un censo periódico anual, del número de gatos y perros que tienen como mascotas.
 2. Realizar una campaña de esterilización para todos estos individuos que son mascotas.
 3. Incrementar las campañas de vacunación de perros y gatos en las zonas aledañas a la REPSA, con la participación de la dirección de salud pública de la delegación correspondiente y de la UNAM. Específicamente, se propone la vacunación contra parvovirus y rabia.

4. Sobre el monitoreo a largo plazo.

- I. Organizar un grupo de investigación fijo, que obtenga apoyo y financiamiento para monitoreo a largo plazo.
- II. Se requiere contar con un grupo de investigación multidisciplinario, en el que se incluyan biólogos, veterinarios y personas interesadas en la conservación de especies nativas y control de especies invasoras.
- III. Realizar muestreos en cuatro temporadas a lo largo del año, abarcando las tres áreas núcleos existentes.
- IV. Se sugiere utilizar los puntos de muestreo marcados en este trabajo, ubicados cada 200 metros en la Zona Núcleo Poniente (ZNP) y Zona Núcleo Oriente (ZNO), los cuales conforman una retícula, con 26 puntos en la ZNP y 11 puntos en la ZNO. En la Zona Núcleo Sur-Oriente, se deben marcar los puntos de muestreo a utilizar, siguiendo el mismo patrón que en las dos anteriores.
- V. Utilizar trampas de caja o tipo Tomahawk, colocándolas durante tres noches por cada punto en cada muestreo. El tipo de cebo variará de cosas dulces a con olor fuerte y en descomposición, para poder capturar a las diferentes especies de mamíferos medianos existentes en la REPSA.
- VI. Marcar a todos los mamíferos nativos, con aretes numerados, para llevar un control de capturas-recapturas de los mismos.
- VII. Elaborar un informe anual con los datos obtenidos, del censo de gatos existentes en el campus, gatos extraídos de la REPSA, y estado poblacional de los mamíferos medianos nativos.

V.3. DIRECTORIO

El siguiente directorio es de investigadores involucrados en proyectos de mamíferos en la REPSA, con los cuales se puede acudir para pedir informes sobre las investigaciones que se están llevando a cabo en beneficio de la fauna local.

Dr. Antonio Lot Helgueras

Secretarío Ejecutivo de la REPSA

e-mail: loth@ibiologia.unam.mx, tel. 5622 5204, 5622 5218

Dr. Enrique Martínez Meyer

Laboratorio de Análisis Espaciales, Instituto de Biología, UNAM

e-mail: emm@ibiologia.unam.mx, tel. Laboratorio, 56229169

M. en M. V. Fernando Gual Sill

Departamento de Etología, Fauna Silvestre y Animales de Laboratorio

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM

e-mail: gual@servidor.unam.mx, tel. 54837212

Dr. Gerardo Suzán Azpiri

Departamento de Etología, Fauna Silvestre y Animales de Laboratorio

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM

e-mail: gerardosuz@gmail.com, tel. Laboratorio, 56225941

Dr. Rurik List Sánchez

Laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre, Instituto de Ecología UNAM

e-mail: rlist@ecologia.unam.mx, tel. Laboratorio, 56229004

DISCUSIÓN GENERAL

El impacto de la urbanización es una de las principales causas del rápido crecimiento de muchos problemas ambientales (Benfield *et al.* 1999). La REPSA, al ser una reserva urbana enfrenta día a día este impacto, que la mega ciudad en la que está inmersa ejerce sobre ella. Diversos estudios sobre esta perturbación indican que para muchos taxa el número de especies no nativas incrementa hacia los centros de urbanización mientras que el de nativas decrece (McKinney 2002).

En la REPSA conviven especies de mamíferos nativos (tlacuaches, cacomixtles, ardillas, zorrillos y conejos) con EEI, como perros, gatos, ratas y ratones de casa. Pero las repercusiones de la urbanización en las especies nativas aún han sido pobremente estudiadas (McKinney 2002). Además, si tomamos en cuenta que los mamíferos medianos, son de las especies que presentan un mayor grado de dificultad para ser muestreados y por ende de ser estudiados (Sargeant *et al.* 1998), nos enfrentamos a un problema de ausencia de estudios base para una buena comparación de disminución o aumento de las poblaciones.

Pocos estudios han sido enfocados en la parte de mamíferos (Negrete 1991; Negrete y Soberón 1994; Chávez y Ceballos 1994; Castellanos 2006; García 2007; Granados 2008; Castellanos-Morales *et al.* 2009; Hortelano-Moncada *et al.* 2009). Representando este estudio el primero que enfoca sólo a las especies de mamíferos medianos, en las dos áreas núcleo con mayor extensión, abarcando aproximadamente un 70% del área total de la REPSA. Los estudios precedentes fueron dirigidos en su mayoría a especies pequeñas, o bien sólo a una especie en particular. A excepción del trabajo de Negrete (1991), que fue un muestreo general de todas las especies de mamíferos tanto voladores, como terrestres. Para ese momento el reportó especies como *Didelphis virginiana* (tlacuache), *Sylvilagus floridanus* (conejo), *Mephitis macroura* (zorrillo listado), *Spilogale gracilis* (zorrillo manchado), *Urocyon cinereoargenteus* (zorrra gris) y *Bassariscus astutus* (cacomixtle). La zorrra vuelve a ser reportada en 2003, mediante capturas directas (García 2007) y en el 2008 se reporta sólo mediante registros indirectos de excretas

(Granados 2008). Durante el presente estudio no fue posible capturar, fotografiar, ni tener registros indirectos de zorras grises.

En un estudio anterior (Granados 2008) se observó la vulnerabilidad que presentan los roedores ante la presencia de fauna exótica, siendo uno de los principales componentes de su dieta. Aquí también se corrobora este resultado, observándose también varios ataques de perros a tlacuaches. En algunos puntos se observó, que la presencia de ciertas especies no era excluyente para la presencia de otras, teniendo capturas de tlacuaches, cacomixtles, zorrillos o gatos en un mismo puntos en diferentes ocasiones. Las únicas especies que no se presentaron en el mismo punto fueron perros y gatos.

Con las cámaras-trampas, se observó un mayor porcentaje de presencia de cacomixtles, siendo lo contrario a las trampas Tomahawk, asimismo fue más fácil detectar a los perros presentes en la reserva, debido a que estos por el tamaño implicaron una mayor dificultad de ser capturados en las otras trampas, siendo sólo un cachorro el que se pudo capturar.

Varios pueden ser los factores que estén influyendo en la disminución de las especies nativas, entre ellos están la presencia humana, aumento de construcciones, aislamiento cada vez mayor de sus poblaciones y finalmente al aumento de especies introducidas. Es importante destacar que la población de tlacuaches ha disminuido aproximadamente a un 30% de su densidad reportada en 1994 (Negrete y Soberón 1994). En el caso de los cacomixtles, también se observó una reducción, disminuyendo un 19% para el 2003 (Castellanos 2006), y para el 2008 un 46% (capítulo 2), aunque debido a las diferencias en los métodos de captura y estimación poblacional de los diferentes estudios, estos datos deben de ser interpretados con precaución.

Sin embargo, si la tendencia de reducción es cierta, resulta evidente que es necesario un manejo y control urgente de las variables que podrían estar causando esta disminución, siendo que en 15 años, han disminuido las poblaciones de dos de las especies que aparentemente eran las más abundantes de los mamíferos medianos de la REPSA. Con respecto a los zorrillos y conejos, son especies que por el bajo número de

observaciones y ausencia de antecedentes poblaciones no podemos saber si han disminuido. Aunque en islas, los gatos ferales han sido identificados como los depredadores con mayor impacto sobre las poblaciones de aves marinas (McChesney y Tershy 1998) y también se les asocia con la reducción poblacional del conejo de Isla Cedros (*Sylvilagus bachmani cerrosensis*; Álvarez-Romero *et al.* 2005).

Es por ello, que la implementación de un programa de control de las especies exóticas, tales como perros, y gatos (capítulo 4), resulta una herramienta necesaria en el manejo y conservación de la reserva. Dado que la pérdida de especies de mamíferos medianos (cacomixtles, tlacuaches, conejos y zorrillos), desencadenarían problemas a nivel trófico, sin olvidar también que esta reserva es uno de los últimos reductos de material genético cuya localidad tipo se encuentra en la Cuenca de México, lo que da a la REPSA un alto valor natural además de sus características ecológicas particulares (Hortelano-Moncada *et al.* 2009a).

CONCLUSIONES GENERALES

De las ocho especies de mamíferos medianos reportados históricamente para la REPSA (*Didelphis virginiana*, *Sylvilagus floridanus*, *Pappogeomys merreami*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Bassariscus astutus*, *Spilogale gracilis*, *Mephitis macroura* y *Mustela frenata*; Hortelano *et al.* 2009), en este estudio se pudieron registrar sólo cuatro, es decir, sólo 50% de las especies originales. Teniendo que la mayor merma se dio en las especies del orden carnívora, no reportándose presencia de zorras, zorrillos listados, ni comadreas.

Con la presencia de sólo cuatro especies aún, es posible que exista una tendencia a la disminución de la densidad poblacional de tlacuaches y cacomixtles desde hace 15 años, para las otras dos especies son necesarios más estudios para confirmar si sus poblaciones están disminuyendo. La presencia de gatos y perros, reflejaron un impacto sobre las poblaciones de mamíferos pequeños como medianos, lo que podría estar orillando a la disminución de las poblaciones existentes. Por lo que el pasar de la planeación de un

programa de control a la implementación del mismo resulta un elemento necesario en el programa de manejo de la Reserva.

A pesar de esta merma poblacional, los tlacuaches siguen siendo la especie más abundante en las capturas en trampas Tomahawk, seguido de los cacomixtles y gatos. Asimismo, se observa que la temporada de crianza de las hembras tlacuache empieza en febrero y marzo, presentando un pico mayor de abril-agosto, disminuyendo en septiembre y octubre, y siendo casi nula de noviembre a enero. Además, la variable sexo, resultó ser la que influyó en mayor medida en la probabilidad de sobrevivencia y la temporada en la probabilidad de recaptura.

Con relación a la influencia de los elementos de origen antrópico (edificios, veredas, calles, etc.), no se observó relación entre la distancia a éstos y captura de especies silvestres o exóticas. Pero a nivel de especie, en la ZNP, se observa una mayor tendencia de los gatos a estar en áreas aledañas a actividades humanas. El tipo de distribución que siguieron las especies en su mayoría fue de tipo agregada, pero se requiere de un mayor número de muestra para confirmar y reafirmar dicho supuesto.

De acuerdo a lo observado, la dieta de los gatos en la REPSA se basa en su mayor parte en mamíferos pequeños, dentro de los cuales se encuentra *P. gratus*, una de las especies de roedores con menor número poblacional en la REPSA. Las demás especies consumidas, no son reportadas como amenazadas, pero para confirmar si ha habido una merma en las mismas es necesario un estudio a largo plazo.

Para estudios posteriores, se recomienda un monitoreo constante que permita determinar el estado poblacional de los mamíferos medianos, tanto nativos como introducidos. Además resulta ineludible elaborar un programa de control de fauna feral, debido a que representan un problema ambiental y de salud pública para los asentamientos aledaños y las personas que circulan en el campus.

LITERATURA CITADA

- ACKERMAN, B. B., F. LINDZEY Y T. HEMKER. 1984. Cougar food habits in Southern Utah. *Journal of Wildlife Management* 48:147–155.
- AGUIRRE MUÑOZ, A., A. SAMANIEGO HERRERA, C. GARCÍA GUTIERREZ, L. M. LUNA MENDOZA, M. RODRÍGUEZ MALAGÓN Y F. CASILLAS FIGUEROA. 2005. El control y la erradicación de fauna introducida como instrumento de restauración ambiental: historia, retos y avances en México. Instituto Nacional de Ecología, México. 20 pp.
- ÁLVAREZ-ROMERO, J. Y R. A. MEDELLÍN. 2005. *Felis silvestris*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. 8 pp.
- ANDREN, H. 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos* 71: 355-366.
- ARANDA, M. 1994. Importancia de los pecaríes (*Tayassu spp.*) en la alimentación de del jaguar (*Panthera onca*). *Acta Zoológica Mexicana* 62: 11-22.
- ARANDA, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A.C. y la Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad, México. 212 pp.
- BEGON, M. 1989. *Ecología Animal, modelos de cuantificación de poblaciones*. Trillas, México. 134 pp.
- BELOVSKY, G.E. 1987. Extinction models and mammalian persistence. En: Soule, M. (ed.). *Viable Population for Conservation*. Cambridge University Press, Cambridge. 35-57 pp.
- BENFIELD, F. K., M. D. RAIMI, Y D. D. CHEN. 1999. Once there were green fields: How urban sprawl is undermining America's environment, economy and social fabric. Natural Resources Defense Council, Nueva York.

- BRADSHAW, J. W., D. GOODWIN, V. LEGRAND-DEFRÉTIN Y H. M. R. NOTT. 1996. Food selection by the domestic cat, an obligate carnivore. *Comparative Biochemistry and Physiology* 114A (3): 205-209.
- BROWN, J. H. 1989. Habitat selection as an evolutionary game. *Evolution* 44:733-746.
- BUSTAMANTE, R. Y A. A. GREZ. 1995. Consecuencias ecológicas de la fragmentación de bosques nativos. *Ambiente y Desarrollo* (11) 2: 58 -63.
- CANO SANTANA, Z, I. PISANTY, S. SEGURA, P. E. MENDOZA-HERNÁNDEZ, R. LEÓN-RICO, J. SOBERÓN, E. TOVAR, E. MARTÍNEZ-ROMERO, L. DEL C. RUIZ Y A. MARTÍNEZ-BALLESTE. 2006. Ecología, Conservación, Restauración y Manejo de las Áreas Naturales y Protegidas del Pedregal del Xitle. En: Oyama, K. y A. Castillo (eds.). Manejo, conservación y restauración de recursos naturales en México: perspectivas desde la investigación científica. Siglo XXI. Ciudad de México. 203-226 pp.
- CASTELLANOS-MORALES, N. GARCÍA PEÑA Y R. LIST. 2009. Ecología del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). En: Lot, A. y Z. Cano-Santana (eds.). Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 371-381 pp.
- CASTELLANOS M., 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". Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 94 pp.
- CASTILLO-ARGÜERO, S., Y. MARTÍNEZ OREA, M. A. ROMERO ROMERO, P. GUADARRAMA CHÁVEZ, O. NÚÑEZ CASTILLO, I. SÁNCHEZ GALLÉN Y J. A. MEAVE. 2007. La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, Aspectos Florísticos y Ecológicos. Universidad Nacional Autónoma de México / Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, México. 294 pp.
- CEBALLOS, G. Y C. GALINDO. 1984. Mamíferos silvestres de la Cuenca de México. Limusa, México. 299 pp.
- CEBALLOS, G. 2005. Zorrillo manchado (*Spilogale gracilis* Merriam, 1890). En: Ceballos, G. y G. Oliva (eds.). Los Mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el

- conocimiento y Uso de la Biodiversidad – Fondo de Cultura Económica, México. 392-393 pp.
- CEBALLOS, G., E. VÁZQUEZ Y J. CRUZADO CORTÉZ. 2004. Extirpation of an insular subspecies by a single introduced cat: the case of the endemic deer mouse *Peromyscus guardia* on Estanque Island, Mexico. *Oryx* 38:3:347-350
- CHÁVEZ TOVAR, C. 1998. Los mamíferos silvestres de la reserva “El Pedregal”: testigos del avance de la civilización. *Especies* 7(5): 24-25.
- CHÁVEZ, J. C. Y G. CEBALLOS. 1994. Historia natural comparada de los pequeños mamíferos de la Reserva El Pedregal. En A. Rojo (ed.). Reserva Ecológica “El Pedregal” de San Ángel: Ecología, Historia Natural y Manejo. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 229-237 pp.
- COOCH, E. Y G. WHITE. 2009. Program Mark “A gentle introduction”. 8a edición. 831 pp.
- CONABIO. 2010. Sistema de información sobre especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2010. www.conabio.gob.mx/invasoras.
- CROOKS, K. R. Y M. E. SOULÉ. 1999. Mesopredator release and avifaunal extinctions in a fragmented system. *Nature* 400: 563-566.
- CROOKS, K. R. 2002. Relative Sensitives of Mammalian Carnivores to Habitat Fragmentation. *Conservation Biology* 16: 488-502.
- CRUZ-REYES, A. 2009. Fauna feral, fauna nociva y zoonosis. En: Lot, A. y Z. Cano-Santana (eds.). Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 455-463 pp.
- CZECH B, P. R. KRAUSMAN Y P. K. DEVERS. 2000. Economic associations among causes of species endangerment in the United States. *BioScience* 50: 593–601.
- DANIEL, W. W. 2008. Bioestadística, Base para el análisis de ciencias de la salud. Limusa, Wiley. 928 pp.
- DARDS, J. L. 1978. Home ranges of feral cats in Porsmouth Dockyard. *Carnivore Genetics Newsletter* 3(7): 242-255.

- DARDS, J. 1981. Habitat utilization by feral cats in Portsmouth Dockyard. En: The ecology and control of feral cats, Proceedings of a Symposium held at Royal Holloway College, University of London. The Universities Federation for Animal Welfare. 30-49 pp.
- DENNY, E. A. Y C. R. DICKMAN. 2010. Review of cat ecology and management strategies in Australia. Invasive Animals Cooperative Centre, Canberra. 75 pp.
- DICKMAN, C. R. 1987. Habitat fragmentation and vertebrate species richness in an urban environment. *Journal of Applied Ecology* 24: 337–351.
- EMMONS, L. H. Y F. FEER. 1997. Neotropical Rainforest Mammals. 2a Edic. The University Chicago Press, Chicago, Illinois.
- ELTON, C. 1958. The Ecology of Invasion by Animals and Plants. Methuen, London. 181 pp.
- FRANK, J. 2004. An interactive model of human and companion animal dynamics: the ecology and economics of dog overpopulation and the human costs of addressing the problem. *Human Ecology* 32(1): 107-130.
- GARCÍA P., M. N. 2007. Sobre el ámbito hogareño y los hábitos alimentarios de un carnívoro en un ambiente suburbano. La zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en la reserva ecológica “El Pedregal de San Ángel. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 90 pp.
- GARMENDIA C., A. 2009. Distribución y abundancia de roedores en Ciudad Universitaria, D. F., con énfasis en *Peromyscus gratus* (Muridae). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 71 pp.
- GRANADOS P., Y. 2008. Ecología de mamíferos silvestres y ferales de la Reserva Ecológica “El Pedregal”: hacia una propuesta de manejo. Tesis de maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 80 pp.
- GUERRERO P., X. 2007. Ciudad Universitaria como espacio simbólico. Tesis de Licenciatura. Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 100 pp.

- GUNTHER, I. Y J., TERKEL. 2002. Regulation of free roaming cat (*Felis silvestris catus*) populations: a survey of the literature and its applications to Israel. *Animal Welfare* 11: 171-188.
- HORTELANO-MONCADA, Y., F. A. CERVANTES Y A. TREJO. 2009. Mamíferos Silvestres. En: Lot, A. y Z. Cano-Santana (eds.). *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 277-293 pp.
- HORTELANO-MONCADA, Y, F. A. CERVANTES Y A. TREJO . 2009a. Mamíferos silvestres de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel en Ciudad Universitaria, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 507-520.
- HOWELL, S. N. G. Y WEBB, S. 1995. *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. Oxford University Press, Nueva York. 851 pp.
- HUNSAKER, D. II Y D. SHUPE. 1977. Behavior of New World marsupials. En: Hunsaker, D. (ed.). *The Biology of marsupial*. Academic Press, New York. 279-347 pp.
- HUTTO, R. L. 1985. Habitat selection by nonbreeding migratory land birds. En: M.L. Cody (ed.). *Habitat Selection in Birds*. Academic Press, Orlando. 455-476 pp.
- IMAGE DIGITAL GLOBE©. 2008. ©2008 Google. ©2008 Europa Technologies. ©2008 INEGI.
- JIMÉNEZ ARCOS, V. H. 2008. *Biología térmica de la lagartija vivípara *Sceloporus torquatus* (Squamata: Phrynostomatidae) del Pedregal de San Ángel*, D. F. México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 31 pp.
- KITCHENER, A. 1991. *The natural history of the wild cats*. Comstock Publishing Associates. New York. 654 pp.
- KRAUSMAN, R. P. 1999. Some basic principles of habitat use, grazing behavior of livestock and wildlife. *Idaho Forest. Wildlife and Range Experiment Station Bulletin* 70: 85-90.
- KOWARIK, I. 1995. On the role of alien species in urban flora and vegetation. En: Prach P., K. Rejmánek y M. Wade. *Plant Invasions—General Aspects and Special Problems*. Pysek, Amsterdam. 85–103 pp.

- KRAUZE, W. J. Y KRAUZE W. A. 2006. The Opossum: It's amazing story. Department of Pathology and Anatomical Sciences, School of Medicine. University of Missouri, Columbia Missouri. 80 pp.
- KRUUK, H. 1986. Interactions between *Felidae* and their prey species: a review. En: Miller S. D. y D. D. Everett (eds.). *Cats of the World: Biology, Conservation, and Management*. National Wildlife Federation and Caesar Kleberg Wildlife Research Institute, Texas. 353-374 pp.
- LADINE, T. A. 1997. Activity patterns of co-occurring populations of Virginia Opossum (*Didelphis virginiana*) and racoons (*Procyon lotor*). *Mammalia* 61: 345-354.
- LITVAITIS, J.A., K. TITUS AND E.M. ANDERSON. 1994. Measuring vertebrate use of territorial habitats and foods. En: Bookhout, T.A. (ed.). *Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats*. 5a ed. The Wildlife Society, Bethesda. 254-274 pp.
- LOT, A. Y P. CAMARENA. 2009. El Pedregal de San Ángel de la Ciudad de México: reserva ecológica urbana de la Universidad Nacional. En: Lot, A.y Z. Cano-Santana (eds.). *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 19-25 pp.
- LOWE, S., B. M. BOUDJELAS Y M. DE POORTER. 2001. 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species databases. Species Survival Comission, World Conservation Union, Auckland. 12 pp.
- LUNIAK M. 1994. The development of bird communities in new housing estates in Warsaw. *Memorabilia Zoologica* 49: 257-267.
- MAHER, D. S. Y J. R. BRADY. 1986. Food habits of bobcats in Florida. *Journal of Mammalogy* 7(1): 133-138.
- MARZLUFF, J. M. 2001. Worldwide urbanization and its effects on birds. En: J. M. Marzluff, Bowman R., Donnelly R. (eds.). *Avian Ecology in an Urbanizing World*. Kluwer Academic, Norwell, Massachusetts. 19-47 pp.

- MCCHESNEY, G.J. Y TERSHY, B. R. 1998. History and status of introduced mammals and impacts to breeding seabirds on the California Channel and northwestern Baja California Islands. *Colonial Waterbirds* 21(3): 335-347.
- MCMANUS, J. J. 1974. *Didelphis virginiana*. *Mammalian Species* 40: 1-6.
- MCKINNEY, M. L. 2002. Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience* 52(10): 883-390.
- MELLINK, E. 1992a. The status of *Neotoma anthonyi* (Rodentia, Muridae, Cricetinae) of Todos Santos Islands, Baja California, Mexico. *Bulletin of the Southern California Academy of Science* 91: 137-140.
- MELLINK, E. 1992b. Status de los Heterómidos y Cricétidos endémicos del Estado de Baja California. Informe Técnico. Comunicaciones Académicas, Serie Ecología, CICESE.
- MELLINK, E. 1993. Biological conservation of Isla de Cedros, Baja California, México: assessing multiple treats. *Biodiversity and Conservation* 2: 62-69.
- MELLINK, E. Y PALACIOS, E. 1990. Notes: Observations on Isla Guadalupe in November 1989. *Western Birds* 21: 177-180.
- MILNE, B. T. 1991. Heterogeneity as multiscale characteristic of landscapes. En: Kolasa, J. A. y S. T. A. Pickett (eds.). *Ecological Heterogeneity*. Springer Verlag, Nueva York. 69-84 pp.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. 1998. Estrategia Española para la Conservación y el Uso Sostenible de la Biológica. Secretaría General de Medio Ambiente, Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Madrid. 247 pp.
- MOODIE, E. 1995. The potential for biological control of feral cats in Australia. Report to ANCA, Canberra.
- MOLSHER, ROBYN L. 1999. The ecology of feral cats, *Felis catus*, in open forest in new south wales: interactions with food resources and foxes. Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in the School of Biological Sciences, University of Sidney. 271 pp.
- MORRISON, M.L., I. C. TIMOSSI, K.A. WITH Y P.N. MANLEY. 1985. Use of tree species by forest birds during winter and summer. *Journal of Wildlife Management* 49: 1098-1102.

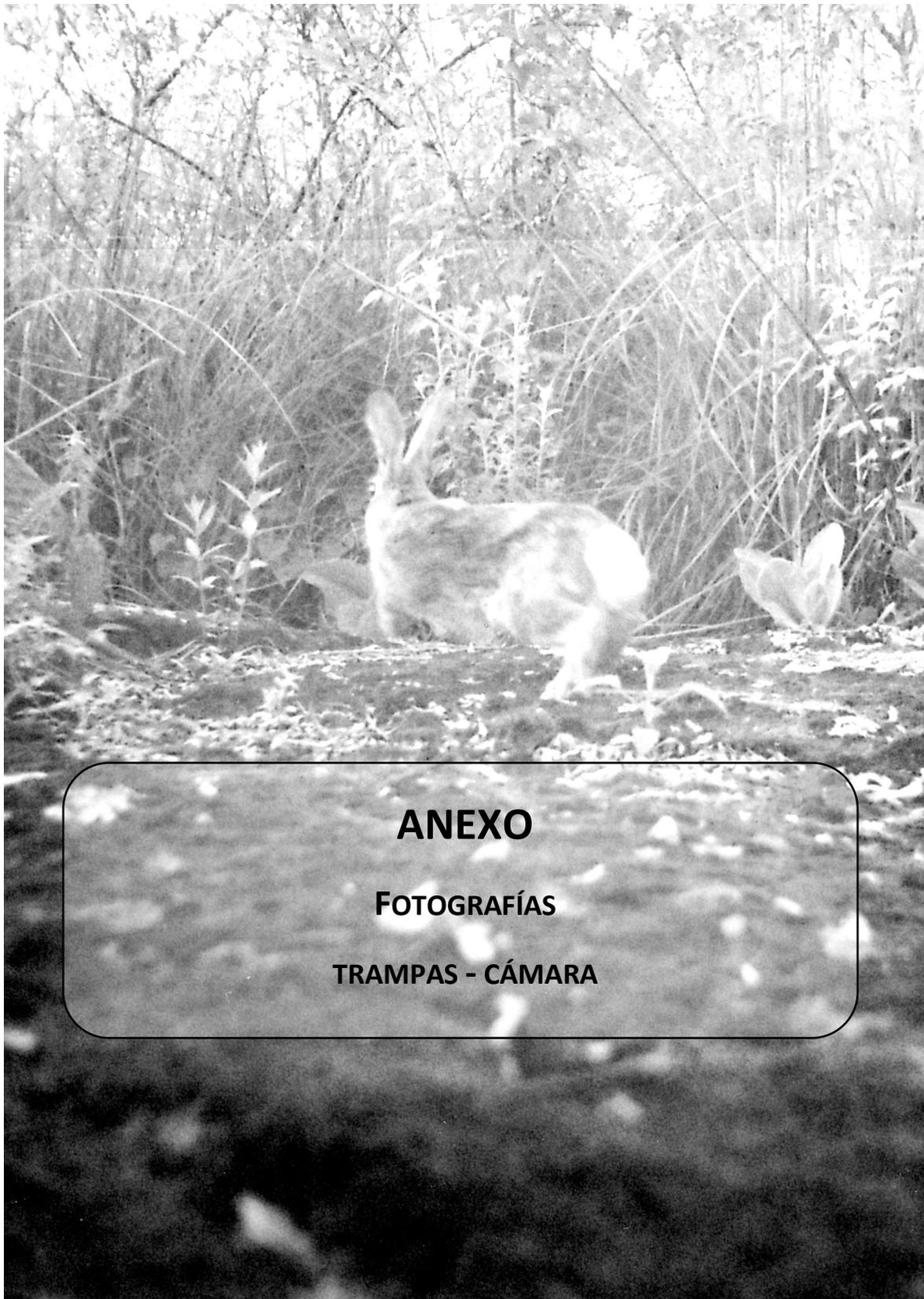
- NATOLI, E., L. MARAGLIANO, G. CARIOLA, A. FAINI, R. BONANNI, S. CAFAZZO Y C. FANTINI. 2006. Management of feral domestic cats in the urban environment of Rome (Italy). *Preventive Veterinary Medicine* 77: 180-185.
- NEGRETE, Y. A. 1991. Los mamíferos silvestres de la reserva ecológica "El Pedregal". Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- NEGRETE, Y. A. Y J. SOBERÓN. 1994. Los mamíferos silvestres de la Reserva Ecológica El Pedregal. En A. Rojo (ed.). *Reserva Ecológica "El Pedregal" de San Ángel: Ecología, Historia Natural y Manejo*. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 219-228 pp.
- NIEMELÄ, J. 1999. Ecology and urban planning. *Biodiversity Conservation* 8: 119:131.
- NOSS, R. F., H. B. QUIGLEY, M. G. HORNOCKER, T. MERRIL Y P. C. PAQUET. 1996. Conservation biology and carnivore conservation in the Rocky Mountains. *Conservation Biology* 10: 949-963.
- NOWAK, R.M. 1991. *Walker's mammals of the world*. 5a ed. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. 1629 pp.
- OAKS, E. C., P. J. YOUNG, G. L. KIRKLAND, JR. Y D. F. SCHMIDT. 1987. *Spermophilus variegatus*. *Mammalian Species* 272:1-8.
- OYARZÚN, C. 1995. Estimación de la densidad de poblaciones biológicas mediante el uso de muestreo de cuadrículas y líneas transectas en poblaciones cerradas. Tesis de grado Estadístico. Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso. 93 pp.
- PITT, W. C. Y G. W. WITMER. 2006. *Invasive Predators: a synthesis of the past, present, and future*. USDA National Wildlife Research Center-Staff Publications. University of Nebraska, Lincoln. 264-293 pp.
- POGLAYEN-NEUWALL, I. Y E. D. TOWEILL. 1988. *Bassariscus astutus*. *Mammalian species* 327: 1-8.
- POLLARD, MICHAEL. 2005. *Gatos: Razas, cuidados, historia*. Parragon, Barcelona. 384 pp.
- PRANGE, S. Y S. D. GEHRT. 2004. Changes in mesopredator-community structure in response to urbanization. *Canadian Journal of Zoology* 82(11): 1804-1817.

- RAMÍREZ-PULIDO, J., M. C. BRITTO, A. PERDOMO Y A. CASTRO. 1986. Guía de los mamíferos de México. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México. 720 pp.
- RAVINOVICH, J. E. 1978. Ecología de Poblaciones Animales. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Departamento de Asuntos Científicos, Secretaría General de la Organización de Estados Americanos, Washington. 114 pp.
- REYNOLDS, H. C. 1952. Studies on reproduction in the opossum (*Didelphis virginiana virginiana*). University of California Publications in Zoology 52(3):223-283.
- RESERVA ECOLÓGICA DEL PEDREGAL DE SAN ÁNGEL. 2006. Reglamento Interno. Secretaría Ejecutiva, Coordinación de la Investigación Científica, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, Distrito Federal. 30 pp.
- RICHARDSON, D. M. Y P. PYSEK. 2008. Fifty years of invasion ecology-the legacy of Charles Elton. Diversity and Distributions 14: 161-168.
- RODRÍGUEZ-MORENO, A., G. ARNAUD Y B. TERSHY. 2007. Impacto de la erradicación del gato (*Felis catus*), en dos roedores endémicos de la Isla Coronados, Golfo de California, México. Acta Zoológica Mexicana 23(1): 1-13.
- ROJO, A. Y J. RODRÍGUEZ. 2002. La flora del Pedregal de San Ángel. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México. 96 pp.
- RUESINK, W Y KOGAN, M. 1982. The quantitative basis of pest management: Sampling and measuring. In: Ruesink, W y Kogan, M. Introduction to insect pest management. John Wiley and Sons, New York. 315-352 pp.
- SANTOS MORENO, J. A. 2008. Ecología de comunidades y poblaciones de pequeños mamíferos terrestres en tres estados sucesionales de bosque mesófilo de montaña en la Sierra Norte de Oaxaca. Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma Metropolitana, México. 223 pp.
- SEARGEANT, G. A., D. H. JOHNSON, Y W. E. BERG. 1998. Interpreting carnivore scent-station surveys. Journal of Wildlife Management 62: 1235-1245.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. 2002. Norma Oficial Mexicana. NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna

- silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones por su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario oficial de la Federación. 2a. ed.
- SEMARNAT Y CONANP. 2010. Lineamientos internos para el desarrollo de prevención, control y erradicación de especies exóticas, invasoras y ferales en áreas naturales protegidas insulares de competencia federal (que comprenden ejemplares y poblaciones que se tornen perjudiciales. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México. 19 pp.
- SEREPSA. 2008. Manual de Procedimientos. Programa de Adopción de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Secretaría Ejecutiva REPSA, Coordinación de la Investigación Científica. UNAM, México. 108 pp.
- SER, SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION SCIENCE Y POLICY WORKING GROUP. 2002. The SER primer on ecological restoration. 2002. www.ser.org.
- SIEBE, C. 2000. Age and archaeological implications of Xitle volcano, southwestern Basin of Mexico-City. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 104: 45-64.
- SHINE, C., N. WILLIAMS Y L. GÜNDLING. 2000. A Guide to Designing Legal and Institutional Frameworks on Alien Invasive Species. IUCN, Gland, Switzerland Cambridge and Bonn. xvi + 138 pp.
- SOBERÓN, J., M. DE LA CRUZ Y G. JIMÉNEZ. 1994. Ecología hipotética de la Reserva del Pedregal de San Ángel. En: A. Rojo (ed.). Reserva Ecológica "El Pedregal" de San Ángel: Ecología, Historia Natural y Manejo. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 129-148 pp.
- SOULÉ, M. E., D. T. BOLGER, A. C. ABERTS, J. WRIGHT, M. SORICE, S. HILL. 1988. Reconstructed Dynamics of Rapid Extinctions of Chaparral-Requiring Birds in Urban Habitat Islands. *Conservation Biology* 2(1): 75-92.
- SOUTHWOOD, T. 1971. *Ecological methods*. London, Chapman and Hall. 391 pp.
- SUNQUIST, M. E. Y F. C. SUNQUIST. 1989. Ecological constraints on predation by large felids. En: J. L. Gittleman (ed.). *Carnivore behavior, ecology and evolution*. Cornell University Press. 283-301 pp.

- SUZÁN AZPIRI, G. 1998. Rabia, toxoplasma y parvovirus en mamíferos silvestres de dos reservas del Distrito Federal. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México. 69 pp.
- SUZÁN, G. Y G. CEBALLOS. 2005. The role of feral infections diseaseprevalence in two nature reserves within Mexico City limits. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 36(8): 479-484.
- TORRES, A., A. VELÁZQUEZ Y J. LOBATO. 2003. Riqueza, diversidad y patrones de distribución espacial de los mamíferos. En: Velázquez, A., A. Torres y G. Bocco. Las enseñanzas de San Juan. Investigación participativa para el manejo integral de recursos naturales. INE-SEMARNAT, México. 277-298 pp.
- TODD, L. 1977. Cats and commerce. *Scientific American* 237: 100-107.
- TRAPP, G. R. 1972. Some anatomical and behaviorial adaptations of ringtails, *Bassariscus astutus*. *Journal of Mammalogy* 53: 549-557.
- VALE, T. R. Y G. R. VALE. 1976. Suburban bird populations in west-central California. *Journal of Biogeography* 3: 157–165.
- VARGAS, M. F. 1997. Parques Nacionales de México. Vol. I: Zona Centro, Occidente y Oriente, México. SEMARNAP, México. 343 pp.
- VAN'T WOUDT, B. D. 1990. Roaming, stray, and feral domestic cats and dogs as wildlife problems. *Proceedings of the Fourteenth Vertebrate Pest, Conference 1990*, University of Nebraska. 291-295 pp.
- VELARDE, E. Y ANDERSON, D. W. 1994. Conservation and Management of seabird islands in the Gulf of California: setbacks and successes. *Birdlife Conservation Series* 1.
- VERTS, B. J., L. N. CARRAWAY Y A. KINLAW. 2001. *Spilogale gracilis*. *Mammalian Species* 674:1–10.
- VILLA, B. Y F. CERVANTES. 2003. Los mamíferos de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México – Grupo Editorial Iberoamérica, México. 140 pp.
- WARNER, R. E. 1985. Demography and movements of free-ranging domestic cats in rural Illinois. *Journal of Wildlife Management* 49: 340-346.

- WATERS, W. Y W. HENSON. 1959. Some sampling attributes of the negative binomial distribution with special references to forest insects. *Forest Science* 5: 397-412.
- WHITE, G. C. 2009. Mark and Recapture Parameter Estimation, Versión 5.1. Department of Fish, Wildlife and Conservation Biology. Colorado State University.
- WILCOVE, D. S., D. ROTHSTEIN, J. DUBOW, A. PHILLIPS, E. LOSOS. 1998. Quantifying threats to imperiled species in the United States. *Bioscience* 48: 607-615.
- WOOD, B., B.R. TERSHY, M.A. HERMOSILLO, C.J. DONLAN, J.A. SÁNCHEZ, B.S. KEITT, D.A. CROLL, G.R. HOWALD, Y N. BIAVASCHI. 2002. Removing cats from islands in north-west Mexico. En: C.R. Veitch y M.N. Clout (eds.). *Turning the tide: the eradication of invasive species*. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group. IUCN, Suiza. 374-380 pp.
- WOODROFFE, R. Y J. R. GINSBERG. 1998. Edge effects and the extinction of populations inside protected areas. *Science* 280: 2126-2128.
- ZAR, J. H. 1996. *Biostatistical Analysis*. 3ª edición. Prentice Hall, Englewood Cliffs. 662 pp.



FAUNA NATIVA

1.

Especie: *Bassariscus astutus*

Nombre común: Cacomixtle

Tipo de trampa-cámara:

Película/análoga

Punto de Muestreo: E/ZNO

Fecha: 28 de octubre de 2008



2.

Especie: *Didelphis virginiana*

Nombre común: Tlacuache

Tipo de trampa-cámara:

Película/análoga

Punto de Muestreo: E /ZNO

Fecha: 28 de octubre de 2008

3.

Especie: *Sylvilagus floridanus*

Nombre común: Conejo

Tipo de trampa-cámara:

Película/análoga

Punto de Muestreo: 9/ZNP

Fecha: 21 de julio de 2008



4.Especie: *Spermophilus variegatus*

Nombre común: Ardillón de tierra

Tipo de trampa-cámara: Digital

Punto de Muestreo: 3/ZNP

Fecha: 7 de enero de 2009

**5.**Especie: *Neotoma sp.*

Nombre común: Rata de campo

Tipo de trampa-cámara:

Película/análoga

Punto de Muestreo: 25/ZNP

Fecha: 11 de febrero de 2009

6.Especie: *Peromyscus sp.*

Nombre común: Ratón de campo

Tipo de trampa-cámara: Manual

Punto de Muestreo: 25/ZNP

Fecha: 8 de febrero de 2009



FAUNA EXÓTICA

1.Especie: *Felis catus*

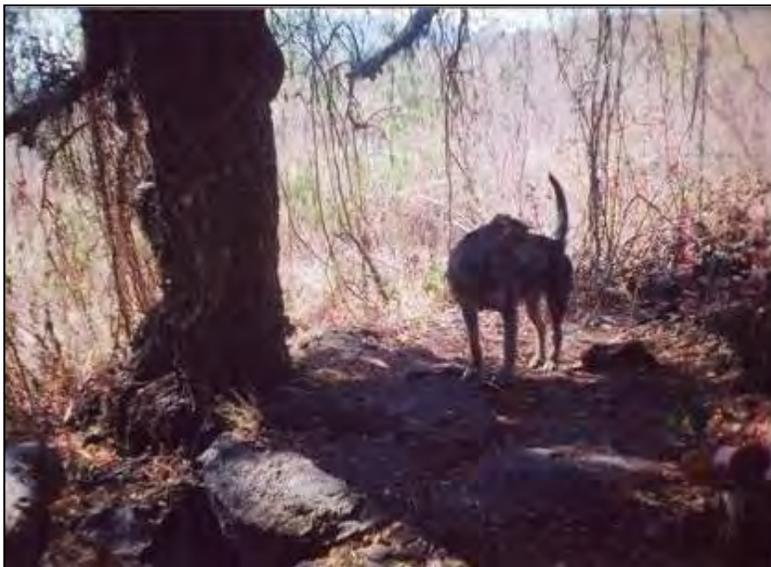
Nombre común: Gato

Tipo de trampa-cámara:

Película/análoga

Punto de Muestreo:G/ZNO

Fecha:8 de marzo de 2009

**2.**Especie: *Canis familiaris*

Nombre común: Perro

Tipo de trampa-cámara:

Manual

Punto de Muestreo:26/ZNP

Fecha:9 de enero de 2009

*An nochipa tlalticpac
¿Cuix oc nelli nemohua in tlalticpac Yhui ohuaye?
An nochipa tlalticpac: zan achica ye nican
Tel ca chalchihuitl no xamani
no teocuitlatl in tlapani
no quetzalli poztequi
An nochipa tlalticpac: zan achica ye nican*

No para siempre en la tierra
"¿Acaso de verdad se vive en la tierra?
No para siempre en la tierra: sólo un poco aquí.
Aunque sea jade se quiebra,
aunque sea oro se rompe,
aunque sea plumaje de quetzal se desgarrá,
no para siempre en la tierra: sólo un poco aquí".

(Poesía náhuatl)

