



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

“Sobre el ámbito hogareño y los hábitos alimentarios de un carnívoro en un ambiente suburbano. El Cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en la reserva ecológica "El Pedregal de San Ángel". Ciudad Universitaria.

México, D. F.”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A :

GABRIELA CASTELLANOS MORALES

TUTOR: DR. RURIK HERMANN LIST SÁNCHEZ



FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

1. Datos del alumno

Castellanos
Morales
Gabriela
55 44 22 09
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
097553940

2. Datos del tutor

Dr.
Rurik Hermann
List
Sánchez

3. Datos del sinodal 1

Dr.
Gerardo Jorge
Ceballos
González

4. Datos del sinodal 2

Dr.
Enrique
Martínez
Meyer

5. Datos del sinodal 3

Biól.
Jesús
Pacheco
Rodríguez

6. Datos del sinodal 4

Biól.
Heliot
Zarza
Villanueva

7. Datos del trabajo escrito

Sobre el ámbito hogareño y los hábitos alimentarios de un carnívoro en un ambiente suburbano. El Cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en la reserva ecológica "El Pedregal de San Ángel". Ciudad Universitaria. México, D. F.
94 p
2006

**A mi Madre,
Liliana, María José
mi Papá y mi hermano.**

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se realizó y concluyó gracias a la participación, apoyo y presión de mucha gente. Como siempre sucede en estos casos hay imprevistos que retrasan el trabajo de campo y el análisis de datos. En este caso se atravesaron el robo de unas trampas, unas piedrecillas (renales) y una varicela a la que lo único que tengo que agradecer son un par de semanas de descanso.

Antes que nada quisiera agradecer a mi Familia, especialmente a mi mamá, por su infinita paciencia y comprensión. De otra manera no habría podido realizar un proyecto tan largo. También a mi Tía Liliana quien es para mi, al igual que mi mamá un modelo a seguir.

Definitivamente tengo que agradecer al Dr. Rurik List, por su asesoría y paciencia, pues sin él no existiría el proyecto y por tanto la tesis.

A Natalia García Peña, que puedo decir. Eterna compañera de desvelos por trabajo y parranda. Parte crucial de la realización de esta tesis. El trabajo de campo fue mucho más ameno gracias a su presencia y las pláticas sobre el proyecto importantísimas para que se concretaran las ideas plasmadas en este trabajo.

A Lincoln Park Zoo Neotropical Fund, por el financiamiento del proyecto. A Ideawild, por el equipo para el proyecto.

Agradecimiento especial al Zoológico de Chapultepec, por permitirnos entrar en la tarde para realizar observaciones preliminares de las especies involucradas en el estudio, y de pasada escuchar aullar a los lobos.

Al Dr. Gene Trapp, por su disposición para apoyar el proyecto poniendo a mi disposición mucha de la bibliografía importante contenida en esta tesis y su conocimiento

de la especie que permitió una mejora significativa del trabajo de campo. ¿Quién hubiera pensado que a los cacomixtles les gustan las pasas?

A la Biol. Alejandra de Villa, por apoyarnos y enseñarnos con las primeras capturas. Al M. en C. Eduardo Espinosa por la disposición para intentar llevar este trabajo más allá, aunque no logramos concretarlo.

Al laboratorio de Biología y Conservación de Fauna Silvestre del Instituto de Ecología, UNAM, especialmente al Dr. Rurik List Sánchez por tomarme bajo su ala, sus valiosos consejos no sólo en el ámbito de la tesis, si no en las decisiones a futuro; al Dr. Gerardo Ceballos por aceptarme en su laboratorio; al Biol. Jesús Pacheco por su disponibilidad y comentarios; al Biol. Heliot Zarza, por su ayuda con el manejo de Arc View y la digitalización del mapa, asesoría y valiosos comentarios sobre la última versión de este trabajo; al Biol. Cuauhtemoc Chávez, apoyo en el análisis de datos, también algunas claves sobre telemetría y el Pedregal; y al Biol. Juan Cruzado por su invaluable ayuda con el análisis de hueso y pelo de excretas, por prestarnos su colección y su tiempo.

A mi jurado de tesis: Dr. Rurik Hermann List Sánchez, Dr. Gerardo Jorge Ceballos Gonzáles, Dr. Enrique Martínez Meyer, Biol. Jesús Pacheco Rodríguez y Biol. Heliot Zarza Villanueva por sus valiosos comentarios que ayudaron a mejorar este trabajo.

Al Dr. Daniel Piñero por prestarme su laboratorio para el análisis de pelo.

Vigilancia, UNAM por permitirnos trabajar y cuidar a Natalia durante sus estancias en el circuito exterior. Instituto de Ecología, UNAM por permitirnos trabajar y cuidarme durante las estancias nocturnas en las instalaciones.

Herbario Nacional del Instituto de Biología por su valiosa ayuda en la identificación de las semillas provenientes de las excretas para el análisis de hábitos alimentarios, en especial a M en C. Martha Olvera.

Al Jardín Botánico, especialmente al Dr. Robert Bye y Dr. Héctor Hernández por extendernos los permisos concernientes al trabajo de campo. Al Ex-Secretario Académico de la Reserva, Dr. Zenón Cano Santana, por apoyar este trabajo extendiendo los permisos correspondientes.

Lev Jardón, compañero en las primeras y únicas incursiones nocturnas a la reserva donde nos llevamos un par de sustos, pero, especialmente le agradezco su ayuda en el trabajo estadístico. ¡Gracias!

A la bióloga honoraria por excelencia Thelma Alcántara que nos ayudo a poner y quitar trampas, y hacer más soportables los desvelos (aunque siempre se quedaba dormida). Gracias por el apoyo moral y los lunchs de aquellas interminables vigiliass de 24 horas.

También a Alejandro “El Troll” que nos ayudo a poner trampas, aunque se quedo con ganas de ver alguna zorra.

Finalmente, a todos los cuates por ser y estar, por todo lo que pasamos juntos en estos últimos años, a: Natalia, Güilis, Lev, Enrique, Niza, Melina, Thelma, Alejandra, Alf, los físicos güevones: Rubén, Iván y Fabián; y a Nacho, Sandra, Amparo, Aida y Xitlali.

ÍNDICE

Resumen.....	3
Índice.....	7
Índice de Tablas.....	9
Índice de Figuras.....	10
Agradecimientos.....	11
Introducción	
Carnívoros Urbanos.....	14
Radio-Telemetría.....	17
Área de Actividad.....	21
Uso de Hábitat.....	25
Hábitos Alimentarios.....	26
<i>Bassariscus astutus</i>	29
El Pedregal de San Ángel.....	33
Clima.....	35
Vegetación.....	36
Fauna.....	38
Jardín Botánico.....	41
Método	
Capturas.....	42
Radio-Telemetría.....	44
Hábitos Alimentarios.....	46
Resultados	

Capturas.....	48
Anestesia.....	52
Área de Actividad.....	54
Sobreposición.....	57
Horario de Actividad.....	61
Uso de hábitat.....	63
Hábitos Alimentarios.....	67
Discusión	
Capturas.....	71
Área de Actividad.....	73
Horario de Actividad.....	75
Uso de hábitat.....	76
Hábitos Alimentarios.....	77
Conclusiones.....	81
Recomendaciones.....	82
Bibliografía.....	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clave, sexo, categoría de edad, fecha de captura y recapturas de 11 cacomixtles en la reserva ecológica “El Pedregal de San Ángel”.....	49
Tabla 2. Peso (gr.) y medidas (mm.) de los cacomixtles por sexo y categoría de edad. Para machos adultos se presentan los promedios de los 6 individuos capturados.....	50
Tabla 3. Resultados de la prueba estadística LSD comparando el peso de los cacomixtles del D. F. con otras poblaciones.....	51
Tabla 4. Dosis de anestésico administrado a cacomixtles capturados en ciudad universitaria y tiempo total de manejo de acuerdo a la duración de la anestesia.....	52
Tabla 5. Equivalencia del error en grados de las antenas representada en metros para una distancia de 100, 200, 300, 400 y 500mts.....	54
Tabla 6. Duración del radio-seguimiento, número de localizaciones y destino del individuo.....	55
Tabla 7. Área de actividad (PMC 95% y Kernel 95 y 50%) de los cacomixtles considerados dentro del estudio, categoría de edad, inicio y fin del seguimiento y número de localizaciones.....	57
Tabla 8. Porcentaje de sobreposición entre áreas de actividad (Kernel 95%).....	58
Tabla 9. Uso de hábitat por individuo (área y proporción del área utilizada respecto al hábitat disponible).....	63
Tabla 10. Uso de hábitat vs. disponibilidad de hábitat por individuo.....	64
Tabla 11. Intervalos de confianza ($p \pm Z_{1 - \alpha/2k} \sqrt{p(1 - p)/n}$) para cada hábitat.....	65
Tabla 12. Categoría de alimento encontrado en las excretas ($n = 52$ con 84 elementos); PO = porcentaje de ocurrencia $(f_i/n)/100$; FR = frecuencia relativa $(f_i/\sum f_i)100$	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Reserva Ecológica “El Pedregal de San Ángel”, C. U., UNAM.....	41
Figura 2. Cacomixtles capturados con collar de telemetría.....	55
Figura 3. Número de localizaciones contra área (ha) de actividad estimada con PMC al 95%.....	56
Figura 4. Áreas de actividad calculada con Kernel 95 y 50% y PMC con 95% de localizaciones.....	59
Figura 5. Sobreposición de áreas de actividad de cacomixtles macho calculadas con Kernel con 95% de localizaciones.....	60
Figura 6. Actividad de todos los cacomixtles seguidos en periodos de 24hrs. (Calculado con base en los grados que se movió el ángulo durante la toma de datos).....	61
Figura 7. Actividad del individuo BA569M el día 24 de julio de 2003.....	62
Figura 8. Uso de Hábitat calculado con Kernel 95%.....	66
Figura 9. Sitios de colecta de excretas.....	68
Figura 10. Espectro alimentario de los cacomixtles en la Reserva ecológica “El Pedregal de San Ángel”	70

RESUMEN

La Reserva Ecológica “El Pedregal de San Ángel” es el último relicto del malpais originado de la erupción del volcán Xitle. Esta reserva de 147 ha está localizada dentro de una de las ciudades más grandes del mundo, la Ciudad de México, y alberga una población de cacomixtle (*Bassariscus astutus*). A pesar de su amplia distribución y su capacidad de adaptación a la influencia humana se ha publicado poco acerca de esta especie. Se capturaron once cacomixtles (9 machos y 2 hembras) en dos periodos, del 29 de abril al 1 de agosto 2002 y del 2 de octubre 2002 al 15 de julio 2003; El éxito de captura para cada periodo fue de $1/62.6$ y $1/23.7$ noches trampa respectivamente. El cebo utilizado fue un factor en el incremento del éxito de captura. El peso promedio encontrado fue 1647.2 ± 208.1 gr, lo que es mayor al peso reportado. Diez de los once cacomixtles fueron equipados con collares de telemetría pero debido al alcance reducido de los collares y a la radio-interferencia de la ciudad, solo cuatro machos (3 adultos y 1 juvenil) produjeron localizaciones (37-71 localizaciones) para estimar el área de actividad, se calculó el Polígono Mínimo Convexo (PMC) con 95% de datos (7.8 ± 1.9 ha adultos y 2.9 ha juvenil) y el Kernel fijo con el 95% de datos (9.2 ± 0.08 ha adultos y 3.1 ha juvenil), usando la extensión de Animal Movement Analysis de Arc View 3.1. Solamente hubo dos casos de sobreposición temporal, entre el individuo BA398M y BA397M (BA398M = 28.08% y BA397M = 84.14% de sobreposición dentro de su área de actividad) y entre el individuo BA398M y BA568M (BA398M = 46.3% y BA568M = 46.9% de sobreposición dentro de su área de actividad). En cuanto a uso de hábitat se obtuvo un uso mayor al esperado en los hábitats: perturbado ($p_{esp} = 0.256 < p_{min} = 0.284$) y jardines y pastos ($p_{esp} = 0.155 < p_{min} = 0.125$); y un uso menor al esperado en el pedregal ($p_{esp} = 0.189 > p_{max} = 0.13$) y el ambiente

urbano ($p_{esp} = 0.077 > p_{max} = 0.048$); las construcciones de la UNAM tuvieron un uso igual al esperado ($p = 0.22$).

Por otra parte, se colectaron 52 excretas, en tres periodos: de agosto a octubre de 2002, de enero a noviembre de 2003 y en febrero de 2004. La colecta se realizó en caminos, veredas y partes transitables de la reserva para realizar análisis de hábitos alimentarios. Se encontraron 81 elementos (1 – 4 elementos por excreta) dentro de las 52 excretas. Los elementos de origen animal y vegetal se encontraron prácticamente en la misma proporción ($FR_{Animal} = 40.74$; $FR_{Vegetal} = 39.51$); también se encontraron elementos de origen antrópico ($N = 13$; $PO = 25$ y $FR = 16.05$) y elementos que no pudieron ser identificados ($N = 3$; $PO = 5.77$ y $FR = 3.7$). Los cacomixtles aprovechan en gran medida los recursos alimenticios proporcionados por la reserva y en baja medida los alimentos proporcionados por los trabajadores y visitantes de la reserva.

El cacomixtle es principalmente nocturno y se encuentra en todo el campus universitario y es el carnívoro silvestre más abundante del área.

ABSTRACT

The “El Pedregal de San Angel” Ecological Reserve is the last relict of a malpais originated with the eruption of the Xitle. This 147 ha reserve is located within one of the largest cities of the world, Mexico City, and harbors a population of ring-tailed cat (*Bassariscus astutus*). Species for which little has been published, despite its wide distribution and its ability to adapt to human influence. Eleven ringtails (9 males and 2 females) were captured in two periods, from April 29 to August 1st, 2002 and from October 2nd, 2002 to July 15, 2003. Capture success 1/62.6 and 1/23.7 trap nights for the first and second periods respectively. Bait used is a factor affecting capture success. Mean weight was 1647.2 ± 208.1 gr, which is heavier than the reported weight. Ten of eleven ringtails were radio-collared but due to reduced collar range and radio-interference from the City, only four males (three adults and one juvenile) produced location fixes (35-71 fixes) to estimate home range. Home-range analysis was conducted with the Animal Movement Analysis Arc View Extension. 95% Minimum Convex Polygon ($X = 7.8 \pm 01.9$ ha for adults and 2.9 ha for the juvenile) and 95% Fixed Kernel ($X = 9.2 \pm 0.08$ ha for adults and 3.1 ha for the juvenile) were calculated. Overlap was calculated only for two cases that occurred at the same time, between BA398M and BA397M (BA398M = 28.08% and BA397M = 84.14% overlap within their homerange) and between BA398M and BA568M (BA398M = 46.3% and BA568M = 46.9% overlap between their homerange). Habitat use was more than expected in the following cases: disrupted habitat ($p_{esp} = 0.256 < p_{min} = 0.284$) and gardens ($p_{esp} = 0.155 < p_{min} = 0.125$); and less than expected for “El Pedregal” ($p_{esp} = 0.189 > p_{max} = 0.13$) and urban ($p_{esp} = 0.077 > p_{max} = 0.048$); UNAM construction use was just as expected ($p = 0.22$).

Diet was determined from 52 feces collected around roads. Eighty one items (1 – 4 elements per feces) were found. Animal remains and vegetable matter were found in almost equal proportion (FR = 40.74; FR = 39.51 respectively); human origin items were also found (N = 13; PO = 25 y FR = 16.05) and a few elements were impossible to identify (N = 3; PO = 5.77 y FR = 3.7). Ringtails still use the food resources provided by the reserve and in lesser proportion the resources provided by human activities.

Ring-tail cats are mainly nocturnal and are found throughout the campus, being the most abundant native carnivore.

INTRODUCCIÓN

Carnívoros Urbanos

La destrucción y fragmentación del hábitat es un tema que ha preocupado a los biólogos de la conservación desde hace tiempo y forman parte de las principales amenazas a la biodiversidad. Actualmente estamos pasando por un periodo de extinción masiva, debido principalmente a las actividades y la sobrepoblación humana (Myers, 1997).

Se debe diferenciar entre la pérdida y la fragmentación del hábitat, aunque una puede ser consecuencia de la otra. Al haber fragmentación se forman parches de vegetación natural rodeados de áreas perturbadas (Noss y Csuti, 1997), mientras que cuando se pierde el hábitat no queda nada.

La urbanización altera el ambiente dramáticamente por medio de la fragmentación del hábitat y el incremento de la presencia humana. En estos sistemas, los recursos son muy abundantes y están concentrados en parches (Prange et al., 2004). El impacto sobre la flora y fauna nativa es muy fuerte, y en la mayoría de las ocasiones, lleva a las especies tanto animales como vegetales a la extinción (McKinney, 2002). Las especies amenazadas por la urbanización también tienden a estar amenazadas por la agricultura, ganadería, recreación, los caminos y otras actividades humanas (McKinney, 2002). Las especies reaccionan de manera diferencial a ciertos estímulos y a diferentes actividades antrópicas, de forma que podemos encontrar especies sensibles, que evitan totalmente los sitios fragmentados (en muchas ocasiones son especies endémicas con distribución muy restringida o los grandes carnívoros que requieren grandes territorios y son perseguidos por considerarse una amenaza; Crooks, 2002; McKinney, 2002; Riley et al., 2003). Sin embargo, hay otro grupo de especies, como los mesodepredadores (coyotes, zorras, tlacuaches y zorrillos) que se ven

parcialmente beneficiados por la degradación del hábitat (Crooks, 2002; McKinney, 2002; Riley et al., 2003), lo que les permite vivir en zonas rurales y aprovecharse de algunas de las actividades humanas como la cría de pollos y la cosecha de frutos y semillas. Algunas de estas especies se han adaptado bien a la presencia humana y tiene densidad poblacional alta en áreas urbanas (Crooks, 2002; Riley et al., 2003; Prange y Gehrt, 2004; Prange et al., 2004). Finalmente, el tercer grupo de especies son los explotadores, que se benefician totalmente del desarrollo urbano, en la mayoría de los casos son especies introducidas (ratas, ratones, cucarachas, etc.; McKinney, 2002). En fragmentos de hábitat, como el “Pedregal de San Ángel”, subsisten algunas especies de borde y explotadores mientras que las especies sensibles están extintas.

La reserva ecológica “El Pedregal de San Ángel” es el último relicto de vegetación del pedregal existente en la ciudad de México, de ahí la importancia de su estudio y conservación (Álvarez-Sánchez et al., 1986). Álvarez-Sánchez et al. (1986) dicen que la reserva, a pesar de ser un área muy pequeña, cuenta con un gran número de especies de flora y fauna, incluyendo dos especies de fauna endémica (*Hyla arenicolor* y *Thamnophis dorsalis cyclides*) y dos especies de flora endémica (*Bleta urbana* y *Mammillaria san-angelensis*). Es notable el hecho de que a pesar del tamaño y aislamiento, aún persistan carnívoros como la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en esta zona. Estas especies tienden a ser oportunistas y se adaptan con facilidad a la vida en las zonas suburbanas (Trapp, 1978; Harrison, 1993; Rodríguez-Estrella et al., 2000), donde aprovechan los desechos de origen antropogénico. Sin embargo, las poblaciones de estas especies que se encuentran dentro de la reserva están completamente aisladas de otras poblaciones y la dinámica poblacional puede cambiar con respecto a

poblaciones que se encuentran en zonas más amplias y comunicadas con el exterior (Faeth et al., 2005).

El objetivo de este estudio es conocer el área de actividad y hábitos alimentarios del cacomixtle, en un hábitat único y relictual, rodeado por una urbe. El Pedregal de San Ángel es un área natural protegida de 146.9 ha, que se encuentra ubicada dentro de la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de México, en medio de una de las ciudades más grandes del mundo. Esta área se encuentra alejada de otras áreas con vegetación natural, por lo que los cacomixtles de la reserva se consideran una población cerrada, es decir, no hay inmigración por parte de individuos provenientes de otras poblaciones. Sin embargo, el Pedregal de San Ángel no es la única área dentro de la ciudad con presencia de esta especie, aunque es el único sitio con vegetación original. También se han observado en el Bosque de Chapultepec (Cruzado, com. pers.) y es posible que estén presentes en el Bosque de Tlalpan.

Los únicos estudios que se han realizado en la Reserva del Pedregal de San Ángel que incluyeron a esta especie, fueron un inventario faunístico (Negrete y Soberón, 1994), un trabajo sobre rabia, toxoplasma y parvovirus (Suzan-Aspiri, 1998) y un trabajo sobre el marcaje olfativo (Barja y List, en revisión). Hasta la realización del presente trabajo se desconocía el tamaño poblacional de los cacomixtles del Pedregal, así como los movimientos y utilización del espacio y recursos alimentarios. Tampoco se conocía la influencia de las actividades humanas que se desarrollan dentro y alrededor de la reserva, ni el impacto de especies introducidas como perros (*Canis familiaris*) y gatos (*Felis catus*) sobre esta especie.

Radio-Telemetría

La radio-telemetría es una técnica que utiliza transmisores, receptores y antenas para localizar o realizar el seguimiento de manera remota a un individuo. Esta técnica se ha utilizado ampliamente en diferentes estudios para determinar áreas de actividad, uso de hábitat, ciclos circadianos, patrones de movimiento, patrones de migración y para localizar madrigueras (White y Garrot, 1990). Existen sistemas más complejos de radio-telemetría que permiten monitorear varias formas de actividad así como parámetros fisiológicos (White y Garrot, 1990). La aparición de esta técnica y el avance de la tecnología han permitido conocer aspectos de la biología de la fauna que antes eran desconocidos o bien, muy difíciles de conocer en medio silvestre.

A través de los años se ha discutido el efecto que puede tener esta técnica en los individuos, ya que se requiere de su captura para la colocación del transmisor. Withey et al. (2001) realizaron una comparación bibliográfica acerca del efecto de los radiotransmisores en los individuos y observaron discrepancia entre autores pues algunos opinan que el comportamiento de los individuos a los que se les ha colocado un transmisor cambia con respecto al comportamiento normal debido a que cargan un objeto extraño que puede representar un elemento de peso en cuanto al éxito de captura de presas o de escape a depredadores (White y Garrot, 1990), mientras otros autores opinan que el efecto de la colocación del transmisor es temporal y varía de una especie a otra (Withey et al., 2001).

La radio telemetría es un instrumento muy eficaz en el estudio de especies difíciles de observar en vida silvestre. Además, nos permite realizar cálculos y análisis más exactos que otros métodos como la captura-recaptura. Mientras no exista un método indirecto tan

eficaz como la radio telemetría para calcular áreas de actividad y uso de hábitat, la captura de individuos seguirá siendo necesaria.

Error de las Localizaciones

Withey et al. (2001) menciona que existen dos fuentes de error en estudios de telemetría que no son tomados en cuenta: 1) Los efectos de la captura, el marcaje, utilización de transmisores y seguimiento, y 2) la habilidad para estimar exactamente las localizaciones de los transmisores. Ambas fuentes de error deben tomarse en cuenta en todos los estudios de telemetría.

Además, hay factores que pueden afectar la habilidad para estimar exactamente las localizaciones como por ejemplo, la localización de los transmisores y los receptores, el terreno, el equipo, el estado del tiempo, los observadores, las líneas de luz y la vegetación (White y Garrott, 1990). También podemos encontrar error debido a la interferencia por ruido causado por otros equipos de transmisión, como radios, y la interferencia debido al bloqueo de la señal por edificios y otras construcciones. Un aspecto muy importante a considerar son los rebotes de la señal en formaciones rocosas y edificios (White y Garrott, 1990). El error varía dependiendo de la escala del estudio y del hábitat. Por lo tanto, se requieren pruebas específicas para cada sistema (White y Garrott, 1990).

Cabe mencionar que al utilizar un método como el de triangulación para obtener la localización de un individuo, se obtiene sólo una estimación del área en la que se encuentra el individuo (Springer, 1979; White y Garrott, 1990). Para obtener el error se debe probar el sistema de triangulación y así determinar la desviación estándar de las localizaciones direccionales necesaria para estimar con precisión (White y Garrott, 1990). Incrementar la

muestra o excluir datos no supera al error del sistema de triangulación (Withey et al., 2001); se debe medir el error de las antenas y de ser necesario reubicarlas para reducirlo.

Hay varios métodos para medir el error de las antenas; el más utilizado es el “beacon test” (White y Garrott, 1990). Cuando se utilizan localizaciones simultáneas, con este método, el movimiento de los animales es menos importante al momento de calcular el error (Schmutz y White, 1990), ya que no hay riesgo de que la ubicación del animal haya cambiado entre toma de localizaciones.

Intervalo de Muestreo

Al momento de determinar el intervalo de muestreo es necesario considerar que los datos deben ser independientes para evitar la pseudoreplicación (Swihart y Slade, 1985a; 1985b). El efecto que tiene la correlación de datos depende en gran medida del método de estimación que se utilice para analizar los datos de área de actividad. Kernohan et al. (2001) encontraron que las áreas de actividad calculadas con Polígono Mínimo Convexo (Mohr, 1947) tienen más error por datos correlacionados que las estimaciones realizadas con el método Kernel (Worton, 1989).

Para determinar el intervalo de muestreo apropiado y evitar que los datos estén correlacionados Swihart y Slade (1985a; 1985b) propusieron un desarrollo estadístico basado en la tasa de Schoener (1981) llamado tiempo para la independencia (TTI). Este índice es una herramienta analítica que determina el intervalo de tiempo necesario para obtener independencia estadística (Swihart y Slade, 1985a, 1985b).

La independencia de los datos no siempre es importante, pues para el caso de animales migratorios que se mueven esporádicamente hacia porciones del área que no se

usan comúnmente el TTI tiende a ser muy grande y poco realista (McNay et al., 1994). Rooney et al. (1998) observaron que en el caso de un lagomorfo y un roedor los intentos para obtener datos independientes estadísticamente dieron como resultado datos redundantes y subestimación significativa del área de actividad. Por lo tanto, se debe tener en cuenta los hábitos del sujeto de estudio para determinar si se obtendrá mayor información con datos correlacionados o independientes (McNay et al., 1994); la importancia de la independencia de los datos también varía dependiendo de la información que queremos obtener, pues para obtener datos detallados de movimiento diario intervalos de muestreo cortos son más recomendables (Reynolds y Laundré, 1990). Es decir, en algunos casos los datos independientes no reflejan características de comportamiento de los individuos que puede ser información valiosa.

Al momento de decidir entre obtener datos independientes o tamaño de la muestra, es preferible obtener un tamaño de muestra adecuado que independencia entre datos (Reynolds y Laundré, 1990; McNay et al., 1994; Rooney et al., 1998). En todo caso, se sugiere mantener intervalos de muestreo constantes a lo largo del estudio sin preocuparse por la independencia de los datos (White y Garrott, 1990; Rooney et al., 1998; Powell, 2000; Kernohan et al., 2001).

Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra requerido para realizar un estudio con radio-telemetría depende de los objetivos del estudio, pero varía dependiendo del estimador utilizado en el caso de los estudios de área de actividad y uso de hábitat. Un estimador Kernel requiere de 30 localizaciones aunque es mejor obtener 50 y el Polígono Mínimo Convexo (PMC)

requiere entre 200 y 300 localizaciones (Kernohan et al., 2001), todos los estimadores existentes hasta el momento son sensibles al tamaño de la muestra (Boulanger y White, 1990; Kernohan et al., 2001). Sin embargo, es difícil obtener un tamaño de muestra grande en estudios de radio-telemetría a menos que se utilicen sistemas de satélite o GPS.

Para calcular el tamaño de la muestra se realiza un gráfica del número de localizaciones contra área de actividad. Una vez que la gráfica alcanza una asíntota el tamaño de la muestra es adecuado para el estimador a utilizar. Gautestad y Mysterud (1993; 1995) realizaron un análisis de tamaño de la muestra (n) y observaron que los casos en los que se alcanza una asíntota son raros, generalmente el área de actividad aumenta a una tasa de \sqrt{n} conforme se obtienen más localizaciones sin alcanzar una asíntota.

Área de Actividad

La definición de área de actividad o ámbito hogareño más aceptada es la de Burt (1943) que señala que el área de actividad es “el área atravesada por el individuo en sus actividades normales de forrajeo, apareamiento y cuidado de crías”. Kernohan et al. (2001) mencionan que la definición de Burt ha sido muy criticada ya que es laxa en cuanto a uso del lenguaje y no toma en cuenta temporalidad, por lo tanto sugieren al área de actividad como “la extensión de área con una probabilidad definida de ocurrencia de un animal durante un periodo específico”.

Hayne (1949) introdujo el concepto de “centro de actividad” y la importancia que tiene la información acerca de la intensidad de uso de varias partes del área de actividad dentro de este concepto, que ahora se conoce también como “área núcleo”. Ambos términos

se refieren a “la habilidad de distinguir entre patrones de uso no-uniformes dentro del ámbito hogareño” (Kernohan et al., 2001).

Los investigadores se han encontrado con muchos problemas a la hora de calcular el área de actividad, pues los resultados varían dependiendo del método de muestreo y del estimador utilizado.

Algunos autores (White y Garrott, 1990; Gautestad y Mysterud, 1993, 1995; Powell, 2000) opinan que debemos concentrarnos más en la información interna del área de actividad que en las fronteras del mismo, pues esta información es más valiosa en cuanto a la comprensión de la ecología de las especies y la realización de planes de manejo adecuados para su protección. El conocimiento del área de actividad resulta una herramienta útil para la conservación de la fauna debido a que nos proporciona información concerniente al área aproximada necesaria para mantener una población viable.

Métodos de estimación de Área de Actividad

En la actualidad existen varias formas para analizar los datos de área de actividad; la división más grande se puede realizar entre los métodos paramétricos y métodos no-paramétricos. Los métodos paramétricos requieren una distribución particular para calcular el área de actividad, mientras que los métodos no-paramétricos no asumen que las localizaciones tiene una distribución estadística particular, por lo tanto, son mas robustos y permiten al estimador adaptarse a localizaciones mas irregulares (Kernohan et al., 2001).

La exactitud de los estimadores de área de actividad varía mucho, estos estimadores han sido evaluados por diferentes autores (Worton, 1989, 1995; White y Garrott, 1990; Seaman y Powell, 1996; Powell 2000; Kernohan et al., 2001). Estos autores coinciden en

que los mejores estimadores existentes hasta el momento son los Kernel fijo y adaptativo, sin embargo los resultados que éstos arrojan no se pueden comparar con los resultados de otros estimadores, por lo que el Polígono Mínimo Convexo (PMC) y en menor grado la media armónica (MA) se siguen utilizando.

En adelante me referiré al PMC y Kernel fijo, pues serán los estimadores de área de actividad utilizados en este estudio. Ambos estimadores son no-parámétricos, es decir que no requieren de cierta distribución estadística para realizar el cálculo. Son poco sensibles a la autocorrelación de los datos aunque el Kernel es menos sensible que PMC (Kernohan et al., 2001).

El PMC es el método más viejo y común (Mohr, 1947, Seaman y Powell, 1996). Esta técnica requiere un tamaño de la muestra muy grande (entre 200 y 300) para obtener un cálculo de área de actividad confiable. Este estimador es sensible a la autocorrelación de los datos, por lo que se requieren datos independientes para obtener un cálculo de área de actividad más preciso. Otro problema que presenta este estimador es el hecho de que es muy sensible a los puntos que se encuentren fuera de la distribución (*outliers*) del área de actividad y tienden a sobre-estimar el área. Aunque este estimador no es el mejor, se sigue utilizando para fines de comparación con otros estudios (Kernohan et al., 2001).

El Kernel fijo y adaptativo (Worton, 1989) son estimadores no-paramétricos, que requiere un tamaño de la muestra pequeño (>50) para realizar el cálculo de área de actividad. Este estimador se desarrolló a partir de una herramienta estadística por lo que es poco sensible a la autocorrelación de los datos y a los “outliers”. Aunque de momento este estimador es el más recomendado para realizar análisis de área de actividad no es un método cien por ciento exacto (Kernohan et al., 2001).

Las propiedades estadísticas de los estimadores de densidad Kernel dependen del nivel del parámetro suavizador (“smoothing parameter”, h), que define el detalle de los datos en la estimación de densidad (Worton, 1995). Este parámetro se puede calcular por medio del método de referencia (h_{ref}), que utiliza las varianzas de (x, y) o por medio del método de validación cruzada cuadrada mínima (“least square cross validation”, h_{lscv}) que minimiza las discrepancias entre la densidad estimada y la verdadera. De acuerdo con Worton (1995) es mejor utilizar h_{lscv} a la hora de analizar datos de telemetría con estimador Kernel 95% pues produce un error más pequeño que h_{ref} .

La diferencia entre Kernel fijo y adaptativo de acuerdo con Kernohan et al. (2001) es que el estimador Kernel fijo es mejor al calcular los límites del área de actividad mientras que Kernel adaptativo es un poco mejor en cuanto a lo interno. Kernel fijo utiliza un valor de h para el conjunto de datos mientras Kernel adaptativo calcula un valor de h a partir de un valor piloto para cada dato. Seaman y Powell (1996) opinan que Kernel fijo con h_{lscv} produce una estimación de área de actividad mejor que otros métodos como Kernel adaptativo y media armónica. Independientemente de que se utilice un estimador Kernel fijo o adaptativo se debe prestar singular atención a la selección de h (Worton, 1995).

Por convención se utiliza el 95% de los datos para realizar los análisis de área de actividad. “No hay una razón clara para la elección de este valor, pero se considera que utilizando este porcentaje se eliminan los datos referentes a exploraciones realizadas por el individuo, sin embargo esto no se ha probado” (Powell, 2000). “El uso del 95% puede ser aceptado ampliamente debido a que parece ser consistente con el también arbitrario valor de $p = 0.05$ para probar significatividad estadística” (Powell, 2000).

Uso de Hábitat

Los ambientes están conformados por parches de vegetación heterogéneos y algunas especies realizan un uso diferencial de estos parches. Los estudios de uso de hábitat nos permiten conocer cuanto tiempo pasan los individuos en áreas particulares y nos dan una idea de que tan sensibles son los individuos, a la fragmentación del hábitat. Factores como la disponibilidad de presas y sitios de anidamiento, afectan la manera en que cada individuo utiliza su hábitat.

El uso de hábitat se mide con la proporción de tiempo que pasa un individuo en un sitio particular (hábitat disponible). Por lo tanto, para realizar un estudio de uso de hábitat es necesario conocer la disponibilidad del mismo. La disponibilidad de hábitat se establece, en la mayoría de los casos, diferenciando tipos de vegetación en un mapa. Sin embargo, las barreras que el investigador identifica no siempre corresponden con las barreras reales para el individuo o la especie (White y Garrott, 1990).

Al momento de realizar un análisis de este tipo es necesario identificar las fuentes de error, pues a diferencia de los estudios de área de actividad, los estudios de uso de hábitat son más sensibles al sesgo de las localizaciones; las localizaciones que se encuentran en las fronteras de los polígonos de vegetación tiene alta probabilidad de encontrarse en cualquiera de las dos áreas y es difícil asignar una en particular. En este tipo de estudios se asume que el error de las localizaciones es mínimo, que las localizaciones son independientes, que la muestra es representativa de la población (muestra al azar), y que todos los individuos de la población tienen la misma preferencia de hábitats (White y Garrott, 1990).

Existen varios métodos para analizar el uso de hábitat, muchos de los cuales se basan en la prueba estadística de χ^2 ($\chi^2 = (\text{Observado}-\text{Esperado})^2/\text{Esperado}$; Litvaitis et al., 1996). Las principales diferencias entre estos métodos se deben al escenario a considerar. La prueba de Neu et al. (1974) se considera la mejor cuando se conoce la disponibilidad del hábitat y se puede aplicar a cada individuo; mientras que, la prueba diseñada por Johnson (1980) asume que la disponibilidad del hábitat no se conoce con precisión y es más apropiada cuando no se puede definir la disponibilidad (Alldredge y Ratti, 1986; White y Garrott, 1990).

Cuando el tiempo que pasa un individuo en un sitio es mayor al hábitat disponible hay una selección en cuanto al uso de hábitat, es decir que no es aleatorio. Mientras que si el uso es proporcional a la disponibilidad del hábitat, entonces no hay uso diferencial.

Hay que tener en cuenta que ninguno de estos análisis nos permite conocer que tan crucial es el hábitat para cada individuo. Para saber la importancia del hábitat es necesario realizar estudios experimentales de larga duración donde se controlen diferentes variables que pueden afectar la tasa de supervivencia y reproducción de los individuos (White y Garrott, 1990).

Hábitos Alimentarios

“El actual periodo de extinción ha provocado la necesidad de generar conocimiento básico de manera rápida para realizar diagnósticos ambientales durante alteraciones del hábitat a gran escala” (Litvaitis, 2000). El análisis de hábitos alimentarios es una herramienta que permite realizar estos diagnósticos pues el tamaño poblacional está

limitado por la disponibilidad de recursos como el alimento, el agua, la cobertura y los sitios de anidamiento o las madrigueras (Litvaitis et al., 1996); siendo la distribución y abundancia del recurso alimenticio una de las principales características del ambiente que influyen la selección del hábitat (Litvaitis et al., 1996).

Desde hace muchos años se han realizado análisis de hábitos alimentarios de los organismos como primer acercamiento para obtener información general a cerca de la manera en la que estos aprovechan su hábitat (Litvaitis et al., 1996; Litvaitis, 2000); y además nos permite comprender las interacciones competitivas esenciales entre especies (Jaksic et al., 1992; Wiens, 1993) o determinar como los patrones de forrajeo de los individuos afecta la composición a nivel comunidad (Litvaitis, 2000).

Existen diferentes maneras de realizar estudios de hábitos alimentarios, entre ellos, el análisis de heces fecales tiene la ventaja de permitir muestrear grandes segmentos de la población a lo largo del año y es un método barato; sin embargo presenta la desventaja de no poder clasificar a las muestras por categoría de edad o sexo, además la digestibilidad diferencial limita la evaluación de la importancia de diferentes alimentos (Litvaitis, 2000).

Otra ventaja que presenta el análisis de heces es que la materia fecal y las pieles para el estudio de los hábitos alimentarios en carnívoros requieren preparación mínima. Dependiendo del tamaño de la presa y el nivel de masticación, la mayor parte del material encontrado en las muestras se puede identificar con guías de campo de aves, mamíferos e insectos para comparar. Otros elementos se pueden identificar a través de los huesos, dientes, pelo, plumas o patrones de escamas (Litvaitis, 2000). Los pelos dorsales de los mamíferos pueden resultar particularmente útiles para la identificación de especies debido a

presentan características particulares de color de bandas, patrones de pigmento medular, y morfología de las escamas cuticulares (Litvaitis, 2000).

La manera más común para reportar los datos obtenidos en estudios de hábitos alimentarios es el de “frecuencia o porcentaje de ocurrencia (PO)” (Ackerman et al., 1984; Baker et al., 1993) que se estima con la siguiente fórmula:

$$PO = (f_i/N) 100$$

Donde f_i es el número de excretas en que el artículo i aparece y N es el número total de excretas; también se reporta la frecuencia relativa (FR):

$$FR = (f_i/\sum f_i) 100$$

Que representa la cantidad de veces que el artículo i aparece como porcentaje de todos los elementos encontrados en las heces. La frecuencia de ocurrencia indica que tan común es un artículo en el total de heces, mientras la frecuencia relativa es mejor indicador de los hábitos alimentarios pues toma en cuenta que se puede encontrar más de un elemento por excreta (Ackerman et al., 1984). Sin embargo, aunque estos métodos permiten la comparación con otros estudios, ambos sobrestiman a las presas pequeñas y subestiman las presas grandes de una dieta (Ackerman et al., 1984; Karanth y Sunquist, 1995); para evitar este tipo de problemas se han realizado estudios donde se mide la biomasa de cada elemento en una excreta (Litvaitis et al., 1996).

Bassariscus astutus

El nombre cacomixtle viene del náhuatl tlacomiztli que significa mitad león montés. El cacomixtle (*Bassariscus astutus*) pertenece al orden Carnivora y a la familia Procyonidae. Su pariente más cercano es *Bassariscus sumichrasti*, también llamado cacomistle, el cual se distribuye hacia el sur de la República Mexicana; aunque existe cierta área de sobreposición, no se ha reportado reproducción entre ambas especies (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

Bassariscus astutus tiene distribución muy amplia que abarca gran parte del sudoeste de los Estados Unidos de Norte América y del territorio de México. Se han reportado en altitudes que van desde el nivel del mar hasta 2900msnm (Kaufmann, 1982; Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

Poglayen-Neuwall y Toweill (1988) reportan que las medidas de machos y hembras varían (Longitud total = 616 a 811mm; longitud cola = 310 a 438mm; longitud pata trasera = 57 a 78mm; longitud oreja = 44 a 50mm; y masa corporal = 870 a 1100gr); de manera que las hembras son los individuos más pequeños.

Tienen pies semiplantígrados y pentadáctilos, con huellas que miden entre 25 y 65 mm. No hay diferencias significativas entre las huellas de la pata delantera y de la pata trasera, las garras no son retráctiles. En general, es difícil encontrar huellas pues esta especie se encuentra en hábitats muy rocosos (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

La temporada reproductiva va de febrero a mayo y el parto tiene lugar dentro de una madriguera. Se ha reportado la presencia de 1 a 5 crías cada año, y que alcanzan su tamaño total a las 30 semanas de edad. La madre constantemente cambia a las crías de una madriguera a otra para protegerlas (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

Los cacomixtles se consideran omnívoros; aunque la carne juega un papel muy importante en su alimentación. Sus hábitos alimentarios pueden variar estacionalmente dependiendo de la disponibilidad y abundancia de presas (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988). Los estudios sobre hábitos alimentarios realizados en México hasta el momento son pocos (Calderon-Vega, 2002; Rodríguez-Estrella et al., 2000; Nava-Vargas et al. 1999, realizados en Isla Espíritu Santo, Isla San José e Hidalgo respectivamente) y reportan que los cacomixtles se alimentan principalmente de mamíferos, artrópodos y plantas.

Los cacomixtles son animales estrictamente nocturnos, ya que solo se les encuentra activos durante la noche y en la penumbra (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988; Kavanau y Ramos, 1972). Trapp (1978) observó, en animales silvestres con collares de radio-seguimiento, que el “46.8% iniciaban actividad en completa oscuridad, 26.4% al anochecer y el 8.8% dentro de los 45 minutos antes de anochecer”. También observo que el fin de la actividad se daba en “42.3% en oscuridad, 34.6% al amanecer y 23.1% dentro de los 45 minutos después de amanecer”. En un estudio de ciclo circadiano, Kavanau y Ramos (1972), observaron que algunos cacomixtles en cautiverio están inactivos durante periodos de lluvia.

Los cacomixtles pueden encontrarse en hábitats muy variados (bosque de encino, zonas riparias, bosque de juníferos, pastizal, desierto, etc.), y es común observarlos cerca de cuerpos de agua ya que dependen de su disponibilidad. Se protegen en huecos de árboles, en salientes de rocas, bajo las raíces y utilizan madrigueras cavadas por otros animales (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988), pues tienen depredadores como: búhos, coyotes (*Canis latrans*), mapaches (*Procyon lotor*) y tigrillos (*Leopardus wiedii*).

Aunque son simpátricos en gran parte de su distribución con *Urocyon cinereoargenteus* y *Vulpes macrotis*, estos no son considerados verdaderos competidores,

por que difieren en la forma en que utilizan su hábitat, en la técnica de explotación del mismo, en su uso de hábitat temporal y en sus hábitos alimentarios (Trapp, 1973, 1978); aunque hay evidencia de competencia por alimento con *Procyon lotor*, *Didelphis marsupialis*, *Urocyon cinereoargenteus* y *Mephitis mephitis* (Wood, 1952). El cacomixtle generalmente cede el paso a la zorra gris, el mapache y los zorrillos o se evitan mutuamente (Gander, 1965; Ingles, 1954; Lemoine, 1977).

En cuanto a su área de actividad, puede existir un cambio estacional, y no hay sobreposición del área de actividad de individuos del mismo sexo, aunque si se presenta un poco entre individuos de sexos distintos. El área de actividad reportada varía mucho dependiendo del hábitat y posiblemente del sexo. Se han reportado áreas de actividad promedio desde 8.8 ha en California (Lacy, 1983) hasta 136 ha en Utah (Trapp, 1978). Utilizan sus glándulas anales para delimitar su territorio (Belluomini y Trapp, 1984; Taylor, 1954; Toweill y Teer, 1980; Trapp, 1978; Barja y List, en revisión). Se han estimado densidades poblacionales desde 7 hasta 20 individuos/km²; aunque generalmente son solitarios.

Son expertos trepadores, capaces de ascender paredes verticales, de manera que no tienen dificultades para encontrar refugio (Trapp, 1972). Son muy buenos cazadores de roedores y son fácilmente domesticables, por esta razón los cacomixtles se utilizaban en las fronteras de las minas para controlar a los roedores (Leopold, 1990).

Bassariscus astutus no se encuentra en ninguna categoría de riesgo, ya que ni su carne, ni su piel tienen gran valor comercial. Sin embargo, estos animales son envenenados con frecuencia, debido a que se les relaciona con la muerte de aves de corral, pues son capaces de saltar paredes altas, teniendo así fácil acceso a las aves que se encuentran en sus perchas (Leopold, 1990).

Se conoce poco de la biología de esta especie. En México sólo se han realizado algunos estudios sobre patrones alimentarios (Calderón-Vega, 2002; Rodríguez-Estrella, 2000; Nava-Vargas, 1999; González-Saldivar, 1982), sobre el índice de visitas a estaciones olfativas (Reyes-García, 2002) y sobre el marcaje territorial (Barja y List, en revisión).

Dos estudios realizados en la reserva de "El Pedregal de San Ángel" toman en cuenta al cacomixtle; Negrete y Soberón (1994), quienes realizaron cálculos de las densidades absolutas y los tiempos estimados de extinción para los mamíferos silvestres de la reserva ecológica de "El Pedregal de San Ángel", comentan que el cacomixtle tiene una densidad absoluta de 0.27 ha, densidad muy baja que podría justificar una atención especial y una cercana vigilancia numérica; estos autores calcularon que el tiempo estimado de extinción para la especie es de 14 años, considerando una población cerrada. Por otra parte, Chávez (1998) comenta que dentro de la reserva se podría encontrar sólo un cacomixtle cada 4 ha y Soberón et al. (1991) calcularon una densidad de 0.15 cacomixtles por hectárea. Barja y List (en revisión) realizaron un estudio sobre el marcaje territorial con heces en el cacomixtle de la reserva realizado.

EL PEDREGAL DE SAN ÁNGEL

La reserva ecológica de "El Pedregal de San Ángel" fue establecida el 30 de septiembre de 1983 por la UNAM para conservar la fauna y flora natural de la región (Valiente-Banuet y De Luna García, 1990). El 20 de agosto de 1990 la reserva fue ampliada de 124 ha a 146.89 ha, y con la ampliación se definieron las actividades que pueden realizarse en las distintas zonas (Fig. 1; Soberón et al., 1991).

La información con la que se cuenta actualmente sobre el pedregal de San Ángel es principalmente de listados de flora y fauna y en menor medida sobre ecología vegetal, geología y climatología (Soberón et al., 1991).

El pedregal de San Ángel es un malpaís producto de la erupción del volcán Xitle hace 2,500 años. Se encuentra en el rincón sudoeste de la cuenca hidrográfica del Valle de México (Rzedowski, 1954). Se ubica en el eje neovolcánico, donde confluyen las regiones biogeográficas neártica y neotropical, lo que le confiere gran riqueza vegetal y animal.

Su área es de aproximadamente 80 km². Políticamente pertenece al Distrito Federal y está dividido en las delegaciones Coyoacán, Álvaro Obregón, Tlalpan y Magdalena Contreras. Su altitud varía entre los 2,350 msnm y 3,100 msnm (Rzedowski, 1954).

Los suelos que se encuentran por encima de la capa de roca volcánica son principalmente de origen eólico y orgánico. Otras fuentes de menor importancia podrían ser los productos de descomposición de la lava, así como acarreos de origen aluvial o humano. El suelo se acumula en las fisuras y depresiones; su espesor no sobrepasa unos cuantos centímetros, pero las diferentes partes del pedregal pueden presentar diferencias al respecto (Rzedowski, 1954). El suelo del pedregal es arenoso-limoso, moderadamente ácido y con gran cantidad de materia orgánica, potasio y calcio (Rzedowski, 1954).

Dentro de este estudio se considera al área de la reserva y de ciudad universitaria como un ambiente suburbano ya que, el movimiento que se presenta es más característico de una zona denominada de esta forma. Ciudad Universitaria se encuentra cerrada al público general durante la noche, domingos y días festivos, el único movimiento que se registra es el de vigilancia, quienes dan rondas nocturnas a bordo de patrullas. Estas patrullas entran de vez en cuando a la reserva, la cual cuenta con algunos caminos aptos para meter un automóvil. La reserva además presenta movimiento durante el día, ya que algunos de los residentes de las zonas cercanas utilizan este espacio para correr. La afluencia de estas personas se concentra principalmente en las mañanas. Estas personas no suelen salir de los caminos establecidos. Durante el transcurso de este estudio, se observó que algunas personas utilizan la reserva como sitio para vivir, es probable que el impacto generado por estos individuos sea mínimo, ya que tienden a utilizar siempre la misma área y son pocos individuos.

Clima

La cuenca posee un clima templado y sin estación fría pronunciada. La temperatura máxima del año corresponde al mes de mayo y la mínima a enero. La distribución de la precipitación es muy desigual, presentando una temporada de lluvias (de junio a octubre) y otra seca (de noviembre a mayo). El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano (Cb (Wi) (W)) de acuerdo con la clasificación de Köppen (modificada por García, 1988; Negrete, 1991). La temperatura media anual es de 15.5°C con variaciones extremas que van desde los -6°C hasta los 34.6°C y con una precipitación pluvial de 870mm anuales (Valiente-Banuet y De Luna García, 1990).

De acuerdo con información proporcionada por el Servicio Meteorológico Nacional (2004), la precipitación promedio anual en el D. F. fue de 771mm y 768mm para los años 2002 y 2003 respectivamente.

Durante el año 2002 la temporada de lluvias fue de junio a octubre con una precipitación de 660.7mm; la precipitación promedio mensual máxima se dio en el mes de septiembre y fue de 191mm. Durante la temporada de secas (noviembre a mayo) se acumularon 110.3mm.

En el año 2003 la temporada de lluvias fue de junio a octubre con una precipitación acumulada de 706.9mm; la precipitación promedio mensual máxima se ubicó en el mes de junio con 194.7mm. Durante la temporada de secas (noviembre a mayo) se acumularon 61.1mm.

Vegetación

Los pedregales son lugares privilegiados para el desarrollo de una flora muy rica y variada. La riqueza florística del pedregal puede deberse a que en ella hay gran cantidad de hábitats (Rzedowski, 1954). Otro factor que puede influir en la riqueza florística es la propiedad de la roca basáltica de absorber el calor. Además hay que agregar que el centro y sur de México poseen una flora de las más ricas del mundo (Rzedowski, 1954) debido a la confluencia de las zonas biogeográficas neártica y neotropical.

La reserva se encuentra ubicada en la comunidad de *Senecio praecox*, un matorral xerófilo (Valiente-Banuet y De Luna García, 1990). Esta asociación está constituida predominantemente por un estrato herbáceo bien desarrollado, un estrato arbustivo ligeramente menos importante y pocos elementos arbóreos (Rzedowski, 1954). Además

podemos encontrar dos especies con distribución restringida a este pedregal, *Bletia urbana* y *Mammillaria san-angelensis* (Alvarez-Sánchez et al., 1986) ambas en peligro de desaparecer de acuerdo con Panti-Madero (1984).

Según Rzedowski, en 1954 existían 583 especies de plantas en el Pedregal, de las cuales se podían encontrar 319 especies dentro de la asociación de *Senecio praecox*. De acuerdo con Valiente-Banuet y De Luna García, para 1990 el número de especies vegetales dentro del Pedregal, se había reducido a 301, de las cuales 226 son originales. Lo que representa una pérdida del 29.1% de las especies vegetales de la reserva.

La extensión total de la asociación *Senecio praecox* ha disminuido de 4000 ha a sólo 124.5 ha. La extinción local de los elementos está relacionada con la urbanización y el saqueo de especies (Valiente-Banuet y De Luna García, 1990). Además de la introducción de especies no nativas, como es el caso del eucalipto (*Eucalyptus resinifera*).

Segura-Burciaga y Martínez-Ramos (1994) mencionan que los eucaliptos plantados en 1951 a los lados de los caminos vehiculares que circundan la reserva han tenido un avance hacia ésta. Encontraron que en 33 años la población de eucaliptos creció a una tasa promedio de 9.22%. Cubriendo una extensión de 8% del área total de la reserva. Estos autores reportan que para el año en que se realizó el estudio, la tasa de crecimiento de la población era cercana a cero, probablemente debido a la escasa disponibilidad de suelo. Sin embargo, la hojarasca producida por los eucaliptos establecidos representa un frente de avance de la invasión que puede ocasionar expansiones futuras, las cuales serían lentas. La principal problemática que representa la introducción de especies exóticas, como ésta, es que alteran los procesos que afectan la estructura y el funcionamiento de las comunidades naturales (Segura-Burciaga y Martínez-Ramos, 1994). Además, pueden llegar a desplazar a la vegetación nativa por medio de competencia.

Fauna

De acuerdo con Soberón et al., (1991) dentro del pedregal podemos encontrar alrededor de 42 especies de lepidópteros diurnos, 900 especies de coleópteros¹, 300 especies de himenópteros¹, 240 especies de hemípteros¹, 150 especies de dípteros¹, 26 especies de ortópteros, 30 especies de ácaros¹, 30 especies de nemátodos¹, 17 especies de colémbolos, 47 especies de arácnidos, 34 especies de mamíferos, 50 especies de aves y 13 especies de reptiles y anfibios.

Cabe mencionar que en el caso de algunos valores reales reportados no se han realizado muestreos intensivos. Es posible que en el futuro el número de especies incremente, sobre todo en lo que respecta a invertebrados. Por otra parte, para los valores calculados el rango de error puede ser grande pues se reportan 300 especies calculadas de lepidópteros diurnos y 42 especies reales para el Pedregal. En el Pedregal hay reportados dos posibles endemismos; la rana arborícola *Hyla arenicolor* y la culebra *Thamnophis dorsalis*, además de 13 nuevos registros de colémbolos para el Distrito Federal, de los cuales 11 son nuevos registros para México (Álvarez-Sánchez et al., 1986).

Para el caso de los mamíferos de la reserva se han reportado diferente número de especies, tanto históricamente como en la actualidad. Soberón et al. (1991) reportan, como se menciona anteriormente, 34 especies de mamíferos en el Pedregal. En un trabajo posterior Negrete y Soberón (1994) reportaron que históricamente había 37 especies de mamíferos en la reserva del pedregal de San Ángel y que en la actualidad quedan alrededor de 22, aunque en su estudio sólo registraron 16. Por otra parte, Chávez (1993) menciona que históricamente se habían reportado 33 especies de mamíferos que se redujeron a 24. El

¹ Valores calculados por Soberón et al. (1991) a partir de posibles cadenas tróficas.

mismo Chávez en un trabajo posterior (1998) reporta que históricamente se registraron en el Pedregal 45 especies de mamíferos silvestres y que en la actualidad este número se ha reducido a 27 especies. Las principales diferencias entre los listados se deben a que Negrete y Soberón (1994) consideran a tres especies introducidas de roedores (*Rattus norvegicus norvegicus*, *Rattus rattus alexandrinus* y *Mus musculus brevirostris*), mientras Chávez (1993) toma en cuenta a dos especies más de murciélagos (*Pteronotus parnelli mexicana* y *Myotis lucifugus oculus*) que probablemente se encuentren en la reserva. En su trabajo posterior, Chávez (1998) menciona especies extra como: dos especies más de ratas y/o ratones, una especie de armadillo y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Además de la posible existencia en el Pedregal de coyotes (*Canis latrans*), mapaches (*Procyon lotor*) y pumas (*Felis concolor*), los cuales se han retirado hacia las partes superiores del derrame del Xitle debido al rápido crecimiento de la mancha urbana (Chávez, 1998).

Las especies de mamíferos que se han extinguido del Pedregal son (Chávez, 1993; y Negrete y Soberón, 1994): 6 especies de ratones (*Liomys irrotatus alleni*, *Reithrodontomys fluvescens toltecus*, *Reithrodontomys meglotis satutatus*, *Peromyscus maniculatus labecula*, *Peromyscus melanotis*, *Microtus mexicanus mexicanus* y *Sigmodon hispidus berlandieri*), una musaraña (*Sorex ventralis*), una tuza (*Pappogeomys merreami merreami*) y una ardilla (*Spermophilus mexicanus mexicanus*). Estos representan entre el 39% y el 40% de las especies que se encontraban originalmente en el lugar.

Los mamíferos pertenecientes al orden Carnivora registrados en el Pedregal son: la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), el cacomixtle (*Bassariscus astutus*), el zorrillo manchado (*Spilogale putorius*), el zorrillo listado (*Mephitis macroura*) y la comadreja de cola larga (*Mustela frenata*). También se ha reportado la presencia de perros (*Canis*

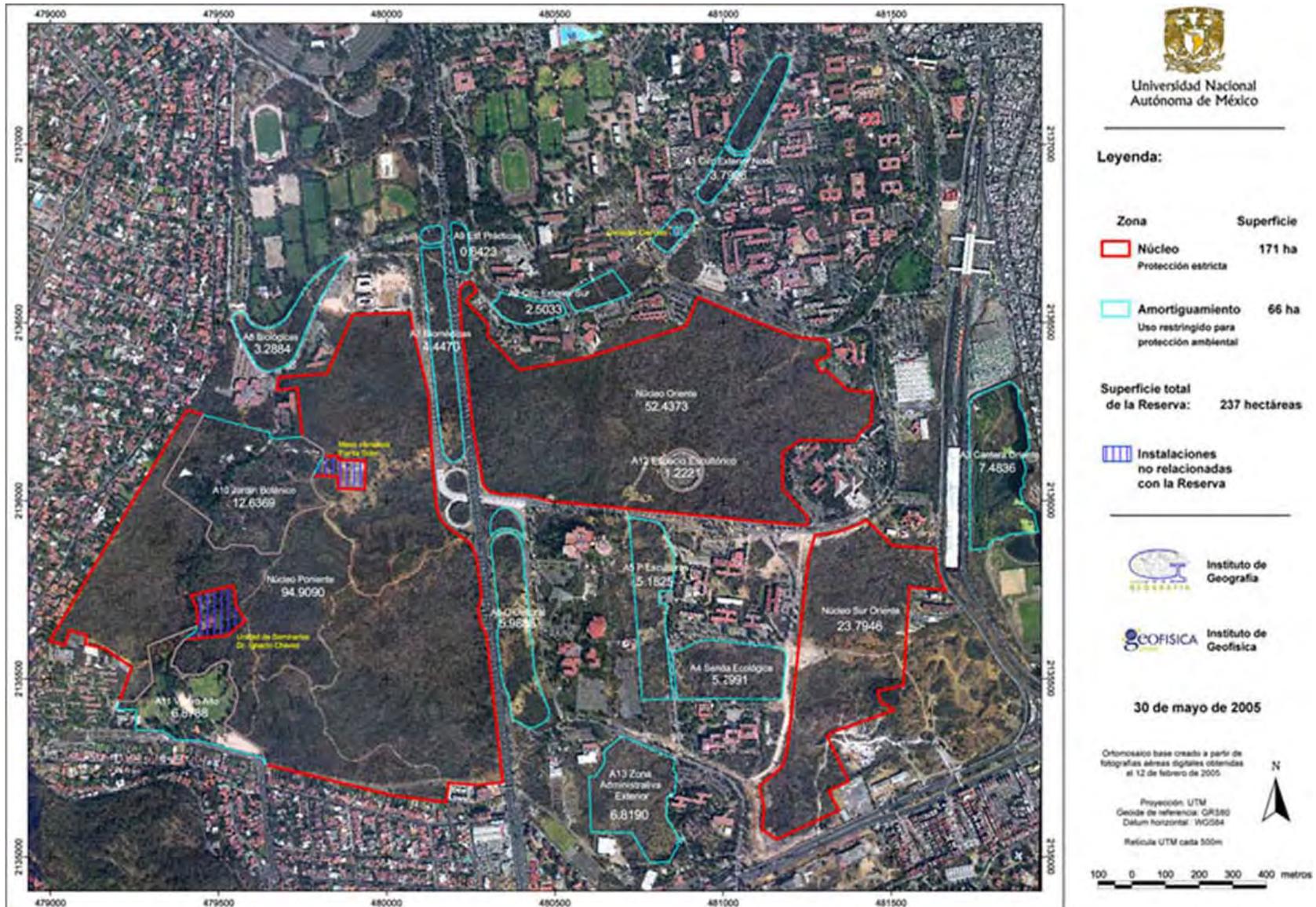
familiaris) y gatos (*Felis catus*) ferales, aunque no forman parte de la fauna nativa. Últimamente ha existido controversia con respecto a la extinción de la comadreja en la reserva, sin embargo Chávez, (com. pers.), mencionó dos avistamientos de dicha especie en los terrenos de Ciudad Universitaria cercanos a la reserva. Entre los mamíferos, las especies más susceptibles a la destrucción y fragmentación del hábitat son los roedores y los carnívoros, por lo que algunas especies se han extinto, mientras que en otras las poblaciones se han reducido de manera drástica (Chávez, 1998).

Jardín Botánico

En una parte de la zona de amortiguamiento de la reserva ecológica "El Pedregal de San Ángel" y al sureste del circuito exterior se encuentra el Jardín Botánico de la UNAM, que es utilizado por la fauna que habita la reserva. El Jardín Botánico fue fundado por el Dr. Faustino Miranda el 1o de enero de 1959 con los objetivos de facilitar y fomentar la investigación botánica y colaborar con la enseñanza y divulgación de la botánica (Hernández-Zacarias et al., 1990).

Las plantas del Jardín Botánico están representadas por colecciones organizadas en zonas (árida, templada, calido-húmeda, de plantas útiles y reserva ecológica; ver Hernández-Zacarias et al., 1990).

Figura 1. Reserva Ecológica “El Pedregal de San Ángel”, C. U., UNAM.



MÉTODO

Se construyó un mapa de Ciudad Universitaria tomando como base una fotografía aérea del Instituto de Geografía, UNAM. Se tomaron varias localizaciones con GPS en el área de Ciudad Universitaria y se calibró el mapa con los programas OZI EXPLORER, TRACKMAP e ILWIS. Los programas OZI EXPLORER e ILWIS dan como resultado un mapa más exacto pues toman más puntos de calibración, sin embargo, también era necesario calibrar el mapa en TRACKMAP para su utilización en el programa TRACKER para la triangulación de los datos. Una vez calibrado el mapa con el programa OZI EXPLORER se obtuvieron coordenadas para trazar polígonos de hábitat en el programa ARCVIEW 3.1 (ESRI, 1997) para el análisis de uso de hábitat. Era necesario realizar el mapa con el programa ILWIS, debido a que es compatible con el programa ARCVIEW.

Capturas

La captura de los cacomixtles se realizó con trampas de caja Tomahawk (Tomahawk Live Traps Co., Tomahawk WI). Las trampas de caja se colocaron en sitios cercanos a donde se observó a los animales o rastros de los mismos, siempre y cuando la topografía lo permitiera. Para evitar el robo de las trampas, éstas se colocaron en la tarde y se recogieron en la mañana siguiente, a lo largo de todo el periodo de captura. El trampeo se enfocó a la zona oeste de la reserva, particularmente a la zona aledaña a los institutos de Biología y Ecología debido al rango de transmisión de los radio-collares. Se probaron diferentes tipos de cebo (sardinas, pollo, tortillas y manzana, pan de caja con mermelada de fresa o zarzamora, danonino de fresa y pasas).

Los animales capturados fueron anestesiados con una combinación de 0.15ml/Kg de ketamina y 0.01ml/Kg de xilacina (Evans, 2002), administrados por vía intramuscular. Se tomó el tiempo de inducción (aplicación de la inyección hasta el momento que se dormían), la duración del efecto (tiempo en el que el individuo estaba dormido y se podía realizar el manejo) y el tiempo de recuperación de la anestesia (desde el fin del manejo hasta la liberación).

Los animales fueron marcados con aretes metálicos numerados y se les colocó un radio-collar (AVM Instruments Co., Ltd., Livermore, CA; Wildlife Materials Inc. Mesa AZ) en la frecuencia de 164 MHz. También se tomaron medidas estándar (longitud total, longitud de la cola, longitud de la pata trasera, longitud de la oreja y masa corporal). La categoría de edad se determinó observando el desgaste y coloración de los dientes (para determinar si era un adulto joven o no), el tamaño de los testículos o pezones (sólo si los testículos y pezones estaban desarrollados se consideraba un adulto) y el peso del individuo (< 1400 gr = joven; ≥ 1400 gr = adulto). La liberación se realizó en el sitio de captura. A cada individuo se le asignó una clave con los siguientes datos: BA (*Bassariscus astutus*), número de arete y sexo (M o F)

Se realizó un ANOVA para observar si había diferencias significativas entre el peso de los cacomixtles del Pedregal y datos reportados en la literatura, cuando se encontraban todos los datos. Por otro lado, si sólo se tenían los valores de la media, desviación estándar y tamaño de la muestra, se realizó un análisis de Z_{obs} para comparar promedio de dos poblaciones.

Radio-Telemetría

Para el monitoreo se utilizaron dos antenas de 4 elementos con sistema pico-nulo (AVM Instruments Co., Ltd., Livermore, CA) y dos receptores portátiles (Wildlife Materials Inc., y Telonics, Inc. Mesa, AZ). Una de las antenas era fija, montada en el techo del edificio del Instituto de Ecología, UNAM y la otra semifija, denominada PROTEO, sujeta con un arnés al techo de un automóvil.

Se midió el error de las antenas con el método de “beacon test” (White y Garrot, 1990). Se colocaron cinco collares VHF (Wildlife Materials Inc.) de referencia en diferentes partes del área de estudio, tomando la localización de cada collar con un GPS. Posteriormente se tomaron 3 localizaciones (a las 22:00, a la 01:00 y a las 05:00) por collar con 2 repeticiones entre 5 y 7 minutos después de la primera localización. Finalmente se obtuvo el ángulo real de acuerdo al método descrito por White y Garrot (1990) y se compararon el ángulo real y el ángulo obtenido de cada collar para medir el error en grados hacia diferentes direcciones. También se calculó el error que representa los grados obtenidos en metros para cada 100, 200, 300, 400 y 500 mts por medio de la regla de seno:

$$\frac{\text{co}}{\text{Seno A}} = \frac{\text{ca}}{\text{Seno B}}$$

Donde, co = error en metros, ca = distancia antena collar, A = error en grados y B = 90 – error en grados.

El seguimiento con radio-telemetría se realizó durante un año y tres meses (junio 2002-septiembre 2003) por medio de triangulación simultánea. Dependiendo de la fecha de captura, la duración del collar y la permanencia de los individuos en el estudio, el periodo de seguimiento de cada individuo fue variable. Para calcular el área de actividad se tomaron datos cada hora a partir de las 21:00hrs, cuando la actividad humana disminuía, hasta las 05:30hrs, cuando la actividad humana reiniciaba. La hora de inicio y término se definió de acuerdo a la actividad urbana ya que éstas generan fuerte interferencia con las señales de los collares.

Se utilizó el programa de computadora Tracker para realizar la triangulación de los datos y obtener coordenadas en UTM, después las coordenadas obtenidas se ingresaron al programa ARCVIEW para estimar el Polígono Mínimo Convexo (PMC; Mohr, 1947) y el Kernel fijo (Worton, 1989), ambos con 95% de los datos con Animal Movement Analyst Extensión para ArcView (Hooge y Eichenlaub, 1997). El PMC es el método de estimación de área de actividad más utilizado y permite comparar con otros estudios; mientras que el estimador Kernel fijo es el más recomendado pues tiende a disminuir el error en el borde (Kernohan et al, 2001), por convención se utiliza el 95% de los datos ya que de esta forma se eliminan localizaciones extremas.

Para determinar el horario de actividad se llevaron a cabo sesiones de 24 horas cada mes entre julio 2002 y octubre 2003. Se tomaba una lectura por individuo desde la antena ubicada en el techo del edificio del Instituto de Ecología, cada hora durante 24 horas. Se observaron los grados de diferencia (movimiento) entre cada localización.

Para analizar los datos de uso de hábitat se utilizó el programa Animal Movement Analyst Extension para Arcview (Hooge y Eichenlaub, 1997). Se realizó un mapa de hábitats del área de estudio y se analizó la proporción de hábitat utilizada contra la

proporción de hábitat disponible por medio del análisis propuesto por Neu (Alldredge y Ratti, 1992). El hábitat disponible es el área total ocupada por la suma de las áreas de actividad de todos los cacomixtles. El hábitat utilizado es la proporción de cada hábitat contenido dentro del área de actividad de cada cacomixtle.

Para el análisis el área se dividió en 6 hábitats: (1) Pedregal (corresponde al área de matorral de *Senecio praecox*, es decir la reserva del Pedregal); (2) Perturbada (correspondiente a camellones y otras áreas donde todavía persisten algunas especies de matorral, pero también encontramos otras especies introducidas como *Eucalyptus resinifera*); (3) Jardines y pastos (que son áreas verdes creadas por el hombre como los campos de prácticas); (4) Construcción UNAM (que son los edificios de la UNAM y que se caracterizan por tener horarios laborales establecidos); (5) Circuito (correspondiente al circuito exterior de la UNAM que se caracteriza por tener flujo de automóviles sólo durante el día); y (6) Urbano (correspondiente a las colonias aledañas a la UNAM, donde la actividad puede ser baja, pero el hábitat está totalmente transformado y encontramos animales domésticos).

Hábitos Alimentarios

Se colectaron heces en los caminos, veredas y áreas cercanas a madrigueras para el análisis y determinación de los hábitos alimentarios del cacomixtle en la reserva. Las heces se secaron al aire libre, posteriormente se desmoronaron a mano dentro de una caja de aglomerado con tapas de vidrio para evitar contaminación del ambiente, separando los componentes. Los pelos encontrados fueron montados en una laminilla con bálsamo de Canadá e identificados con microscopio compuesto. Los componentes del excremento

(pelos y semillas) se identificaron hasta llegar a nivel de género, realizando una comparación con una colección de referencia. Los pelos de guardia para la colección de referencia fueron obtenidos de animales de la colección del Laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre del Instituto de Ecología, exceptuando los de zorra gris y cacomixtle que se obtuvieron del trampeo. Cuando las heces presentaban solo uno o dos pelos, se descartaban del análisis de hábitos alimentarios, aunque se llevaba a cabo la identificación para corroborar la procedencia de la excreta. Las semillas fueron identificadas basándose en plantas colectadas durante las incursiones a la reserva e identificadas por la M. en C. Martha Olvera García, del Instituto de Biología, UNAM. Las partes del exoesqueleto de insectos, y plumas encontradas en las heces no fueron identificadas hasta el nivel de género y se agruparon como artrópodos y aves respectivamente. Se realizó un análisis de presencia-ausencia y se calculó la frecuencia de ocurrencia ($FO = (f_i/n)100$) y la frecuencia relativa ($FR = (f_i/\sum f_i)100$) de cada elemento en las heces fecales.

RESULTADOS

Capturas

Las capturas se realizaron durante dos periodos. Durante el primero del 29 de abril al 1 de agosto de 2002 las trampas se colocaban cada dos días. La captura fue suspendida debido a que 5 trampas fueron robadas de los terrenos de Ciudad Universitaria. Reiniciamos las capturas el 2 de octubre de 2002 continuando hasta el 15 de julio de 2003, durante este periodo las trampas se colocaron un día entre semana y los fines de semana. Se colocaron entre tres y nueve trampas por noche debido a la topografía, ya que la superficie del suelo en un pedregal tiende a ser muy irregular y las áreas propicias para colocar trampas son pocas.

Se realizaron un total de 503 noches-trampa. Durante las cuales se capturaron 11 cacomixtles (*Bassariscus astutus*), 6 zorras grises (*Urocyon cinereoargenteus*), 81 tlacuaches (*Didelphis virginiana*) y 11 gatos (*Felis catus*). Los tlacuaches se liberaban inmediatamente y los gatos eran extraídos de la reserva (fueron colocados en casas o sacrificados con una inyección intravenosa de Pentobarbital previa anestesia con ketamina) de acuerdo a la política de la UNAM concerniente a especies exóticas dentro de la reserva. Durante la realización de este estudio no se capturó ni hubo avistamientos de ninguna de las especies de zorrillo reportadas para la reserva. Tampoco se registraron capturas de comadreja (*Mustela frenata*). El éxito de captura para los cacomixtles durante cada periodo fue de 1/62.6 noches trampa durante el primer periodo y de 1/23.75 noches trampa durante el segundo periodo.

Las capturas se realizaron principalmente en las inmediaciones de los Institutos de Biología, Ecología y el Jardín Botánico (Tabla 1); sólo dos capturas (BA390M y BA394F)

se realizaron cerca de la frontera sur de la reserva, zona que después fue descartada debido a encontrarse fuera del alcance de las antenas, pues la finalidad de este estudio era obtener localizaciones de telemetría para análisis de área de actividad.

Se capturaron 9 machos y dos hembras de los cuales un macho y una hembra eran jóvenes (Tabla 1). La hembra adulta presentó desarrollo de las glándulas mamarias y al parecer había tenido crías ese año. Sin embargo, las crías no se capturaron ni se observaron.

Tabla 1. Clave, sexo, categoría de edad, fecha de captura y recaptura y coordenadas de captura de 11 cacomixtles en la reserva ecológica “El Pedregal de San Ángel”.

Clave	Sexo	Categoría de edad	Fecha de captura	Sitio de captura	Recaptura
BA390M	M	Adulto	05-may-2002	Frontera sur	
BA392M	M	Adulto	02-jun-2002	Jardín botánico	07-jun-2002*
BA393M	M	Adulto	15-jul-2002	Jardín botánico	
BA394F	F	Adulto	30-jul-2002	Frontera sur	
BA395F	F	Juvenil	10-nov-2002	Jardín botánico	
BA396M	M	Adulto	11-nov-2002	Jardín botánico	
BA397M	M	Juvenil	08-feb-2003	Costado I. E.	
BA398M	M	Adulto	08-abr-2003	Costado I. E.	
BA568M	M	Adulto	11-may-2003	Antena Nextel	24-may-2003*
BA399M	M	Adulto	18-may-2003	Antena Nextel	
BA569M	M	Adulto	08-jul-2003	Antena Nextel	

*Recaptura en el mismo sitio de la primera captura.

No hay diferencia de peso entre los machos adultos ($X = 1609.37 \pm 138.83$ gr) y la hembra (1750) ya que la única capturada se encuentra dentro del rango de variación de los machos y por lo mismo no se puede realizar ninguna prueba estadística. Un punto importante a destacar es que se encontraba en un rango de peso y longitud de la cola cercano al de los machos más grandes, mientras el resto de las medidas se encontraban en

la mitad del rango o cercano a la medida mínima encontrada en los machos de la misma categoría de edad.

Tabla 2. Peso (gr) y medidas (mm) de los cacomixtles por sexo y categoría de edad. Para machos adultos se presentan los promedios de 6 los individuos capturados.

Sexo/Cat.	Peso	Long. C-C	Long. Cola	Oreja izq.	Pata izq.	Circunf. Cuello	Test-Pezon
Macho adulto*	1450-1800	415-484	347-403	42-58	72-78	158-177	29.6x24.3
Hembra adulto	1750	430	400	50	71	170	1.8x1.6
Macho joven	1350	420	365	51	75	170	S
Hembra joven	1150	435	385	47	76	145	S

*Medidas mínimas y máximas.

Para realizar análisis estadístico del peso de los cacomixtles, se tomaron datos colectados por Suzan-Aspiri (1998) en el Pedregal de San Ángel entre 1996 y 1997; incrementando así, el tamaño de la muestra ($n = 22$; $n_{\text{♂}} = 14$, $n_{\text{♀}} = 7$) de machos y hembras y observamos que las hembras ($X = 1328.57 \pm 241.27$) tienen menor peso que los machos ($X = 1637.5 \pm 166.04$) aunque la diferencia no es significativa ($p > 0.05$).

Para comprobar si el mayor peso de los cacomixtles del Pedregal se debe a un efecto de las características del sitio, se compararon con datos de otras poblaciones. Se encontraron diferencias significativas entre las poblaciones del Pedregal de San Ángel, Desierto de los Leones (Suzan-Aspiri, 1998) y Nuevo León (González-Saldivar, 1982) mediante ANOVA ($F_{2,37} = 18.91559601$, $p = 0.00000219$). La comparación posterior de Least Significant Differences (LSD) no encontró diferencia significativa entre los individuos del Pedregal y el Desierto de los Leones ($p > 0.05$). El peso de los cacomixtles del Pedregal es mayor al de los de Nuevo León; sí hubo diferencia significativa entre las

poblaciones ($p < 0.05$) (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados de prueba estadística LSD comparando el peso de los camcomixtles del D. F. con otras poblaciones.

	Pedregal	Desierto de los Leones	Nuevo León
Promedio	1519.318	1500.000	815.0000
Pedregal^a		0.86102712	0.00000076
Desierto de los Leones^a	0.86102712		0.000013
Nuevo León^b	0.0000007	0.00001	

^a: *Bassariscus astutus astutus*

^b: *B. a. flavus*

Otra población con la que fueron comparados los datos de peso de los cacomixtles del Pedregal fue California (*B. a. flavus*; Trapp y Wyatt, 1997). Este análisis se realizó separando machos y hembras, pues así es como Trapp y Wyatt (1997) reportan sus datos. Se realizó una prueba de intervalos de confianza y contraste de hipótesis (T_{obs}) y se encontró que tanto machos como hembras del Pedregal tienen un peso mayor que lo reportado en California ($T_{obs\text{♀}} = 4.26$, $p_{g170} < 0.005$; $T_{obs\text{♂}} = 10.37$, $p_{g150} < 0.005$).

El resto de las medidas parecen no tener diferencias tan evidentes como el peso, aunque por falta de datos no se realizó un análisis estadístico para confirmarlo.

Anestesia

Se calculó el promedio de la dosis de ketamina y xilacina administradas ($X = 0.26 \pm 0.1$ ml ketamina y $X = 0.02$ ml xilacina). El total de ketamina aplicada resultó ser un poco

más alto que la dosis recomendada (0.15 ml/kg ketamina y 0.015 ml/kg xilacina; Evans, 2002); sin embargo, la media no se aleja mucho de la dosis recomendada calculada para el peso promedio (0.24 ml. para 1648 gr.). En algunas ocasiones era necesario administrar más anestesia (1 – 6 dosis) para mantener a los animales dormidos mientras se realizaba el manejo (Tabla 4).

Tabla 4. Dosis de anestésico administrado a cacomixtles capturados en ciudad universitaria y tiempo total de manejo de acuerdo a la duración de la anestesia.

Clave	Ketamina^A	Xilacina^A	Efecto^B	Duración^B	Tiempo recuperación^B	Tiempo total^B	No. dosis
BA390M	0.1	0.01	5	29	30	64	1
BA392M	0.5	0.015	S	S	S	302	6
BA393M	0.28	0.03	5	30	63	98	2
BA394F	0.2	0.015	5	18	142	165	2
BA395F	0.2	0.02	5	63	152	220	1
BA396M	0.35	0.02	2	28	91	121	3
BA397M	0.34	0.02	6	33	77	116	3
BA398M	0.3	0.03	5	40	140	185	2
BA568M	0.22	0.02	3	32	120	155	1
BA399M	0.2	0.02	3	20	104	127	1
BA569M	0.22	0.02	3	20	100	123	1
Promedio	0.26	0.02	4.2	31.3	101.9	152.36	2.09

^A : ml/Kg.

^B : minutos

Como vemos en la Tabla 4, el tiempo de duración de la anestesia variaba (18 – 63 min; $X = 31.3 \pm 13.0$ min) de un individuo a otro dependiendo del estado de excitación en

que se encontraba. Por ejemplo, el individuo BA392M se encontraba muy excitado y se le aplicaron varias dosis hasta lograr que se durmiera lo necesario para realizar el manejo; este individuo no se durmió totalmente, lo que hizo difícil tomar datos de la duración de la anestesia. La dosis fue alta (0.5 ml) prolongando el tiempo de recuperación. El tiempo total de este individuo está calculado con base en la hora de captura y liberación del individuo, y el tiempo es el más largo (302 min). El individuo BA390M es el que tiene un tiempo total menor (64 min), esto se debe a que se encontraba bastante calmado al momento de administrarle la anestesia por lo tanto se durmió rápido.

El tiempo de recuperación fue variable (30 – 152 min; $X = 101.9 \pm 38.5$ min), pues algunos individuos no daban señales claras de estar bien despiertos, y tuvimos que esperar más tiempo antes de liberarlos. El tiempo total (desde la aplicación de la anestesia hasta la liberación) fue entre 98 y 220 minutos ($X = 152.36 \pm 65.4$ min).

Área de Actividad

Se obtuvo un error promedio de $11.5^\circ \pm 6.7^\circ$ para la antena del Instituto de Ecología y $44.6^\circ \pm 38.6^\circ$ para la antena móvil (Proteo), el cual varió dependiendo de la hora de toma de datos; siendo las horas siguientes al crepúsculo y antes del amanecer las que registraron un error mayor.

Tabla 5. Equivalencia del error en grados de las antenas representada en metros para una distancia de 100, 200, 300, 400 y 500mts.

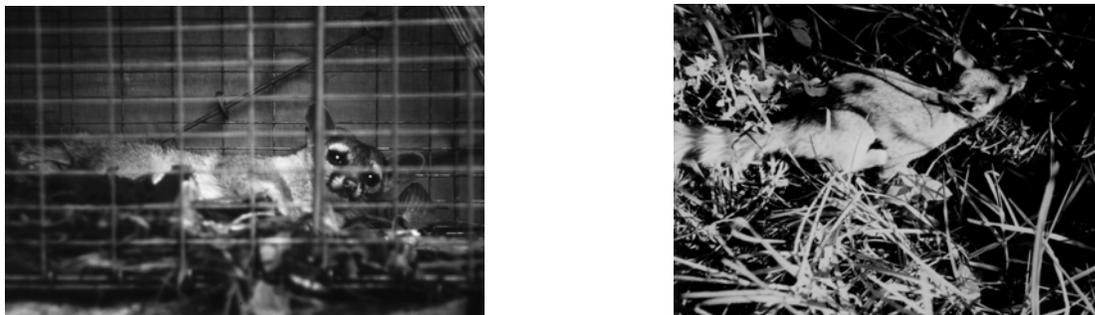
	PROTEO (44.6°)	I. E. (11.54°)	GENERAL (28.08°)
Dist. antena collar (ca)	Error mts (co)	Error mts (co)	Error mts (co)
100	98.61	20.35	53.35
200	197.23	40.69	106.70
300	295.84	61.04	160.05
400	394.45	81.38	213.40

ca = cateto adyacente y co = cateto opuesto

El error promediado para ambas antenas resultó de 28.08° . El error en grados fue considerable debido a la cercanía entre las antenas y los individuos con collar. Al calcular este error para cada 100 metros observamos que los metros de diferencia debido a la cercanía de los individuos a las antenas es menos importante (Tabla 5).

Diez de los once cacomixtles capturados fueron equipados con collar de radio-telemetría. Los jóvenes fueron equipados con collar cuando el diámetro del cuello era igual al de los adultos (Fig. 2).

Figura 2. Cacomixtles capturados con collar de radio telemetría.



Se obtuvieron entre 1 y 72 localizaciones ($X = 22.09 \pm 22.72$ localizaciones) de individuos seguidos entre 6 y 160 días ($X = 56.7 \pm 51.55$ días). El tamaño de la muestra varió dependiendo del alcance de las antenas y de la interferencia por ruido que se escuchaba en cada frecuencia. El periodo de seguimiento fue muy variable pues en algunos casos (Tabla 6) los individuos se quitaban el collar, se salían del rango de alcance de las antenas o bien el collar se descomponía. El cacomixtle BA392M fue el único hallado muerto; el collar y cadáver fueron recuperados, se desconoce la causa de muerte.

De los diez cacomixtles con radio collar, solo 4 machos (3 adultos y 1 joven) fueron seguidos durante tiempo suficiente (56 -160 días) para obtener entre 35 y 72 localizaciones y ser considerados dentro del estudio. El resto no obtuvo suficientes datos (0 – 24 localizaciones) y no son tomados en cuenta para el análisis de área de actividad sin

embargo, las localizaciones obtenidas serán tratadas como observaciones aisladas para realizar un cálculo aproximado del tamaño de la población.

Tabla 6. Duración del radio-seguimiento, número de localizaciones y destino del individuo.

<i>DURACIÓN</i>					
Clave	Inicio	Fin	Días	Localizaciones*	Destino
BA390M	02-Jun-02	02-Ago-02	62	0	Collar bajo piedra.
BA392M	21-Jun-02	27-Jun-02	6	4	Muerto por causa desconocida.
BA393M	25-Jul-02	25-Sep-03	63	39	Considerado en estudio.
BA394F	05-Ago-02	21-Ago-02	16	1	Se quito el collar.
BA395F	-----	-----	0	0	Joven, no se colocó collar
BA396M	11-Dic-02	29-Ene-03	50	17	Fuera de alcance antena
BA397M	01-Mar-03	25-Abr-03	56	35	Considerado en estudio
BA398M	19-Abr-03	16-Sep-03	160	72	Considerado en estudio
BA568M	13-May-03	17-Sep-03	128	40	Considerado en estudio
BA399M	21-May-03	30-May-03	11	11	Collar bajo piedra
BA569M	09-Jul-03	23-Jul-03	15	24	Collar descompuesto

*Sin tomar en cuenta coordenada de captura.

En el caso de los individuos considerados en el estudio, el tamaño de la muestra contra área calculada con PMC con 95% de los datos (Mohr, 1947) tiene un comportamiento asintótico en dos casos y en el resto primero aumenta y después disminuye (Fig. 3). De acuerdo con lo observado en la figura 3, la tendencia sería hacia sobreestimar el área de actividad de BA398M y subestimar para el resto.

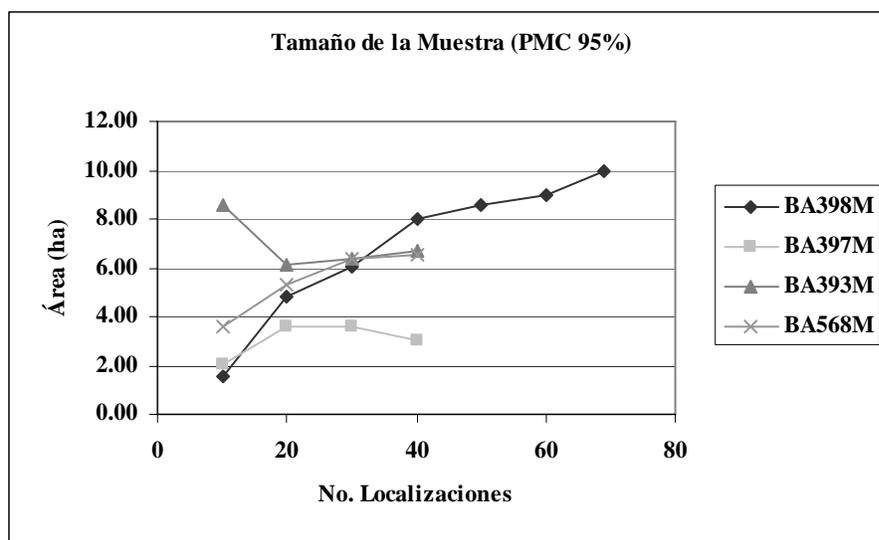


Figura 3. Número de localizaciones contra área (ha) de actividad estimada con PMC al 95%.

El análisis posterior sobre el promedio y desviación estándar de las áreas de actividad calculadas con PMC con 95% de datos ($X = 7.8 \pm 1.9$ ha adultos y 2.9 ha joven) identificó diferencias de área de actividad entre los cacomixtles adultos. El cacomixtle joven (BA397M) tiene un área de actividad pequeña (Kernel fijo con 95% datos = 3.1 ha. y PMC con 95% datos = 2.9 ha.). Los cacomixtles adultos presentaron un área de actividad promedio calculada con Kernel fijo con 95% igual a 9.2 ± 0.08 ha y con PMC con 95% igual a 7.8 ± 1.9 ha.

No se encontró diferencia significativa ($p > 0.05$) entre las medias de las áreas de actividad calculadas con ambos estimadores; sin embargo, al realizar un análisis de intervalos de confianza observamos que con PMC se obtiene un intervalo más amplio (8.1

– 7.4 ha) que con Kernel (9.1 – 9.2 ha), como era de esperarse al utilizar este estimador, ya que el estimador Kernel es considerado más confiable.

Tabla 7. Área de actividad (PMC 95% y Kernel 95 y 50%) de los cacomixtles considerados dentro del estudio, categoría de edad, inicio y fin del seguimiento y número de localizaciones.

Clave	Edad	SEGUIMIENTO		Localizaciones*	KERNEL FIJO PMC		
		Inicio	Fin		95%	50%	95%
BA393M	Adulto	25-Jul-02	25-Sep-02	36	9.1	0.9	6.9
BA397M	Joven	01-Mar-03	24-Abr-03	35	3.1	0.2	3.0
BA398M	Adulto	19-Abr-03	16-Sep-03	68	9.3	0.5	9.9
BA568M	Adulto	13-May-03	17-Sep-03	39	9.2	1.1	6.5

*Localizaciones consideradas en el cálculo de área de actividad sin “outliers”. Figura 4.

Sobreposición

Sólo hubo sobreposición temporal (4 meses) entre los individuos BA398M y BA568M y sobreposición temporal por un corto periodo (6 días) entre los individuos BA398M y BA397M. No sabemos si el individuo BA393M presentó sobreposición temporal con otros individuos debido a que perdimos su señal 6 meses antes del inicio del seguimiento del resto.

La sobreposición de área de actividad entre los machos BA398M y BA397M es de 2.6 ha que representa un porcentaje de 84.14% del área de actividad total de BA397M (3.1 ha) y de 28.08% del área de actividad total de BA398M (9.3 ha). La sobreposición entre los

machos BA398M (9.3 ha) y BA568M (9.1 ha) es de 4.3 ha que representa 46.3% y 46.9% del área de actividad total de cada individuo.

Tabla 8. Porcentaje de sobreposición entre áreas de actividad (Kernel 95%).

	BA393M	BA397M	BA398M	BA568M
BA393M	-----	52.44*	71.81*	11.85*
BA397M	17.83*	-----	28.08	7.5*
BA398M	73.16*	84.14	-----	46.91
BA568M	11.93*	22.24*	46.37	-----

*No tuvieron sobreposición temporal. Figura 5.

Figura 4. Área de actividad calculada con Kernel 95 y 50% y PMC con 95% de localizaciones.

BA393M



BA393M
Kernel 95% y 50%
PMC



BA397M



BA397M
Kernel 95% y 50%
PMC



BA398M



BA398M
Kernel 95% y 50%
PMC



BA568M

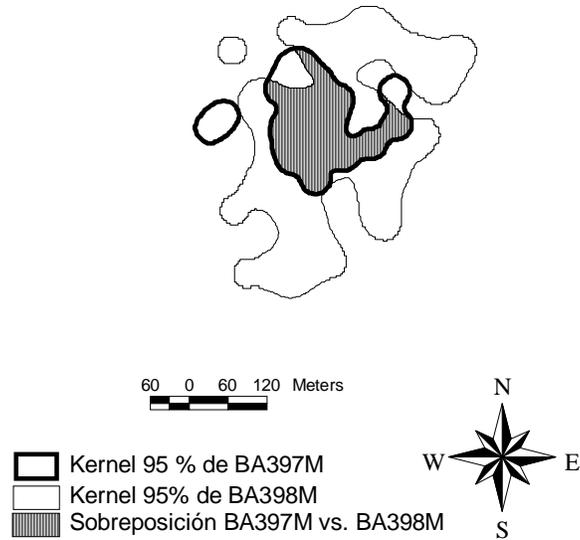


BA568M
Kernel 95% y 50%
PMC

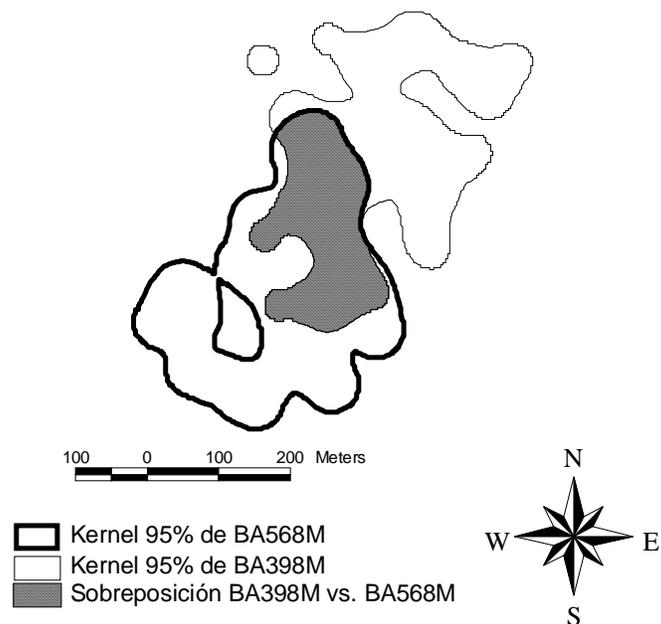


Figura 5. Sobreposición de áreas de actividad de cacomixtles macho calculadas con Kernel con 95% de localizaciones.

BA397M vs. BA398M



BA398M vs. BA568M



Horario de Actividad

Al analizar los datos obtenidos para determinar el horario de actividad se observa que el 50% de los cacomixtles iniciaron actividad entre las 21:00 y 23:00hrs (Figura 6), esto en concordancia con el momento en que se determinó la localización de la señal mas precisa “nulo” de los individuos y suponiendo que no se escuchaba antes debido a que los cacomixtles se encontraban dentro de su madriguera.

La actividad del 57.1% de los cacomixtles terminó a las 06:00hrs (Figura 6), el 14.3% de los individuos registró actividad hasta a las 08:00hrs. Sólo se registró actividad de un cacomixtle (7.1%) hasta las 09:00hrs.

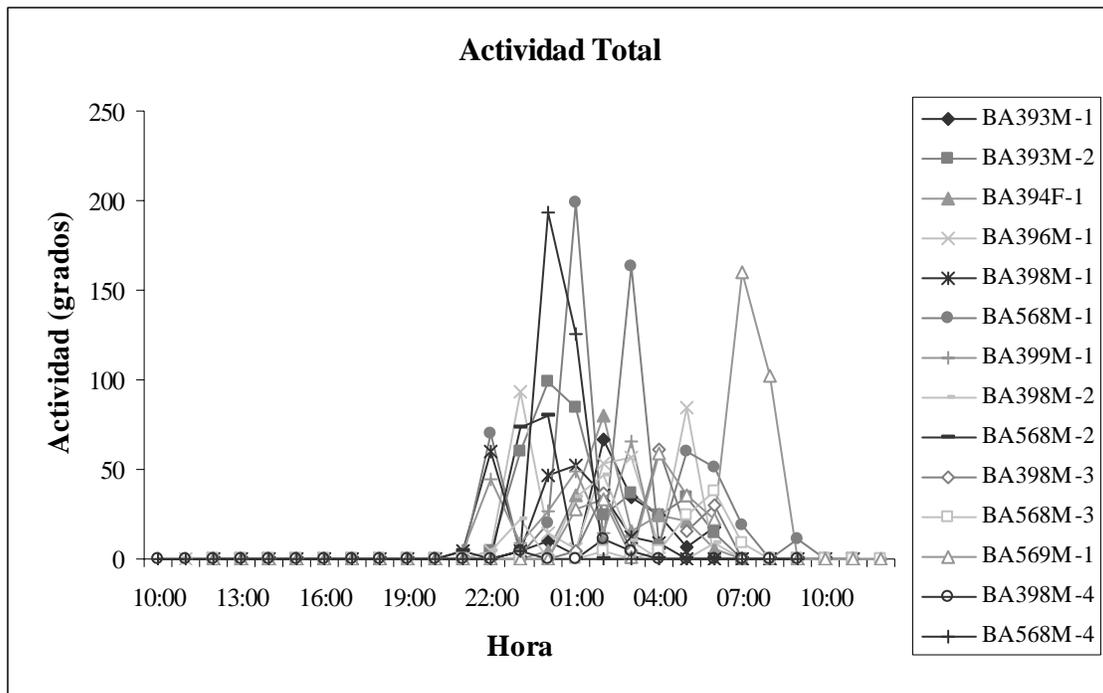


Figura 6. Actividad de todos los cacomixtles seguidos en periodos de 24 hrs (calculado con base en los grados que se movió el ángulo durante la toma de datos)

El macho BA569M fue el único cacomixtle que se escuchó en todas las tomas de localizaciones el periodo del 24 al 25 de julio de 2003. Se interrumpió la toma de datos unas horas (17:00 a 00:00hrs) durante las cuales llovió. Se registró inicio de actividad a las 00:00hrs, cuando se reinició la toma de datos después de la lluvia, y fin de actividad a las 08:15hrs (Figura 7). Observamos que de las 02:00 a las 03:00hrs no hubo movimiento y el momento en el que se movió más grados fue entre las 07:00 y 08:00hrs.

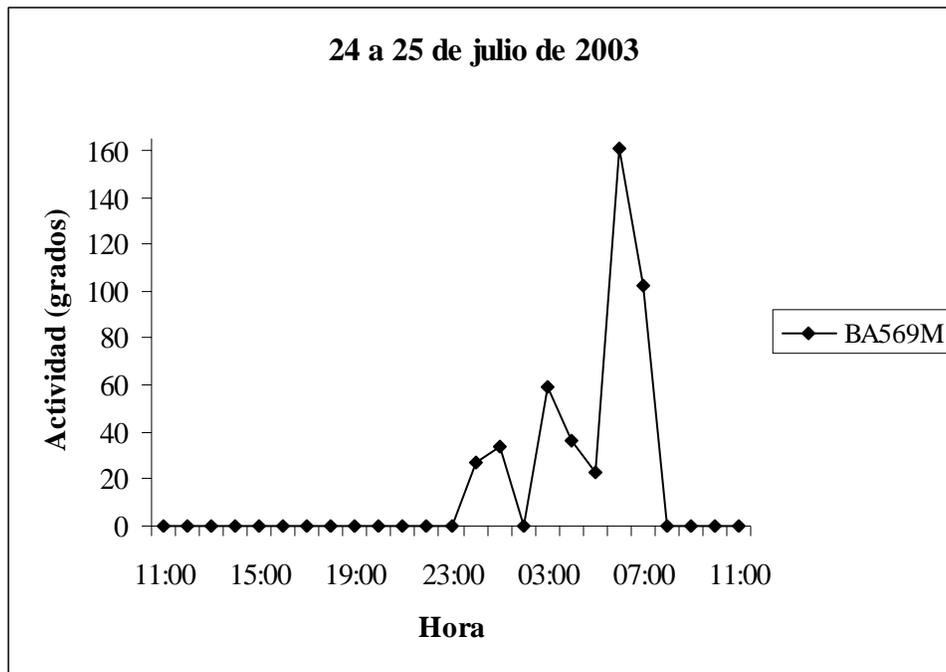


Figura 7. Actividad del individuo BA569M el día 24 de julio de 2003.

Uso de Hábitat

Se calculó la proporción (p) de uso de hábitat para cada individuo (Tabla 9). El hábitat predominante dentro del área de actividad de los cacomixtles es el perturbado ($p = 0.286$), el pedregal es el hábitat que tiene el cuarto lugar ($p = 0.128$) y el hábitat con menor proporción es el urbano ($p = 0.047$). Posteriormente se realizó una prueba estadística de X^2 para comparar el uso contra la disponibilidad de hábitat y se observó que hay uso diferencial del hábitat (Tabla 10; $X^2 = 0.96935$, $p < 0.05$). Al calcular los intervalos de confianza con Z Bonferroni ($Z = 2.89$) observamos (Tabla 11) que los cacomixtles utilizaron más de lo esperado los hábitats perturbados (perturbado, $p = 0.256 < p_{\min} = 0.284$; jardines y pastos, $p = 0.155 < p_{\min} = 0.188$; y circuito $p = 0.103 < p_{\min} = 0.125$) y menos de lo esperado el pedregal ($p = 0.189 > p_{\max} = 0.13$) y el ambiente urbano ($p = 0.077 > p_{\max} = 0.048$). El hábitat denominado construcción UNAM fue el único hábitat utilizado de acuerdo a lo esperado ($p = 0.22$).

Tabla 9. Uso de hábitat por individuo (área y proporción del área utilizada respecto al hábitat disponible).

	Individuo	BA393M	BA397M	BA398M	BA568M	TOTAL
Perturbado	Área (ha)	2.68	0.98	2.77	2.31	8.74
	Proporción	0.30	0.32	0.30	0.25	0.29^a
Construcción	Área (ha)	2.24	0.57	2.26	1.72	6.79
	UNAM Proporción	0.25	0.19	0.24	0.19	0.22^a
Jardines y pastos	Área (ha)	2.09	0.86	2.33	0.51	5.79
	Proporción	0.23	0.28	0.25	0.06	0.19^a
Pedregal	Área (ha)	0.73	0.0001	0.48	2.71	3.92
	Proporción	0.08	0.00003	0.05	0.30	0.13^a
Circuito	Área (ha)	1.33	0.46	1.39	0.70	3.88
	Proporción	0.15	0.15	0.15	0.08	0.13^a
Urbano	Área (ha)	0.00	0.22	0.03	1.18	1.42
	Proporción	0.00	0.07	0.003	0.13	0.05^a
Área total (ha)		9.06	3.09	9.26	9.13	30.54

^a Organizado de mayor a menor proporción representada en el hábitat disponible total. Figura 8.

Tabla 10. Uso de hábitat vs. disponibilidad de hábitat por individuo

Ambiente	Individuo	BA393M	BA397M	BA398M	BA568M	SUMA
Perturbado	Observado	0.30	0.32	0.30	0,25	0.29^a
	Esperado					0.26^b
	X^2	0.01	0.01	0.01	0.00	0.03^c
Construcción UNAM	Observado	0.25	0.19	0.24	0.19	0.22^a
	Esperado					0.22^b
	X^2	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02^c
Jardines y pastos	Observado	0.23	0.28	0.25	0.06	0.20^a
	Esperado					0.15^b
	X^2	0.04	0.10	0.06	0.06	0.26^c
Pedregal	Observado	0.08	3.1E-05	0.05	0.30	0.11^a
	Esperado					0.19^b
	X^2	0.06	0.19	0.10	0.06	0.41^c
Circuito	Observado	0.15	0.15	0.15	0.08	0.13^a
	Esperado					0.10^b
	X^2	0.02	0.02	0.02	0.01	0.18^c
Urbano	Observado	0.00	0.07	0.00	0.13	0.05^a
	Esperado					0.08^b
	X^2	0.08	0.00	0.07	0.04	0.07^c
chi/ind	SUMA^d	0.20	0.33	0.26	0.17	0.97^{e+++}

^a Promedio de uso de hábitat total observado

^b Uso de hábitat esperado es igual para todos los individuos pues está en función directa de la disponibilidad de hábitat

^c Suma de la X^2 por ambiente

^d Suma de la X^2 por individuo

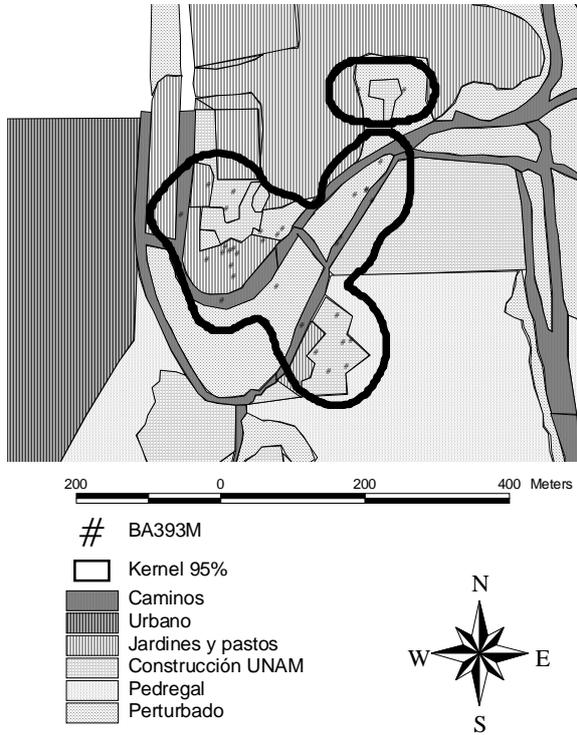
^e X^2 total por ambiente y por individuo

Tabla 11. Intervalos de Confianza ($p \pm Z_{1-\alpha/2k} \sqrt{p(1-p)/n}$; $Z = 2.89$) para cada hábitat.

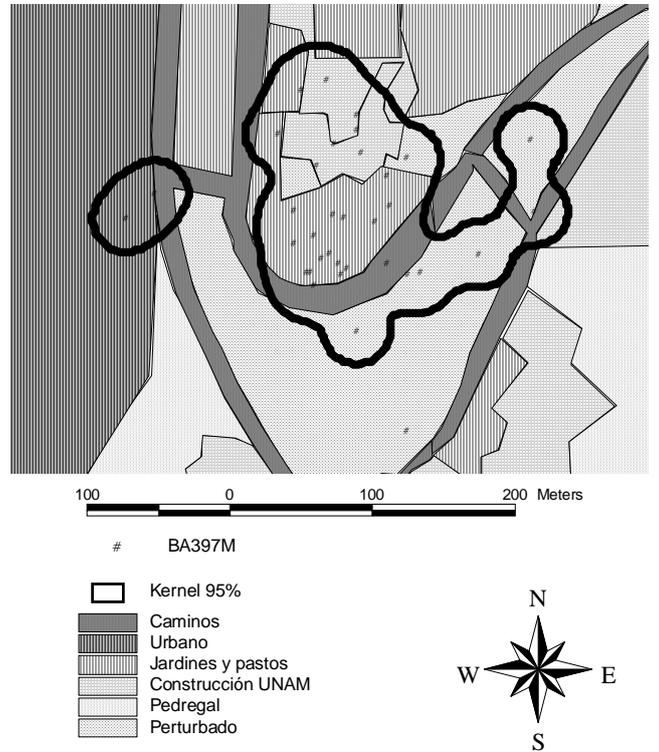
		Intervalos de confianza	Proporción utilizada
Perturbado	MIN	0.254	0.286
	MAX	0.258	
Construcción UNAM	MIN	0.218	0.222
	MAX	0.222	
Jardines y pastos	MIN	0.153	0.190
	MAX	0.156	
Pedregal	MIN	0.187	0.128
	MAX	0.191	
Circuito	MIN	0.102	0.127
	MAX	0.105	
Urbano	MIN	0.076	0.047
	MAX	0.078	

Figura 8. Uso de hábitat calculado con Kernel 95%.

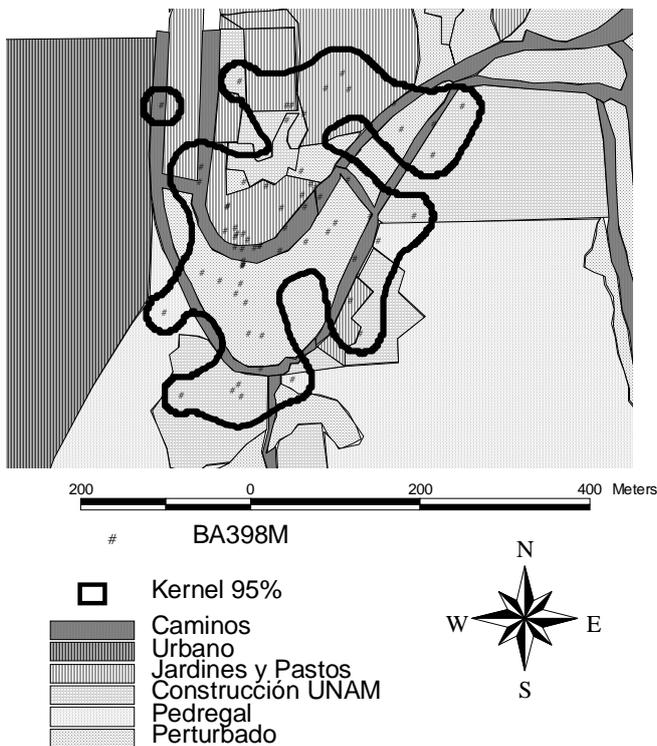
Uso hábitat BA393M



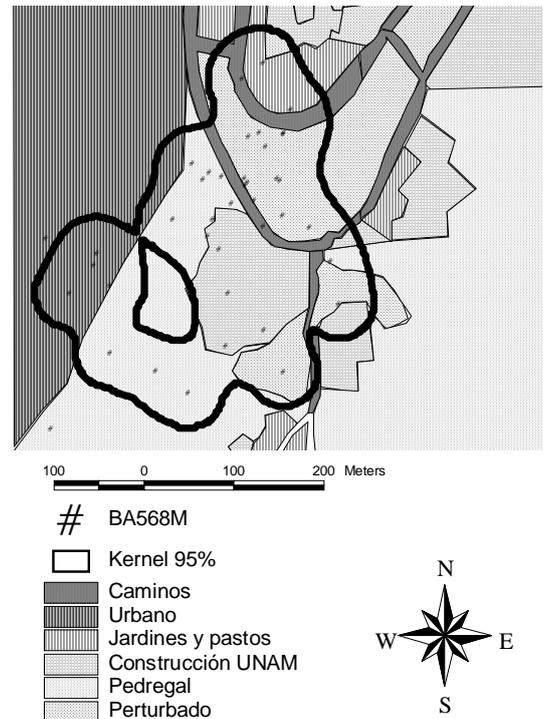
Uso hábitat BA397M



Uso de hábitat de BA398M



Uso hábitat BA568M



Hábitos Alimentarios

Se colectaron 52 excretas de cacomixtle durante el periodo correspondiente a enero - noviembre 2003 (Fig. 9). Se analizaron y encontraron 81 elementos en total (entre 1 y 4 elementos por excreta).

Como se observa en la tabla 12, los elementos encontrados, por orden de mayor a menor frecuencia fueron: semillas ($n = 32$; PO = 61.54; FR = 39.51), seguido por exoesqueleto de artrópodos ($n = 18$; PO = 34.62; FR = 22.22), pelo y hueso de mamíferos ($n = 9$; PO = 17.31; FR = 11.11), y plumas ($n = 6$; PO = 11.54; FR = 7.41). También se encontraron elementos no alimenticios y de origen antropogénico (por eje. cartón, plástico, servilletas, chicles y envolturas de dulces; $n = 13$; PO = 25; FR = 16.05; tabla 12) y algunos elementos que fue imposible identificar ($n = 3$; PO = 5.77; FR = 3.70; tabla 12).

Dentro de los elementos de origen vegetal, la especie con más registros fue la pasionaria, *Passiflora subpeltata* (PO = 17.31; FR = 9.88; tabla 12), seguido de la tuna, *Opuntia* spp. (PO = 15.38; FR = 11.11; tabla 12); no fue posible identificar las semillas a nivel específico debido a la similitud entre las tres especies de *Opuntia* en el Pedregal (Olvera com. pers.).

Por otra parte, se encontraron semillas de los frutos de *Phytolacca icosandra*, que son tóxicos, aunque los brotes y hojas tienen función alimenticia o medicinal (Olvera com. pers.). También se identificaron las semillas de *Phoenix canariensis*, planta ornamental, en excretas colectadas cerca del jardín botánico, único sitio en el que se encuentra esta palmera, cuyos frutos son parecidos a dátiles (Olvera com. pers.).

Figura 9. Sitios de colecta de excretas.

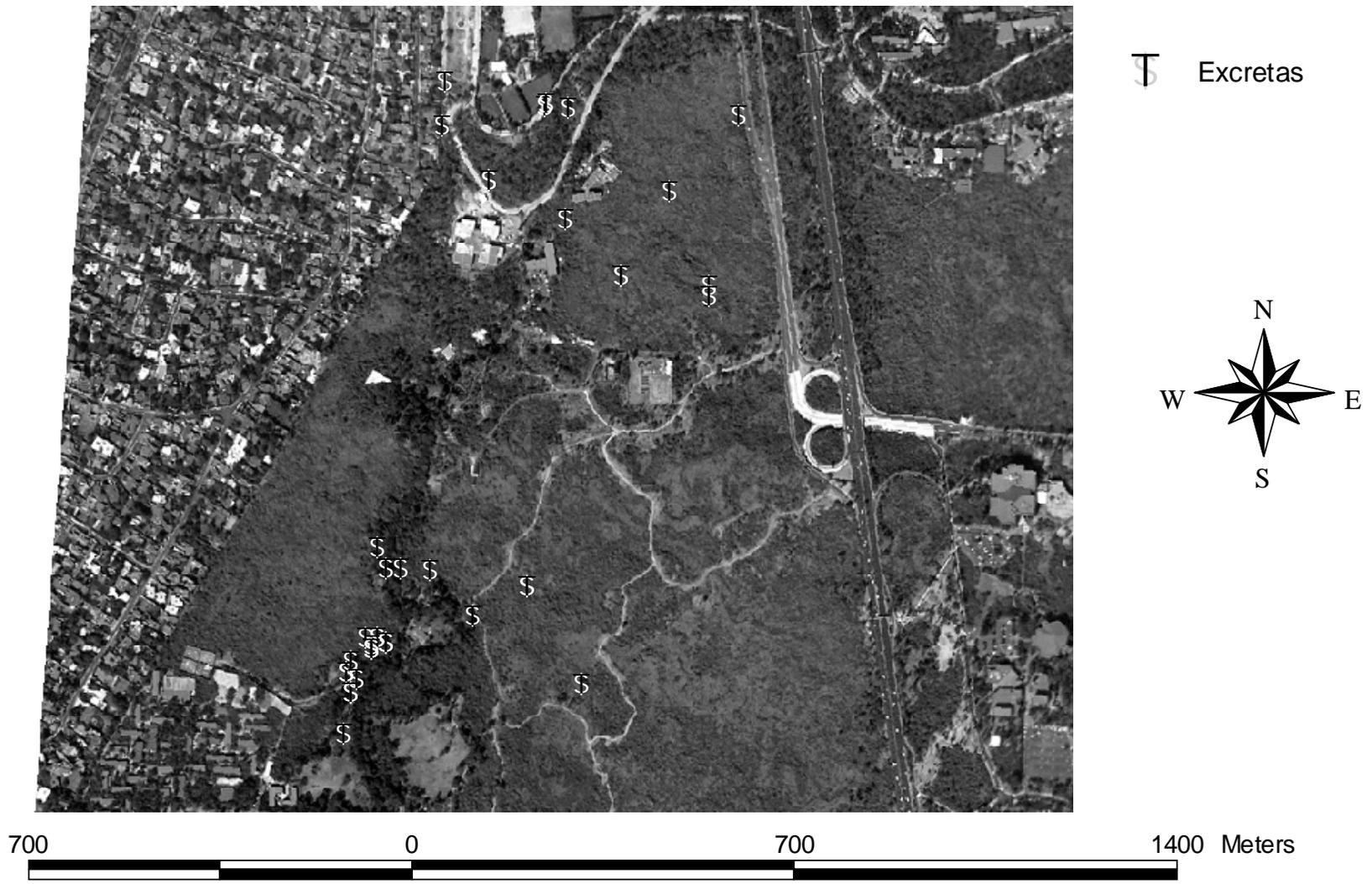


Tabla 12. Categorías de alimento encontradas en las excretas ($n=52$ con 81 elementos);

PO = porcentaje de ocurrencia $(f_i/n)100$; FR = frecuencia relativa $(f_i/\sum f_i)100$.

Alimento	Frecuencia	PO	FR
Plantas	32	61.54	39.51
<i>Passiflora subpeltata</i>	9	17.31	9.88
<i>Opuntia</i> spp.	8	15.38	11.11
<i>Phoenix canariensis</i>	4	7.69	4.94
<i>Acalypha</i> sp.	4	7.69	4.94
<i>Phytolacca icosandra</i>	3	5.77	3.70
Otros (materia vegetal variada)	4	7.69	4.94
Artrópodos	18	34.62	22.22
Mamíferos	9	17.31	11.11
<i>Peromyscus gratus</i>	3	5.77	3.70
<i>Neotoma mexicana</i>	3	5.77	3.70
<i>Sorex saussurei</i>	1	1.92	1.23
<i>Sylvilagus floridanus</i>	1	1.92	1.23
No identificados	1	1.92	1.23
Aves	6	11.54	7.41
Material no alimenticio	13	25.00	16.05
Material no identificable	3	5.77	3.70

Los artrópodos juegan un papel importante en la dieta de los cacomixtles del pedregal, ya que fue el elemento de origen animal encontrado con mayor frecuencia en las excretas. Es muy difícil identificar estos elementos a nivel de género; sin embargo, de acuerdo a lo reportado en la literatura los cacomixtles aprovechan principalmente a los artrópodos de los órdenes Scorpionida, Aranae y Orthoptera (Calderon-Vega, 2002).

Entre los mamíferos consumidos, las especies con mayor número de registros fueron el ratón *Peromyscus gratus* y la rata *Neotoma mexicana* (ambos con PO = 5.77; FR = 3.70), ambas especies son roedores pequeños y abundantes en la reserva (Negrete, 1991). Las aves fueron el elemento de origen animal encontrado con menor frecuencia

en las excretas, únicamente representado por algunas plumas que no se lograron identificar. No se registraron reptiles en las excretas analizadas.

El 25% de las 52 excretas presentó algún producto de origen antropogénico, como chicle, papel o plástico ($n = 13$; $FO = 25$; $FR = 16.05$, tabla 12, Fig. 10). Otros alimentos de este origen, como las tortillas, que son ofrecidas como alimento a los cacomixtles por los vigilantes de la reserva, son imposibles de identificar en las excretas. Al sumar la frecuencia relativa de los elementos de origen animal encontramos que la diferencia de consumo no es importante con respecto a los de origen vegetal ($FR_{Animal} = 40.74$; $FR_{Vegetal} = 39.51$, Fig. 10).

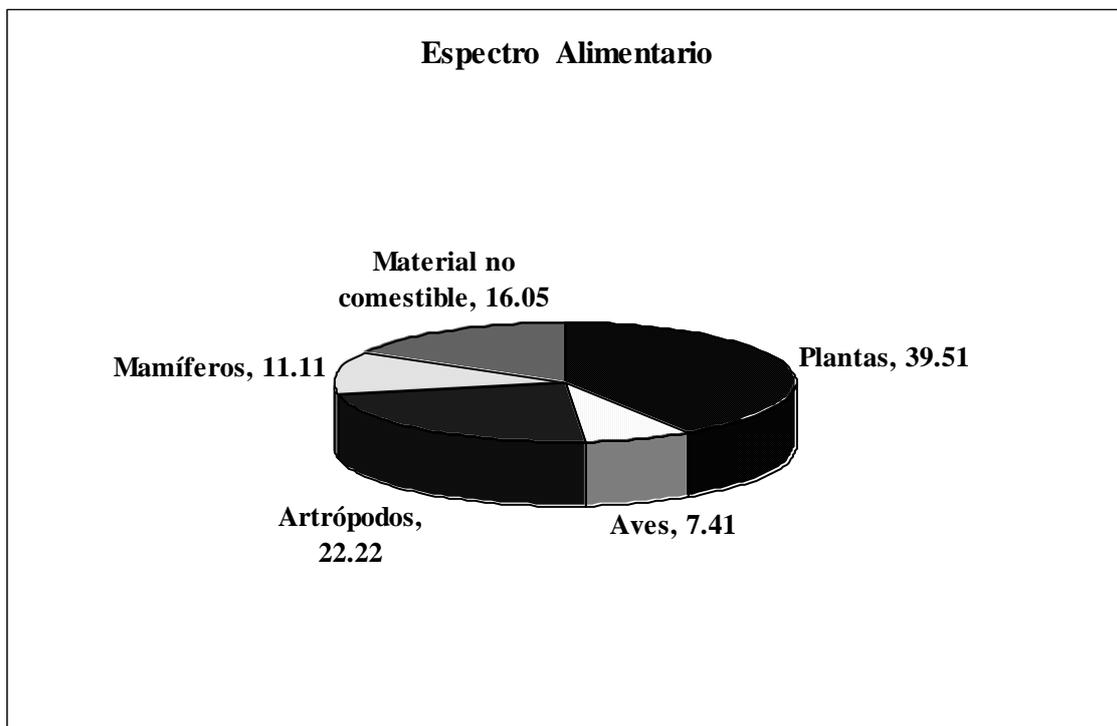


FIGURA 10. Espectro alimentario de los cacomixtles en la Reserva ecológica “El Pedregal de San Ángel”.

DISCUSIÓN

Capturas

Es notable que no se hayan capturado otras especies de carnívoros reportadas para la reserva, como la comadreja (*Mustela frenata*) y los zorrillos manchado (*Spilogale putoris*) y listado (*Mephitis macroura*), esta última especie por lo regular se captura fácilmente (List, 1997). La ausencia de zorrillos en el trampeo puede deberse a que el trampeo se realizó en las inmediaciones del Jardín Botánico y de los Institutos (Tabla 1). Área reportada como poco importante para los zorrillos listados, pues alcanzan una mayor abundancia en la parte central de la zona oeste de la reserva y muy bajas densidades en la periferia. Los zorrillos manchados han sido reportados como escasos en la reserva (Negrete, 1991). Sin embargo, también es posible que las poblaciones de ambas especies de zorrillos hayan disminuido, lo cual es respaldado por la ausencia de reportes recientes de avistamientos en el lado oeste de la reserva. En el caso de la comadreja, algunos autores la consideran extinta (Negrete y Soberon, 1991), mientras otros creen en la posibilidad de que todavía sobreviva (Chávez, com. pers.). El método de trampeo usado en este trabajo no es el adecuado para la especie, por lo que no tenemos información suficiente para determinar si aún forma parte de la mastofauna de la reserva.

El éxito de captura de este estudio fue igual al reportado por Toweill y Teer (1980) en Texas, quienes reportan la captura de 12 individuos en un periodo igual al de este estudio. La principal diferencia con este estudio es el índice de recaptura y se deben principalmente a que Toweill y Teer (1980) recapturaron a los individuos a mano en sus madrigueras.

El suelo extremadamente rocoso y la vegetación de la reserva dificultan el acceso a muchas áreas, así como, la colocación de trampas de caja y la utilización de métodos indirectos de captura como el empleo de estaciones olfativas. Sin embargo, podrían utilizarse otros métodos como las trampas fotográficas, si las condiciones de seguridad de la reserva garantizaran el equipo.

Negrete (1991), reporta un éxito de captura de cacomixtles bajo en el Pedregal. Al parecer, esto se debe a que la captura no estaba enfocada específicamente hacia los carnívoros de la zona y posiblemente el cebo utilizado no fue el más adecuado para atraer a esta especie. Lo que es apoyado por el hecho de que en el curso de este estudio se obtuvieron diferencias entre el éxito de captura de cacomixtles para el primero y segundo periodos de trampeo, debido al cambio en el tipo de cebo (Capítulo 5), siendo más efectivo el uso de pan de caja con mermelada de fresa o zarzamora, yogurt de fresa y pasas (Chávez, com. pers. y Trapp, com. pers.).

Durante el estudio no se capturó ni observó ninguna cría de cacomixtle, cuyo nacimiento se ha reportado entre mayo y junio, donde se han observado de 1 a 4 crías (Poglayan-Neuwall y Toweill, 1988). Las crías empiezan a salir a forrajear con su madre entre los 60 y 100 días de edad y se dispersan a finales del otoño (Poglayan-Neuwall y Toweill, 1988). La densa vegetación y terreno accidentado del Pedregal, no son favorables para la observación directa de estos animales. La ausencia de crías en el trampeo puede ser causada por un menor desplazamiento de éstas. Además, los cacomixtles alcanzan su tamaño máximo antes de separarse de la madre (Poglayan-Neuwall y Toweill, 1988) reduciendo con ello las posibilidades de captura a una edad temprana. Otro factor que pudo afectar la captura de crías es que las trampas se colocaron en áreas aledañas al Jardín Botánico, donde la actividad humana es considerable durante el día, y posiblemente las

madres mantienen a sus crías en áreas con vegetación densa para su protección.

De acuerdo con los resultados obtenidos, los cacomixtles del Pedregal tienen un peso mayor (Tabla 3) que lo reportado en la literatura (Trapp 1978; Trapp y Wyatt, 1997; Toweill y Teer, 1980, González-Saldivar, 1982). Esto puede deberse a una mayor disponibilidad de recursos alimenticios, por los desechos antropogénicos, o a diferencias entre las subespecies (*B. a. astutus* vs. *B. a. flavus*). Sin embargo, no existe suficiente información publicada sobre cacomixtles urbanos o sobre las dos subespecies para llegar a una conclusión definitiva. El tamaño de la muestra es insuficiente para hacer conclusiones.

Área de Actividad

Los datos obtenidos para calcular el error de las antenas en grados, resultaron en un error muy grande para ambas, particularmente para la antena PROTEO (Tabla 5). Esto se debe principalmente a la altura de las antenas, al rebote de la señal en los edificios y antenas de telecomunicaciones de Ciudad Universitaria y a la radio-interferencia de la ciudad. Desde el punto de vista del radio-seguimiento, un mejor sitio para la colocación de antenas es dentro de la reserva. Por seguridad no se realizó el seguimiento desde el interior de la reserva, por tratarse de trabajo nocturno y a la ausencia de vigilancia nocturna en la reserva.

El error varía dependiendo de la hora a la que se toman los datos, pues en momentos en que hay mucha interferencia por ruido ambiental el error aumenta. La importancia del error disminuye al considerar que los individuos con collares se encontraban muy cerca de las antenas. La cercanía de los individuos a las antenas se puede determinar por la

intensidad de la señal, como lo muestran trabajos realizados con antenas omnidireccionales (Atkinson et al., 2002)

Al analizar el tamaño de la muestra (Figura 2), se observa en dos casos que el tamaño del área aumenta conforme se obtienen más datos. Esto es esperable debido al reducido número de localizaciones. El PMC es dependiente del tamaño de la muestra (Jenrich y Turner, 1969). Gautestad y Mysterud (1993, 1995) realizaron un análisis de tamaño de la muestra y observaron que los casos en los que se alcanza una asíntota son raros. El tamaño de la muestra obtenido en el estudio fue pequeño debido a la interferencia producida por la ciudad y a la corta duración de los collares. En especial los collares marca AVM Instruments, cuya duración y alcance fueron menores a los estipulados por el fabricante. La duración de estos collares fue de entre 1 y 3 meses, cuando el manufactor estipulaba una duración de 6 meses.

El tamaño total del área de actividad del macho BA397M es pequeño (Tabla 7) y puede deberse al reducido número de localizaciones. El área de actividad promedio de los cacomixtles del Pedregal es la segunda área más pequeña reportada. La menor área de actividad promedio reportada es de 8.8 ± 2.2 ha (Lacy, 1983) en California y la más grande reportada es de 136 ha en Utah (Trapp, 1978). Wyatt (1993) reporta que los cacomixtles machos de Central Valley de California tiene un área de actividad promedio de 16.2 ha, un poco más de lo encontrado en el Pedregal y estima una densidad de 28.7 ind./km^2 (0.287 ind/ha). Un área de actividad pequeña puede indicar recursos abundantes, como se ha observado en las zorras urbanas de las ciudades de Oxford (Doncaster y Macdonald, 1991; Macdonald, 1987) y Bristol, Inglaterra (Saunders et al., 1993). En estos casos los individuos no requieren un área de actividad grande para cubrir sus necesidades. Este patrón ha sido observado en mapaches (*Procyon lotor*) urbanos, quienes registran áreas de

actividad pequeñas y una distribución agregada (Prange et al., 2004). No podemos descartar que el tamaño de la reserva también pueda influir en el tamaño del área de actividad.

Por otra parte, al realizar el análisis de sobreposición (Tabla 8) se encontró un porcentaje importante entre un macho adulto (BA397M) y un macho joven (BA398M), aunque solamente por un periodo breve (6 días). Más prolongada fue la sobreposición entre los machos adultos BA398M y BA568M, a lo largo de 4 meses. La disponibilidad de alimento y el tamaño de la reserva pueden incidir en la sobreposición entre individuos, como se ha observado en zorras en ambientes urbanos y en áreas con abundancia de recursos (Macdonald, 1987), así como en coyotes en tiraderos de basura donde la sobreposición entre individuos del mismo sexo es importante (Hidalgo-Mihart, 2004). Se ha reportado que la sobreposición entre machos y hembras es significativa en un bosque ripario en California (Lacy 1983), y alta (43.7%) entre machos en el mismo sitio (Wyatt, 1993), sin embargo, este sitio no se trata de un ambiente urbano.

Horario de Actividad

Los cacomixtles son animales nocturnos, que inician y terminan sus actividades al crepúsculo y amanecer respectivamente, aunque ocasionalmente se encuentran activos hasta 45 minutos antes y después de estos límites (Kavanau y Ramos, 1972; Trapp, 1978). En el “Pedregal de San Ángel” los cacomixtles inician sus actividades un par de horas después del crepúsculo cuando la actividad humana ha disminuido considerablemente o cesado por completo y terminan sus actividades alrededor de la hora en que la actividad humana reinicia. Todo indica que el horario de actividad de los cacomixtles del pedregal,

no sólo está regido por periodos de luz y oscuridad, sino también por los patrones que sigue la actividad humana. Este fenómeno también se ha reportado en zorras urbanas de Oxford, cuyas actividades nocturnas están regidas por el tráfico de la zona (Macdonald, 1987). La radio-interferencia en “El Pedregal de San Ángel” fue más intensa durante el día, por lo que las posibilidades de detectar movimientos diurnos fueron bajas, sin embargo, no se realizaron avistamientos ni se tienen reportes por el personal de la reserva de actividad diurna de cacomixtles. Por otra parte, los pocos movimientos registrados fuera del horario usual pueden deberse al rebote o al error de las antenas (Figura 5).

El macho BA569M fue el único que se escuchó durante el día, esto se debe a que el individuo se encontraba muy cerca de la antena, lo que nos permitía escucharlo aunque se encontrara dentro de una madriguera. Cabe mencionar que este fue el único caso en que se registró movimiento muy amplio en grados entre las 7:00 y 8:00 a.m.; sin embargo, dada la cercanía del individuo a la antena, un movimiento muy amplio en grados no significa que el individuo se haya desplazado gran distancia (Figura 6).

Uso de Hábitat

El mayor uso de las áreas perturbadas, como el Jardín Botánico, donde se observaron zorras, cacomixtles y tlacuaches en repetidas ocasiones, es esperable. Es en estos sitios donde hay alimento de origen antrópico, parte del cual es dejado intencionalmente para las zorras y los cacomixtles. Además, las áreas perturbadas, como los camellones, cuentan con abundante vegetación nativa (tepozan, senecio, pasionaria y otras) e introducida (eucalipto) lo que se considera un factor importante de las áreas donde estos animales pueden llevar a cabo sus actividades. A pesar del mayor uso de los

ambientes perturbados, la reserva es importante para los cacomixtles ya que es aquí donde se refugian durante el día, en las grietas y cuevas del pedregal, lo que coincide con otros trabajos que han encontrado la utilización de grietas y cuevas como madrigueras y para la reproducción (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988; Trapp, 1978).

Se observaron cacomixtles en el área del Instituto de Astronomía y TV-UNAM (Castellanos, com. pers), y rastros de los mismos en zonas cercanas a la parte este de la reserva como el Centro Cultural Universitario (CCU; Cano-Santana et al., 2005; Martínez, com. pers.). Esta área, a pesar de tener gran actividad por estar rodeada de otras facultades e institutos, también es un área que se encuentra desocupada en la noche y que está cerca de la parte este de la reserva así como de pequeñas áreas en las que, a pesar de no ser reserva, se mantienen las condiciones semi-naturales, necesarias para la subsistencia de la especie.

La otra localidad dentro de la Ciudad de México en la cual se sabe de la presencia de cacomixtles, es en el bosque de Chapultepec (Cruzado, com. pers.); el cual presenta características similares a la reserva del Pedregal; se cierra al público por la noche y existen áreas con vegetación natural y áreas urbanas. Sería interesante realizar estudios para evaluar el estado de esta población y así comparar el comportamiento de ambas poblaciones.

Hábitos Alimentarios

En este estudio se encontró que los elementos de origen vegetal y animal tienen la misma importancia en la alimentación de los cacomixtles en “El Pedregal de San Ángel”. Sin embargo, otros trabajos (Trapp, 1978; Toweill y Teer, 1980; González-Saldivar, 1982; Nava-Vargas et al., 1999; Calderón-Vega, 2002) reportan que los alimentos encontrados

con mayor frecuencia de ocurrencia en base anual son los de origen animal (mamíferos, artrópodos; principalmente ortópteros; y aves) y con menor frecuencia elementos de origen vegetal.

De acuerdo a lo reportado por Negrete (1991) y Chávez (1993), el ratón *Peromyscus gratus* es la especie de roedor más abundante en la reserva (59 a 65 ind/ha), situación que se ve reflejada en los resultados de este estudio, ya que es el mamífero encontrado más frecuentemente en las excretas, al igual que la rata *Neotoma mexicana*, que es una especie común en el pedregal (4 a 13 ind/ha; Negrete, 1991).

Por otra parte, en los estudios realizados hasta el momento, los elementos antropogénicos, como el plástico y papel, no han sido reportados en los excrementos de los cacomixtles, salvo el caso del estudio realizado por Calderón-Vega (2002) en la Isla Espíritu Santo, quien reporta una frecuencia de 4.2% de material no comestible y sin identificación presente en las excretas. En el presente estudio, sí registramos estos elementos, que si bien no son alimento, son evidencia del consumo de alimentos de origen antropogénico, de los que, por otro lado, no quedan restos identificables en los excrementos. En repetidas ocasiones se observó a los cacomixtles de la zona del Jardín Botánico aprovechar alimento dejado por el personal de vigilancia, esto sin mencionar que el cebo más exitoso utilizado para la captura se componía principalmente de alimentos que no se encuentran en el medio silvestre. El porcentaje de material no comestible reportado por Calderón-Vega (2002) es mucho menor al encontrado en este estudio, esto se debe en gran medida a que su área de estudio se localiza en una isla que no se encuentra habitada permanentemente.

Los cacomixtles de esta área aprovechan alimento de origen antropogénico, pero los recursos provistos por la reserva siguen siendo su principal fuente de alimentación. Se

encontraron especies de plantas y animales nativas del pedregal en el 100% de las heces, lo cual confirma que los cacomixtles son una especie de hábitos oportunistas con una gran plasticidad trófica.

Los cacomixtles no son la única especie encontrada en la reserva que toma provecho del alimento de origen antropogénico, pues García-Peña (com. pers.) observó que en la Reserva del Pedregal, las heces de las zorras grises también presentan restos de materiales sintéticos, aunque en menor proporción que los cacomixtles. Otras especies de carnívoros que se benefician de la presencia del hombre son: los osos negros (*Ursus americanus*; Beckmann y Berger, 2003), los mapaches (*Procyon lotor*; Prange et al. 2004), los tlacuaches (*Didelphis virginiana*) y los zorrillos listados (*Mephitis mephitis*, Prange y Gehrt, 2004).

Cabe mencionar el riesgo que implica que los animales se alimenten de basura: el plástico representa un peligro, ya que puede causarles la muerte, como se ha observado en aves de la ciudad de Nueva York (Cohn, 2005). Este fenómeno ha sido estudiado, principalmente, en fauna marina (e.g. aves y tortugas, mamíferos marinos en menor medida) y se ha encontrado que la ingestión de plástico puede producir oclusión o perforación intestinal (Moore et al., 2001).

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) es la universidad más importante del país. En los últimos años sus necesidades de crecimiento y actualización han llevado a la construcción de nuevas instalaciones más modernas y adecuadas para las necesidades de los institutos y a la ampliación de caminos. Si bien estas ampliaciones se han hecho en áreas colindantes a la reserva, no se sabe el impacto que tienen sobre la fauna

silvestre. La pérdida de hábitat, aunque haya estado perturbado, es uno de los problemas que acompañan al crecimiento de la UNAM, pues aunque tratáramos de mantener la mayor cantidad de vegetación nativa, se pierde una cantidad de sustrato importante, lo cual implica pérdida de sitios de reproducción y madrigueras. Un problema que acompaña a la creación de nueva infraestructura es que al haber mayor actividad humana en el área se genera más basura, problema que no sólo tienen que ver con cómo disponer de estos desechos, sino que la basura representa mayor alimento y posiblemente una ventaja para especies introducidas de mamíferos como la rata noruega, los perros y gatos ferales.

Otro problema presente en la UNAM es la presencia de perros y gatos ferales y la falta de un plan de manejo y control de los mismos. Estos animales pueden representar un peligro para la fauna nativa, especialmente zorras, cacomixtles y zorrillos; pues, además de competir por los recursos, pueden ser portadores de enfermedades como la rabia, el toxoplasma y el parvovirus (Suzan-Aspiri, 1998). Los zorrillos, en particular, son especies muy sensibles a la rabia (Aranda y López de Buen, 1999) y una decaída drástica en el tamaño de la población del pedregal podría deberse a esta enfermedad. También podrían presentarse casos de depredación por parte de los perros ferales, aunque no se han registrado nunca. Se requieren estudios para determinar el impacto real de estas especies sobre la fauna silvestre.

Es necesario crear interés en toda la población universitaria, principalmente por parte de la gente que se recrea o trabaja en el Jardín Botánico y cerca de este. Realizar una mejor planeación del crecimiento de la UNAM y evaluar el impacto que tiene sobre la fauna la nueva infraestructura (ampliación camino CCU y construcción del Instituto de Biomédicas), antes de iniciar nuevas construcciones.

CONCLUSIONES

Este es el primer trabajo que describe el uso de ambientes urbanos por parte del cacomixtle (*Bassariscus astutus*). Los resultados de este trabajo son consistentes con los estudios que reportan al cacomixtle como una especie de borde que puede beneficiarse de la presencia humana. Sin embargo, en este estudio realizado en un ambiente natural y urbano se encontró que esta especie depende en gran medida de los recursos que brinda la reserva. El análisis de hábitos alimentarios indica alto aprovechamiento de los recursos de la reserva y en menor grado, el aprovechamiento de recursos de origen antrópico.

Por otra parte, los cacomixtles (*Bassariscus astutus*) de “El Pedregal de San Ángel” tienen un área de actividad muy pequeña y un porcentaje de sobreposición muy alto. Características que pueden deberse a la abundancia de recursos, y además, pueden indicar que el cacomixtle es la especie de carnívoro silvestre más abundante en las áreas aledañas y bordes de la reserva del Pedregal. Esta especie requiere de cobertura vegetal, refugio y madrigueras como las grietas del pedregal en la reserva y de áreas verdes adyacentes a la reserva. Su actividad es inversa al patrón de actividades diurno de la Universidad, lo que reduce las posibilidades de conflicto entre los cacomixtles y la gente.

En Ciudad Universitaria se conjuntan un grupo de características muy particulares que permiten a los cacomixtles subsistir en esta área situada en el corazón de una de las mayores metrópolis del orbe. La reserva ecológica del “Pedregal de San Ángel” es un refugio importante para la permanencia de esta especie en la ciudad de México, por lo que su alteración o pérdida, significarían una disminución importante en el tamaño de la población de cacomixtles que aún habitan esta área. El desarrollo de nuevas infraestructuras dentro del campus universitario debe hacerse tomando en cuenta los patrones de actividad y

uso de hábitat de la fauna silvestre remanente. El reducido tamaño de la reserva promueve que la fauna dependa de áreas fuera de la misma para persistir a mediano plazo. Aunque el cacomixtle es una especie de amplia distribución en México, la población del Pedregal tiene características muy especiales pues se encuentra aislada de otras poblaciones desde hace más de 40 años.

RECOMENDACIONES

Esta sección está destinada a proporcionar recomendaciones útiles en la planeación de cualquier estudio de radio-telemetría en la ciudad, y para proponer otros estudios que ayuden a incrementar el conocimiento de la fauna de la reserva y a planear un mejor manejo de la misma.

Durante el curso de este estudio se presentaron varios problemas con los radio collares, que pudieron preverse de haber contado con mayor información respecto al trabajo de campo en las ciudades. De acuerdo a nuestra experiencia con el uso y funcionamiento de la telemetría dentro de la ciudad recomendamos el uso de collares VHF (Wildlife Materials Inc, y Telonics), para minimizar los problemas producidos por la reducción del alcance de los transmisores debido a: 1) gran interferencia de equipos de radio provenientes de radiotaxis, patrullas, ambulancias, bandas de radio y otros equipos de comunicación de la ciudad; 2) a la falla de los collares, pues la duración de las baterías de algunos de ellos (principalmente AVM Instruments) fue menor al especificado por el proveedor y el alcance debido a que su tamaño era reducido (principalmente AVM Instruments con loop antenna); y finalmente 3) la topografía accidentada del pedregal ocasiona una gran cantidad de rebotes de señales, haciendo imposible, en ocasiones, localizar a los individuos. Una alternativa podría ser el uso de collares de GPS, una vez que existan collares adecuados para especies de pequeños y medianos mamíferos. Los collares satelitales no son una opción adecuada, debido a sus altos costos.

Por otra parte, para poder obtener triangulaciones con menor grado de error, se recomienda colocar estaciones de telemetría dentro de la reserva. Esto debe hacerse de manera coordinada con un incremento en la vigilancia para evitar el robo del equipo y

garantizar la seguridad de los investigadores. La localización de los cacomixtles por el método de *home-in* no fue posible debido a que la señal sólo se recibía en las antenas de mano durante la noche, momento en que es peligroso transitar en la reserva, esto también puede solucionarse incrementando la seguridad y vigilancia en la reserva.

Es necesario explorar el uso de otras frecuencias de señales que puedan tener menos interferencia por el ruido de la ciudad o bien un sistema de filtro y de radios para sitios con mucha interferencia. La compañía Telonics ofrece estos filtros, pero debemos tomar cuenta que esta clase de reductores de ruido, también reducen la capacidad de alcance, pues el volumen de recepción de la señal es más bajo.

Es necesario conducir un estudio que permita evaluar la situación de las poblaciones de zorrillos y comadrejas dentro de la reserva y determinar las medidas de conservación necesarias para recuperar ambas especies. También es necesario evaluar el papel que juegan las poblaciones de perros y gatos ferales que habitan la zona, para desarrollar un plan de control de estas especies exóticas que compiten, depredan y son vectores de enfermedades transmisibles a la fauna silvestre. Es recomendable explorar el funcionamiento de métodos indirectos para calcular abundancia relativa y tamaño poblacional, como la captura-recaptura, las estaciones olfativas y el trampeo fotográfico.

Es de primordial importancia tener mayor conocimiento de las necesidades de esta y otras especies para desarrollar un plan de manejo adecuado para la reserva. De igual manera, es importante detener el crecimiento de la infraestructura de la Universidad en la reserva y áreas adyacentes con vegetación natural remanente; implementar un programa de educación ambiental a la comunidad universitaria dirigido a resaltar el papel que juega la

Reserva de “El Pedregal de San Ángel” al mantener la biodiversidad regional y los servicios ambientales, como captación de carbono y agua.

BIBLIOGRAFÍA

- Ackerman, B. B.**, F. Lindzey y T. Hemker. 1984. Cougar Food Habits in Southern Utah. *Journal of Wildlife Management* 48:147-155
- Allredge J. R.** y J. T. Ratti. 1986. Comparison of some statistical techniques for analysis of resource selection. *Journal of Wildlife Management* 50:157-165
- Allredge J. R.** y J. T. Ratti. 1992. Further comparisons of some statistical techniques for analysis of resource selection. *Journal of Wildlife Management* 56:1-9
- Álvarez-Sánchez, F. J.**, J. Carabias-Lillo, J. Meave del Castillo, P. Moreno-Casasola, D. Nava-Fernández, F. Rodríguez-Zahar, C. Tovar-González y A. Valiente-Banuet. 1986. Proyecto para la creación de una reserva en el pedregal de San Ángel. Cuadernos de Ecología No. 1, Facultad de Ciencias, UNAM. México
- Aranda, M.** y L. López de Buen. 1999. Rabies in skunks from México. *Journal of Wildlife Diseases* 35(3):574-577
- Atkinson, R. P. D.**, C. J. Rhodes, D. W. Macdonald y R. M. Anderson .2002. Scale-free dynamics in the movement patterns of jackals. *Oikos* 98:134
- Baker, L. A.**, R. J. Warren y W. E. James. 1993. Bobcat prey digestability and representation in scats. 47th Annu. Conf. Southeast Fish and Wildl. Agencies 47:71-79
- Barja, I.** y R. List. Scent-marking with feces in ringtails (*Bassariscus astutus*): spatial characteristics of the latrine use in relation to territoriality. *Chemecology. En Revisión*
- Belluomini, L.** y G. R. Trapp. 1984. Ringtail distribution and abundance in the Central Valley of California. pp 906-914 en R. E. Warner y K. M. Hendrix, eds. California Riparian System; ecology, conservation, and productive management. Berkely, USA: University of California Press

- Beckmann, J. P.** y J. Berger. 2003. Rapid Ecological Behavioral Changes in Carnivores: The Responses of Black Bears (*Ursus americanus*) to Altered Food. *Journal of Zoology* 262(2):207-212
- Boulanger, J. G.** y G. C. White. 1990. A Comparison of Home-Range Estimators Using Monte Carlo Simulation. *Journal of Wildlife Management* 54(2):310-315
- Burt, W. H.** 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* 24:346-352
- Calderón-Vega, J. I.** 2002. Hábitos Alimentarios del Babisuri *Bassariscus astutus saxiola* (CARNIVORA: PROCYONIDAE), en la Isla Espíritu Santo, Baja California Sur. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM. México
- Cano-Santana, Z.,** S. Castillo-Argüero, Y. Martínez-Orea y S. Juárez-Orozco. 2005. Análisis de la riqueza vegetal y estado de conservación de áreas aledañas a la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria, D. F. con el fin de conocer su valor para protegerlas. *En revisión*
- Chávez-Tovar, C.** 1993. Dinámica poblacional y uso de hábitat por los roedores en un matorral de palo loco (*Senecio praecox*). Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. México
- Chávez-Tovar, C.** 1998. Los mamíferos silvestres de la reserva "El Pedregal": testigos del avance de la civilización. *Especies* 7(5):24-25
- Cohn, J. P.** 2005. Urban Wildlife. *Bioscience* 55(3):201-205
- Crooks, K. R.** 2002. Relative Sensitivities of Mammalian Carnivores to Habitat Fragmentation. *Conservation Biology* 16(2):488-502
- Doncaster, C. P.** y D. W. Macdonald. 1991. Ecology and Ranging Behaviour of Red Foxes in The City of Oxford. *Hystrix* 3(1991):11-20

- Evans, R. H.** 2002. Racoons and Relatives. En: D. Heard, ed. 2002. Zoological Restraint and Anesthesia. International Veterinary Information Service (www.ivis.org)
- Esri.** 1997. ArcView. Version 3.1. Environmental Systems Research Institute, Inc. Redlands, California, USA (www.esri.com/software/arcview/index.html)
- Faeth, S. H.,** P. S. Warren, E. Shochat y W. A. Marussich. 2005. Trophic Dynamics in Urban Communities. *BioScience* 55(5):399-407
- Gander, F. F.** 1965. Ringtails are delightful. *Pacific discovery* 8(3):9-15
- Gautestad, A. O.** y I. Mysterud, 1993. Physical and biological mechanism in animal movement processes. *Journal of Applied Ecology* (30):523-535
- Gautestad, A. O.** y I. Mysterud. 1995. The home range ghost. *Oikos* 74:195-204
- González-Saldivar, F. N.** 1982. Estudio Preliminar sobre el Cacomixtle *Bassariscus astutus flavus* RHOADS (1984), en el Municipio de Agualeguas, Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura, F. Ciencias Biológica, Universidad Autónoma de Nuevo León, México
- Harrison, R. L.** 1993. A survey of anthropogenic ecological factors potentially affecting gray foxes (*Urocyon cinereoargenteus*) in a rural residential area. *The Southwestern Naturalist* 38(4):352-356
- Hayne, D. W.** 1949. Calculation of size of home range. *Journal of Mammalogy* 30:1-17
- Hernández-Zacarias, C. C.,** T. Terrazas Arana y E. Linares Mazan. 1990. Las colecciones del Jardín Botánico del Instituto de Biología. México: Universidad Nacional Autónoma de México
- Hidalgo-Mihart, M. G.** 2004. Ecología espacial del coyote (*Canis latrans*) en un bosque tropical caducifolio. Tesis de Doctorado, Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz. México

- Hooge, P. N.** y B. Eichenlaub. 1997. Animal movement analyst extension to arcview ver. 1.1. Alaska Biological Science Center, U. S. Geological Survey. Anchorage, AK. USA
(www.absc.usgs.gov/glba/gistools)
- Ingles, L. G.** 1954. Mammals of California and its coastal waters. Berkeley, USA: Stanford University Press
- Jaksic, F.,** M. E. Jiménez, S. S. Castro y P. Feinsinger. 1992. Numerical and functional response of predators to a long-term decline in mammalian prey at a semi-arid Neotropical site. *Oecologia* 89:90-101
- Jenrich, R. I.** y F. B. Turner. 1969. Measurement of non-circular Home Range. *Journal of Theoretical Biology* 22:227-237
- Karanth U. K** y M. E. Sunquist. 1995. Prey selection by tiger, leopard and dhole in tropical forest. *Journal of Animal Ecology* 64:439-450
- Kaufmann, J. H.** 1982. Racoon and allies. pp. 578-585 en J.A. Chapman y G. A. Feldhamer, eds. *Wild Mammals of North America*. Baltimore, USA: John Hopkins University Press
- Kavanau J.** y J. Ramos. 1972. Twilights and onset and cessation of carnivore activity. *Journal of Wildlife Management* 36(2):653-657
- Kernoohan, B. J.,** R. A. Gitzen y J. J. Millspaugh. 2001. Analysis of Animal Space Use and Movements. pp. 125-166 en J. J. Millspaugh y J. M. Marzluff, eds. 2001. *Radio Tracking and Animal Populations*. USA: Academic Press
- Lacy, M. K.** 1983. Home Range Size, Intraspecific Spacing, and Habitat Preference of Ringtails (*Bassariscus astutus*) in a Riparian Forest in California. Master of Arts Theses, California State University, Sacramento, CA. USA
- Leopold, A. S.** 1990. *Fauna Silvestre de México*. México: Editorial Pax

- Lemoine, J.** 1977. Some aspects of ecology and behavior of ringtails (*Bassariscus astutus*) in St. Helena. Berkeley, USA: California Press
- List, R.,** 1997. Ecology of kit fox (*Vulpes macrotis*) and coyote (*Canis latrans*) and the conservation of the prairie dog ecosystem in northern Mexico. Tesis de Doctorado, Department of Zoology, University of Oxford, England
- Litvaitis, J. A.** 2000. Investigating Food Habits of Terrestrial Vertebrates. pp 165- 190 en L. Boitani y T. K. Fuller, eds. Research Techniques in Animal Ecology; Controversies and Consequences. USA: Columbia University Press
- Litvaitis, J. A.,** K. Titus y E. M. Anderson. 1996. Measuring Vertebrate Use of Terrestrial Habitats and Foods. pp. 254-274 en T. A. Bookhout, ed. Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats. Bethesda, USA: The Wildlife Society
- Macdonald, D.,** 1987. Running with the fox. UK: Unwin Hyman Limited.
- McKinney, M. L.** 2002. Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience* 52(10):883-390
- McNay, R. S.,** J. A. Morgan y F. L. Bunnell. 1994. Characterizing Independence of Observations in Movements of Columbian Black-Tailed Deer. *Journal of Wildlife Management* 58(3):422-429
- Mohr, C.** 1947. Table of equivalent populations of North American Small mammals. *American Midland Naturalist* 37:223-249
- Moore, C. J.,** S. L. Moore, L. K. Leecaster y S. B. Weisberg. 2001. A comparison of plastic and plankton in the North Pacific central gyre. *Marine Pollution Bulletin* 42(12):120-124
- Myers, N.** 1997. Mass extinction and evolution. *Science* 278:597-598

- Nava-Vargas, V., J. D. Tejero-Diez y C. B. Chávez-Tapia.** 1999. Hábitos alimentarios del cacomixtle *Bassariscus astutus* (Carnivora: Procyonidae) en un matorral xerófilo en Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología UNAM, Serie Zoología* 70(1):51-63.
- Negrete Y., A.** 1991. Los mamíferos silvestres de la Reserva Ecológica "El Pedregal". Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. México D. F.
- Negrete Y., A. y J. Soberón.** 1994. Los mamíferos silvestres de la Reserva Ecológica El Pedregal. En A. Rojo, comp. Reserva Ecológica "El Pedregal de San Ángel"; Ecología, Historia Natural y Manejo. México: UNAM
- Noss, R. F. y B. Csuti.** 1997. Habitat Fragmentation. pp. 269-304 en G. K. Meffe y R. C. Carroll, eds. 1997. *Principles of Conservation Biology*. USA: Sinauer Associates
- Panti-Madero, M. A.** 1984. Contribución al conocimiento del Pedregal de San Ángel sobre el problema de su flora y su conservación. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México
- Poglayen-Neuwall, I. y D. E. Towell.** 1988. *Bassariscus astutus*. *Mammalian Species* 327:1-8
- Powell, R. A.** 2000. Animal Home Ranges and Territories and Home Range Estimators. pp 65-110 en L. Boitani y T. K. Fuller, eds. *Research Techniques in Animal Ecology; Controversies and Consequences*. USA: Columbia University Press
- Prange, S. y S. D. Gehrt.** 2004. Changes in Mesopredator-Community Structure in Response to Urbanization. *Canadian Journal of Zoology* 82(11):1804-1817
- Prange, S., S. D. Gehrt y E. P. Wiggers.** 2004. Influences of Anthropogenic Resources on Raccoon (*Procyon lotor*) Movements and Spatial Distribution. *Journal of Mammalogy* 85(3):483-490

- Reyes García, C.** 2002. Índice de Visitas a Estaciones Olfativas para Evaluar los Cambios Estacionales en la Población de Cacomixtle *Bassariscus astutus astutus* en el Volcán Malinche. Tlaxcala, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México
- Reynolds, T. D.** y J. W. Laundré. 1990. Time Intervals for Estimating Pronghorn and Coyote Home Ranges and Daily Movements. *Journal of Wildlife Management* 54(2):316-322
- Riley, S. P. D.,** R. M. Sauvajot, T. K. Fuller, E. C. York, D. A. Kamradt, C. Bromley y R. K. Wayne. 2003. Effects of Urbanization and Habitat Fragmentation on Bobcats and Coyotes in Southern California. *Conservation Biology* 17(2): 566-576
- Rzedowski, J.** 1954. Vegetación del Pedregal de San Ángel. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I. P. N.* 8(1-2):59-129
- Rodríguez-Estrella, R.,** A. Rodríguez-Moreno y K. Grajales-Tam. 2000. Spring diet of the endemic ring-tailed cat (*Bassariscus astutus insulicola*) population on an island in the Gulf of California, Mexico. *Journal of Arid Environments* 44:241-246
- Rooney, S. M.,** A. Wolfe y T. J. Hayden. 1998. Autocorrelated data in telemetry studies: time to independence and the problem of behavioral effects. *Mammal Review* 28(2):89-98
- Saunders, G. P.,** C. L. White, S. Harris y J. M. V. Rayner. 1993. Urban foxes (*Vulpes vulpes*): food acquisition, time and energy budgeting of a generalized predator. *Symp. zool. Soc. Lond.* 65:217-234
- Seaman, D. E.** y R. A. Powell. 1996. An evaluation of the accuracy of Kernel Density Estimators for Home Range Analysis. *Ecology* 77(7):2075-2085
- Segura-Burciaga, S. G.** y M. Martínez-Ramos. 1994. La introducción de especies a comunidades naturales: El caso de *Eucalyptus resinifera* Smith. (Myrtaceae) en la reserva "El Pedregal" de San Ángel. En A. Rojo, comp. Reserva Ecológica "El Pedregal de San Ángel"; Ecología, Historia Natural y Manejo. México: UNAM

- Servicio Meteorológico Nacional.** 2004. (www.smn.gob.mx)
- Schoener, T. W.** 1981. An empirically based estimate of home-range. *Theoretical Population Biology* 20:281-325
- Schmutz, J. A.** y G. C. White. 1990. Error in telemetry studies: effects of animal movement on triangulation. *Journal of Wildlife Management* 54:506-510
- Soberón M. J.,** Ma. De la C. Rosas M. y G. Jiménez C. 1991. Ecología hipotética de la reserva del Pedregal de San Ángel. *Ciencia y Desarrollo* (99):25-38
- Springer, J. T.** 1979. Some Sources of Bias and Sampling Error in Radio Triangulation. *Journal of Wildlife Management* 43(4):926-935
- Suzan-Aspiri, G.** 1998. Rabia, toxoplasma y parvovirus en mamíferos silvestres de dos reservas del Distrito Federal. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México
- Swihart R. K.** y N. A. Slade. 1985a. Influence of Sampling Interval on Estimates of Home Range Size. *Journal of Wildlife Management* 49(4):1019-1025
- Swihart R. K.** y N. A. Slade. 1985b. Testing for Independence of Observations in Animal Movements. *Ecology* 66(4):1176-1184
- Swihart R. K.** y N. A. Slade. 1986. The Importance of Statistical Power when Testing for Independence in Animal Movements. *Ecology* 67:255-258
- Taylor, W. P.** 1954. Food habits and notes on life history of the ring-tailed cat in Texas. *Journal of Mammalogy* 35(1):55-63
- Toweill D. E.** y J. G. Teer. 1980. Home range and den habits of Texas ringtails (*Bassariscus astutus flavus*). pp 1103-1120 en J. A. Chapman y D. Pursley, eds, 1980. Proceedings of the worldwide furbearers conference. Fortsburg, Maryland, USA
- Trapp, G. R.** 1972. Some anatomical and Behavioral adaptations of ringtails, *Bassariscus astutus*. *Journal of Mammalogy* 53:549-557

- Trapp, G. R.** 1978. Comparative behavioral ecology of the ringtail and gray fox in southwestern Utah. *Carnivore* 1(2):3-32
- Trapp, G. R.** y D. Wyatt. 1997. Ringtail (*Bassariscus astutus raptor*) Density, Morphology and Longevity in the Central Valley of California. Proceedings of the International Thereological Congress, México
- Valiente- Banuet, A.** y E. de Luna García. 1990. Una lista florística del pedregal de San Ángel. *Acta Botánica Mexicana* 9:13-30
- White, G. C.** y R. A. Garrott. 1990. Analysis of Wildlife Radio-Tracking Data. Academic Press. USA
- Wiens, J. A.** 1993. Fat times, lean times and competition among predators. *Trends in Ecology and Evolution* 8:348-349
- Withey, J. C.,** T. D. Bloxton y J. M. Marzluff. 2001. Effects of Tagging and Location Error in Wildlife Radiotelemetry Studies. pp. 43-75 en J. J. Millspaugh y J. M. Marzluff, eds. 2001. Radio Tracking and Animal Populations. USA: Academic Press
- Wood, J. E.** 1952. The ecology of furbearers in upland post oak region of eastern Texas. Tesis de Doctorado, Texas A&M University, College Station, USA
- Worton, B. J.** 1989. Kernel Methods for Estimating the Utilization Distribution in Home Range Studies. *Ecology* 70(1):165-168
- Worton, B. J.** 1995. Using Monte Carlo Simulation to Evaluate Kernel-Based Home Range Estimators. *Journal of Wildlife Management* 59(4):794-800
- Wyatt, D. T.** 1993. Home Range Size, Habitat Use and Food Habits of Ringtails (*Bassariscus astutus*) in a Central Valley Riparian Forest, Sutter Co., California. Tesis de Maestría, California State University, Sacramento, CA, USA