



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**ABUNDANCIA DEL CACOMIXTLE (*BASSARISCUS
ASTUTUS*) EN LA RESERVA ECOLÓGICA DEL
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:

VERÓNICA BERNAL LEGARIA



DIRECTORA DE TESIS:

DRA. VERÓNICA FARIÁS GONZÁLEZ

2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno

Bernal

Legaria

Verónica

Teléfono (55) 5617 3851

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Carrera Biología

No. de cuenta 300047316

2. Datos del tutor

Dra.

Verónica

Farías

González

3. Datos del sinodal 1

Dr.

Fernando Alfredo

Cervantes

Reza

4. Datos del sinodal 2

Dr.

José Jaime

Zúñiga

Vega

5. Datos del sinodal 3

Dr.

Oswaldo

Téllez

Valdés

6. Datos del sinodal 4

Dra.

Leticia

Ríos

Casanova

7. Datos del trabajo escrito

Abundancia del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, Ciudad Universitaria, México, D.F.

Número de páginas: 100

Año 2011

“La rareza precede a la extinción;
y sabemos que ese ha sido el
progreso de los sucesos en los
animales que han sido
exterminados, ya localmente o en
total, por obra del hombre.”

Charles Darwin

DEDICATORIA

A mis padres Pastor Bernal y Gabina Legaria

A mis hermanas Elizabeth, Jessica y Beatriz

A mi sobrina Fátima Donají

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme ser parte de su cuerpo estudiantil.

A los profesores del CCH-Sur y de la Facultad de Ciencias que me guiaron y formaron en esta hermosa carrera.

A la REPSA y sus habitantes por mostrarme la existencia de paisajes hermosos dentro de un sitio urbano; esperando que esta tesis le sirva a todas aquellas personas que luchan, aman y disfrutan de la vida silvestre para que se siga conservando este sitio.

A mis padres por su infinita paciencia, inmenso amor, horas de desvelo, esfuerzo y apoyo incondicional que me han brindado. Gracias por ayudarme a lograr este maravilloso sueño pues no solo es mío, sino también de ustedes, los amo infinitamente.

A mis hermanas Elizabeth, Jessica y Beatriz gracias por estar conmigo, por todo su apoyo y tiempo brindado desde pequeñas, además de estar siempre que las necesito. Las amo, son maravillosas y es un infinito honor tenerlas por hermanas.

A mi sobrina Fátima por tu ayuda, por ser la alegría de la casa y formar una parte importante en la familia; te amo pequeña.

A mi directora de tesis Dra. Verónica Farías, porque te aventuraste a emprender este viaje conmigo desde cero, creíste en este proyecto y en mí, sin conocerme. Gracias por tus enseñanzas, no sólo en el plano académico, sino también en lo personal; por brindarme tu amistad y apoyo, sabes que una gran parte de este trabajo es tuyo.

A los honorables miembros del jurado Dr. Jaime Zúñiga, Dr. Oswaldo Téllez, Dra. Leticia Ríos y Dr. Fernando Cervantes por sus comentarios y observaciones para mejorar esta tesis, pues me sirvieron mucho para darme cuenta de errores que no había visto.

Al Dr. Rurik List por los consejos dados antes de empezar la tesis; asimismo al M. en C. Francisco Botello por sus comentarios para el desarrollo de la tesis.

Al Dr. Antonio Lot y Javier Caballero por los permisos otorgados para realizar el trabajo de campo dentro de la Reserva.

A Vigilancia UNAM del Jardín Botánico por la seguridad ofrecida durante el año de trabajo de campo.

A Lilia, Marisol y Rosa María, por ser más que mis amigas, mis hermanas. Por compartir tantas cosas desde que nos conocimos al inicio de esta carrera, son personas muy importantes en mi vida. Gracias por estar siempre conmigo, apoyándome y alentarme a luchar por mis sueños y por todos los consejos brindados.

A Fabián por ser mi amigo desde que éramos unos pequeñuelos, por seguir siéndolo y espero que lo seamos hasta que estemos viejitos y arrugaditos. Te agradezco por el tiempo que te tomaste para explicarme los temas que no entendía de enfermedades.

A Vania, Laura, Gabriela, Alejandra, Adriana, Jorge, Thonathiu, Sonia, Aliberth, Griselda, Javier, Itzel, Sofía, a todos aquellos amigos y compañeros de la Facultad de Ciencias y del CCH-Sur con los que conviví y me faltaron por mencionar, gracias por ser mis amigos unos de mucho tiempo y otros menos pero siempre compartiendo una gran amistad, pues como olvidar los sorteos, clases, tareas, exposiciones, prácticas de campo y laboratorio, trabajos, estrés, y aquellas fiestas inolvidables.

A todas las personas que me acompañaron y ayudaron en el muestreo (papá, mamá, Betty, Faty, mi abuelita Vicky, Marisol, Lilia, Laura, Rosa María, Adriana y Alberto) pues gracias a su ayuda pude terminar el muestreo porque sin lugar a dudas tal vez me hubiera tardado horas y aún seguiría poniendo las estaciones y revisando los rastros.

A Marcela, Rodrigo y Guillermo Gil, pues todo lo que sé de la REPSA fue a su instrucción, conocimiento y enseñanzas; gracias por eso y por brindarme su amistad.

Y por último, pero no siendo menos importantes, a los chicos del Laboratorio de Recursos Naturales de la UBIPRO, FES Iztacala de la UNAM por brindarme su amistad y hacerme muy amena la estancia durante el tiempo que estuve aquí, a todos ustedes muchas gracias, también se han convertido en mis amigos, los quiero chicos.

ÍNDICE

RESUMEN	VI
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 El Pedregal de San Ángel como refugio para mamíferos carnívoros silvestres.....	1
II. ANTECEDENTES.....	3
2.1 El cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>).....	3
2.1.1 Hábitat y distribución	4
2.1.2 Comportamiento, reproducción e historia de vida	5
2.1.3 Dieta	6
2.1.4 Ecología y Conservación.....	7
2.2 Estudios de abundancia relativa de carnívoros silvestres.....	8
2.2.1 Carnívoros silvestres en sitios urbanos y suburbanos	8
2.2.2 Estudios de abundancia relativa del cacomixtle en México	10
III. OBJETIVOS	13
OBJETIVO GENERAL	13
OBJETIVOS PARTICULARES	13
IV. ÁREA DE ESTUDIO	14
V. MÉTODOS.....	16
5.1 Estaciones olfativas.....	17
5.1.1 Identificación de las huellas de cacomixtle	23
5.2 Conteo de excrementos o letrinas	24
5.2.1 Identificación de los excrementos y letrinas de cacomixtle.....	25
5.3 Análisis de datos	27
5.3.1 Estaciones olfativas.....	27
5.3.2 Moldes de yeso	28
5.3.3 Conteo de excrementos o letrinas	29
5.3.4 Clasificación de excrementos	30
VI. RESULTADOS	32
6.1 Estaciones olfativas.....	32
6.1.1 Esfuerzo de muestreo	32
6.1.2 Tamaño y frecuencia de las huellas.....	32
6.1.3 Índice de abundancia relativa.....	34
6.1.4 Huellas de otros mamíferos	43

6.1.5 Moldes de yeso	44
6.2 Conteo de excrementos	45
6.2.1 Esfuerzo de muestreo	45
6.2.2 Índice de abundancia relativa.....	46
6.2.3 Clasificación de excrementos	53
6.2.3.1 Número de excrementos depositados en el mismo punto	53
6.2.3.2 Tipo de zona de defecación y/o sustrato	53
6.2.3.3 Altura y posición sobre el camino	55
6.2.4 Excrementos de otros mamíferos	56
VII. DISCUSIÓN	59
7.1 Tendencias de abundancia poblacional de cacomixtles en la REPSA	59
7.2 Abundancia relativa de cacomixtle en las temporadas de lluvia y seca	61
7.3 Abundancia relativa de cacomixtle en las estaciones del año.....	62
7.4 Abundancia relativa del cacomixtle en los diferentes tipos de hábitat.....	62
7.5 Comparación entre métodos	64
7.6 Tipo de atrayente.....	65
7.7 Características de excrementos de cacomixtle registrados.....	66
7.8 Implicaciones en la conservación	67
VIII. CONCLUSIONES	71
IX. LITERATURA CITADA.....	73
X. ANEXOS	84
ANEXO I	84
ANEXO II	85
ANEXO III.....	87
ANEXO IV.....	90
ANEXO V	94
ANEXO VI.....	95
ANEXO VII	96
ANEXO VIII.....	97
ANEXO IX.....	99
ANEXO X.....	100

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Tamaño y frecuencia de las huellas de cacomixtles (<i>Bassariscus astutus</i>) juveniles (área < 9 cm ²) y adultos (área > 9 cm ²) encontradas en las estaciones olfativas de abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA.....	33
Cuadro 2.	Registro de visitas de cacomixtles (<i>Bassariscus astutus</i>) juveniles (J) y adultos (A) a las estaciones olfativas (EO) de abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA, dividido por estaciones del año y días del muestreo (1 y 2).....	34
Cuadro 3.	Moldes de yeso obtenidos de las huellas de los mamíferos que visitaron las estaciones olfativas de abril 2008 a marzo 2009; se presenta la fecha, tipo de hábitat, tipo de atrayente, nombre común y científico, así como la huella que se obtuvo.	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	El cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) se caracteriza por su cola anillada y sus hábitos nocturnos.	3
Figura 2.	Cráneo del cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) donde se distinguen el proceso postorbital y bulas timpánicas bien desarrollados, la cresta sagital en forma de lira y los caninos largos y muy agudos (Fotografías: Bernal-Legaria).....	4
Figura 3.	Distribución del cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) en México (Fuente: Ceballos y Oliva, 2005).....	5
Figura 4.	Fotografía satelital de la Zona Núcleo Poniente de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Las flechas naranjas señalan el recorrido realizado durante la revisión de las estaciones olfativas, y los números indica el número de estación olfativa (Fuente: Google Earth, 2009).	18
Figura 5.	Fotografía satelital de la Zona Núcleo Poniente de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel; las estaciones olfativas están señaladas por tipo de atrayente donde M es mermelada, D es Danonino y A es atún (Fuente: Google Earth, 2009).	20
Figura 6.	Estación olfativa cubierta con plástico transparente durante el muestreo del mes de julio de 2008 para evitar que la lluvia la hiciera inoperante. La pastilla de yeso está colocada al centro de la estación olfativa con mermelada de fresa como atrayente (Fotografía: Bernal-Legaria).....	21
Figura 7.	Fotografía satelital de la Zona Núcleo Poniente de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel; las estaciones olfativas están marcadas por tipo de hábitat donde VJ es vegetación jardín, VI es vegetación introducida y VN es vegetación nativa (Fuente: Google Earth, 2009).	22
Figura 8.	Diferencias entre las huellas de a) cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) y b) gato doméstico (<i>Felis catus</i> ; Fuentes: Murie, 1974; Aranda, 2000).....	23
Figura 9.	Diferencias entre las huellas de a) cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) y b) zorra gris (<i>Urocyon cinereoargenteus</i> ; Fuente: Aranda, 2000).....	24

Figura 10.	Ilustración de un excremento de cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i> ; Fuente: Aranda, 2000).	26
Figura 11.	Ilustración de un excremento de zorra gris (<i>Urocyon cinereoargenteus</i> ; Fuente: Aranda, 2000).	26
Figura 12.	Ilustración de un excremento de tlacuache (<i>Didelphis virginiana</i> ; Fuente: Aranda, 2000).	27
Figura 13.	Gráfica. Índice de abundancia relativa (IAR) mensual del cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) mediante el método de estaciones olfativas durante el año de muestreo de abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA, los números sobre las barras representan el IAR de cada mes.	35
Figura 14.	Gráfica. Comparación del índice de abundancia relativa (IAR) del cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) para las temporadas seca y de lluvia en la REPSA, mediante el método de estaciones olfativas; los números sobre las barras representan el IAR de cada temporada.	36
Figura 15.	Gráfica. Comparación del índice de abundancia relativa (IAR) del cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) por las estaciones del año en la REPSA, mediante el método de estaciones olfativas; los números sobre las barras representan el IAR de cada estación del año.	37
Figura 16.	Gráfica. Comparación del índice de abundancia relativa (IAR) anual del cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) mediante el método de estaciones olfativas, de acuerdo al tipo de atrayente utilizado; los números sobre las barras representan el IAR de cada atrayente.	38
Figura 17.	Gráfica. Índice de abundancia relativa (IAR) mensual del cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) mediante el método de estaciones olfativas durante el año de muestreo de abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA, de acuerdo al tipo de atrayente.	40
Figura 18.	Gráfica. Comparación del índice de abundancia relativa (IAR) anual del cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) de acuerdo al tipo de hábitat, mediante el método de estaciones olfativas; los números sobre las barras representan el IAR de cada tipo de vegetación.....	41
Figura 19.	Gráfica. Índice de abundancia relativa (IAR) mensual del cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) mediante el método de estaciones olfativas durante el año de muestreo de abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA, de acuerdo al tipo de hábitat.....	42
Figura 20.	Gráfica. Índice de abundancia relativa (IAR) anual de mamíferos que dejaron huellas en las estaciones olfativas, en comparación con el cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>), durante el año de muestreo de abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA; los números sobre las barras representan el IAR de cada especie.	44
Figura 21.	Gráfica. Índice de abundancia relativa del cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) mediante el método de conteo de excrementos durante el año de muestreo de abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA; los números sobre las barras representan el IAR de cada mes.	47

Figura 22.	Gráfica. Índice de abundancia relativa del cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) contando los excrementos destruídos por la lluvia y que no fue posible indentificar; mediante el método de conteo de excrementos durante el año de muestreo de abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA; los números sobre las barras representan el IAR de cada mes.....	48
Figura 23.	Gráfica. Comparación del índice de abundancia relativa (IAR) del cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) para las temporadas seca y de lluvia en la REPSA, mediante el método de conteo de excrementos; los números sobre las barras representan el IAR de cada temporada.	49
Figura 24.	Gráfica. Comparación del índice de abundancia relativa (IAR) anual del cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) de acuerdo al tipo de hábitat, mediante el método de conteo de excrementos; los números sobre las barras representan el IAR de cada hábitat.	51
Figura 25.	Gráfica. Índice de abundancia relativa (IAR) mensual del cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) mediante el método de conteo de excrementos durante el año de muestreo de abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA, de acuerdo al tipo de hábitat.....	52
Figura 26.	Gráfica. Frecuencias del número de excrementos depositados en el mismo sitio por el cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) durante el periodo de muestreo abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA.....	54
Figura 27.	Gráfica. Número de excrementos de cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) depositados en sustratos conspicuos e inconspicuos durante el periodo de muestreo abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA.	55
Figura 28.	Gráfica. Número de excrementos de cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) depositados en la parte central, lateral y marginal del camino de abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA.	56
Figura 29.	Gráfica. Índice de abundancia relativa (IAR) anual de mamíferos en la REPSA, comparados con el IAR del cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) de abril 2008 a abril 2009, mediante el método de conteo de excrementos; los números sobre las barras representan el IAR de cada especie.....	57
Figura 30.	Gráfica. Número de excrementos registrados por especie en el transecto de la REPSA durante el muestreo de abril 2008 a marzo 2009.	58

Bernal-Legaria, V. 2011. Abundancia del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, Ciudad Universitaria, México, D. F. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 100 pp.

RESUMEN

La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA) es uno de los últimos relictos del matorral de palo loco, vegetación nativa producida después de la erupción del volcán Xitle, y a pesar de su reducido tamaño, a estar rodeada de zonas urbanizadas y a la tendencia hacia la reducción en biodiversidad, aún sobreviven en ella los mamíferos carnívoros tolerantes a la presencia humana y a la fragmentación del hábitat, por lo que es necesario conocer el estado de sus poblaciones. El cacomixtle (*Bassariscus astutus*) es un carnívoro nativo de tamaño mediano residente en la REPSA, y este estudio se enfocó en estimar su abundancia relativa en la Zona Núcleo Poniente a lo largo de un año. De abril 2008 a marzo 2009 se muestrearon dos noches consecutivas de cada mes; en total 24 noches. Se utilizaron dos métodos: estaciones olfativas y conteo de excrementos en transecto. Se identificaron tres tipos de hábitat de acuerdo a la estructura y composición de la vegetación: a) vegetación jardín, b) vegetación introducida y c) vegetación nativa. Se colocaron 14 estaciones olfativas que se activaron un total de 336 veces y en 178 ocasiones fueron visitadas por la especie. Se recorrió un transecto de 4.6 km por día, haciendo un total de 111 km de abril 2008 a marzo 2009 y se hallaron 375 excrementos de los cuales se identificaron 268 pertenecientes al cacomixtle. Ambos métodos fueron efectivos para estimar las tendencias de abundancia relativa de la población de cacomixtles y confirmar su presencia en la REPSA a lo largo del año. La mayor abundancia relativa de *B. astutus* se presentó durante el verano y otoño y la menor durante el invierno. El tipo de hábitat más usado

por *B. astutus* fue la vegetación nativa. El método de estaciones olfativas permitió inferir la categoría de edad (adulto o juvenil) a partir del tamaño de huella; y a partir de las huellas de individuos pequeños encontradas se sugiere que la temporada reproductiva de la especie dentro de la REPSA está ocurriendo de febrero a septiembre.

Palabras clave: cacomixtle, abundancia, REPSA, estaciones olfativas, conteo de excrementos.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 El Pedregal de San Ángel como refugio para mamíferos carnívoros silvestres

La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA) es un importante refugio para poblaciones silvestres de animales y plantas debido a que salvaguarda algunos de los últimos fragmentos de un ecosistema natural único producido después de la erupción del volcán Xitle hace aproximadamente 2000 años y ahora conocido como el Pedregal de San Ángel (Álvarez *et al.*, 1986; Castellanos *et al.*, 2009; Castillo-Argüero *et al.*, 2007; Chávez, 1998; Chávez y Ceballos, 1994; Lot, 2008a, 2008b; Rojo, 1994; Rzedowski, 1954). Aún cuando la REPSA cuenta con una extensión de apenas 237 ha, posee gran significado en términos de biodiversidad gracias a que entre los fragmentos de roca volcánica, y en sus oquedades y grietas, se forma gran heterogeneidad de microambientes que a su vez favorecen la concentración de numerosas especies de flora y fauna, algunas de distribución única, y que conforman una comunidad muy especial en el matorral xerófilo dominado por el palo loco (*Pittocaulon praecox* (Cav.) H. Rob. y Brettell; Castillo-Argüero *et al.*, 2007). Debido al crecimiento continuo de asentamientos humanos el pedregal quedó convertido en una reserva de carácter urbano; la REPSA cubre aproximadamente el 33% de Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de México, y es un laboratorio viviente que merece ser estudiado y preservado por su valor estético y por los servicios ambientales que brinda (Castillo-Argüero *et al.*, 2007). En los últimos 50 años la REPSA aumentó su área de 125 ha cuando fue creada en 1983 hasta 237 ha en 2005, pero desafortunadamente su riqueza y diversidad biológica han disminuido debido al saqueo de especies nativas, a la introducción de especies exóticas, a la tira clandestina de basura y cascajo, a la contaminación y al incremento en la frecuencia de incendios (Castillo-Argüero *et al.*, 2002;

Portal de la REPSA, 2007). Históricamente se han registrado de 33 a 36 especies de mamíferos para la REPSA (Hortelano-Moncada *et al.*, 2009), pero Chávez y Ceballos (1994) y Negrete y Soberón (1994) consideraron que esta riqueza se redujo en los últimos 50 años y probablemente sólo existan entre 24 y 26 especies, y entre los mamíferos documentados recientemente como desaparecidos se encuentran seis especies de ratones, una musaraña, una tuza, una ardilla y una comadreja. Sobreviven el cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) por ser tolerantes a la presencia humana y a la fragmentación del hábitat en comparación con mamíferos carnívoros que ya no existen en la REPSA como el coyote (*Canis latrans*), el puma (*Puma concolor*), el mapache (*Procyon lotor*) y el coatí (*Nasua narica*; Castellanos, 2006; Castellanos *et al.*, 2009; Chávez, 1998; García, 2007; Granados-Pérez, 2008). Son necesarios los estudios ecológicos para el manejo y conservación de los mamíferos silvestres que aún habitan en la REPSA (Castellanos *et al.*, 2009). En particular, la población de *B. astutus* dentro de la REPSA no está siendo monitoreada para comprobar su condición aún cuando existen serias amenazas para su persistencia como la introducción de especies exóticas (Calderón, 2002; Rodríguez-Estrella *et al.*, 2000). La presencia de manadas de perros ferales (*Canis lupus familiaris*) dentro de la REPSA es continua y posiblemente los perros están afectando negativamente a los carnívoros de tamaño mediano como los cacomixtles y las zorras grises (Castellanos, 2006; García, 2007; Granados-Pérez, 2008, Ramos-Rendón, 2010). La disminución en la abundancia de *B. astutus* podría repercutir en el aumento de la presencia de gatos domésticos (*Felis catus*) que se aventuran a entrar en la REPSA para cazar especies nativas de aves, lagartijas y ratones; la ausencia de cacomixtles podría desencadenar la liberación de mesopredadores y con ello aumentar el riesgo de extinción de la microfauna endémica en la REPSA (Crooks y Soulé, 1999; Soulé *et al.*, 1988).

II. ANTECEDENTES

2.1 El cacomixtle (*Bassariscus astutus*)

El cacomixtle es un mamífero carnívoro del género *Bassariscus* de la familia Procyonidae, dentro de la subfamilia Bassariscinae. En México cuenta con dos especies: a) el cacomixtle tropical (*B. sumichrasti*) y b) el cacomixtle norteamericano (*B. astutus*). En la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel habita *B. astutus* (Figura 1), descrito por primera vez en 1830 por Lichtenstein en una localidad cercana a la Ciudad de México (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).



Figura 1. El cacomixtle (*Bassariscus astutus*) se caracteriza por su cola anillada y sus hábitos nocturnos.

La longitud corporal total es de 616-811 mm y la cola mide 350-500 mm; las hembras son ligeramente más pequeñas que los machos, los individuos de las zonas sureñas son más grandes en talla, y el mayor peso registrado en la literatura para la especie se encuentra en la REPSA donde las hembras pesan en promedio 1300 g y los machos 1600 g (Castellanos *et al.*, 2009). El cuerpo es esbelto de color café claro, con patas cortas y robustas; la cola es peluda y presenta

siete u ocho anillos de color negro intercalados con anillos de color blanco (Ceballos y Miranda, 2000; Núñez, 2002).

El cráneo es alargado, liso y redondeado con arcos zigomáticos delgados, y la caja craneal ligeramente aplanada y expandida lateralmente (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988; Núñez, 2002). El proceso postorbital y las bulas timpánicas están bien desarrollados, la cresta sagital es en forma de lira, los caninos son largos y muy agudos y los molares son comprimidos y muy cortantes (Núñez, 2002; Salazar, 1932; Figura 2). La fórmula dental es I 3/3; C 1/1; P 4/4; M 2/2; en total 40 (Ceballos y Miranda, 2000).



Figura 2. Cráneo del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) donde se distinguen el proceso postorbital y bulas timpánicas bien desarrollados, la cresta sagital en forma de lira y los caninos largos y muy agudos (Fotografías: Bernal-Legaria).

2.1.1 Hábitat y distribución

Se le encuentra en altitudes desde el nivel del mar hasta los 2900 m, en una gran variedad de hábitat como matorrales xerófilos, bosques, trópicos semiáridos, chaparrales, zonas arbustivas, zonas cultivadas de maguey y zonas cercanas a poblados, casas abandonadas y parques ciudadanos (Aranda, 2000; Ceballos y Galindo, 1984; Nava-Vargas, 2005; Núñez, 2002). Su distribución

geográfica se reporta desde el sur de los Estados Unidos de América en Texas y Arizona hasta el sur de México y sólo está ausente en la planicie costera del Golfo de México, en el istmo de Tehuantepec y en la península de Yucatán (Aranda, 2000; Ceballos y Galindo, 1984; Figura 3). En México se encuentra desde los estados del norte, la península de Baja California, las islas de San José, Espíritu Santo y Tiburón en el Golfo de California, hasta el sur de Oaxaca, Guerrero y Veracruz donde se superponen las distribuciones de *B. astutus* y *B. sumichrasti* (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).



Figura 3. Distribución del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en México (Fuente: Ceballos y Oliva, 2005).

2.1.2 Comportamiento, reproducción e historia de vida

Son animales de hábitos nocturnos y ocasionalmente activos al atardecer; durante el día permanecen dormidos en sus madrigueras. En la REPSA sus actividades comienzan en promedio a partir de las nueve de la noche hasta las seis de la mañana (Castellanos, 2006); gran parte del tiempo es dedicado al forrajeo (Goldberg, 2003). Construyen sus madrigueras subterráneas en montones de tierra, huecos en los árboles o troncos caídos, u ocupan las que abandonan otros mamíferos entre las oquedades y rocas volcánicas (Ceballos y Galindo, 1984).

Los adultos son de vida solitaria, excepto en época de apareamiento cuando se llegan a reunir varios individuos (Trapp, 1978). La madurez sexual en ambos sexos generalmente se obtiene al final del segundo año de edad, pero puede presentarse desde los diez meses de edad (Nowak, 1999; Poglayen-Neuwall, 1987). Se reproducen de febrero a mayo y los nacimientos ocurren principalmente entre abril y junio (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988). El tamaño de camada es de una a cuatro crías, aunque lo más común son entre tres y cuatro, la gestación dura aproximadamente 54 días (Nowak, 1999; Poglayen-Neuwall, 1987).

La orina, excrementos y vocalizaciones son importantes para la comunicación intraespecífica y el establecimiento de territorios en época de apareamiento (Barja y List, 2006; Nowak, 1999; Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988). Acostumbran defecar sobre rocas y peñas, siendo muy conspicuos y más comunes los amontonamientos de sus excrementos o letrinas; también pueden defecar junto a los caminos (Aranda, 2000; Barja y List, 2006; Ceballos y Miranda, 2000).

2.1.3 Dieta

En México su dieta es omnívora y puede consistir de artrópodos, peces, anfibios, lagartijas y serpientes, pájaros y sus huevos, aves de corral, mamíferos como ratas, ratones, ardillas, conejos y liebres, y frutos de plantas silvestres (Calderón, 2002; Ceballos y Galindo, 1984; Nava-Vargas *et al.*, 1999; Núñez, 2002; Rodríguez-Estrella *et al.*, 2000; Salazar, 1932). Las proporciones de la dieta se determinan por la accesibilidad del alimento variando con la época del año (Ceballos y Galindo, 1984). En la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, su dieta se basó en los frutos de la flor de la pasión (*Passiflora subpeltata*), nopal (*Opuntia*), jaboncillo (*Phytolacca icosandra*), palmera canaria (*Phoenix canariensis*), acalifa (*Acalypha*), mamíferos como ratones

(*Peromyscus gratus*), ratas de campo (*Neotoma mexicana*), musarañas (*Sorex saussurei*) y conejos (*Sylvilagus floridanus*), aves y alimento humano como tortillas (Castellanos, 2006).

2.1.4 Ecología y Conservación

Las densidades reportadas de cacomixtles van de 7 a 20 individuos por km² (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988). Castellanos *et al.* (2009) estimaron una densidad poblacional dentro de la REPSA de 23 individuos por km² y sugieren que *B. astutus* es el carnívoro nativo más abundante. El tamaño del ámbito hogareño para machos adultos fue de 7 a 9 ha y para un macho juvenil de 3 ha, con superposición de ámbitos hogareños del 28 al 47% (Castellanos *et al.*, 2009).

Sus principales depredadores son el búho cornudo (*Bubo virginianus*), el coyote, el mapache y el gato montés (*Lynx rufus*; Núñez, 2002). Las especies con las que compite por el alimento son el mapache, el tlacuache (*Didelphis virginiana*), la zorra gris y el zorrillo listado (*Mephitis mephitis*).

Son considerados importantes en el control de poblaciones de roedores pero son animales nocivos para la avicultura (Ceballos y Galindo, 1984; Núñez, 2002; Salazar, 1932). Dentro de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) no está catalogada como especie en peligro de extinción, aunque dos subespecies endémicas e insulares están amenazadas, *B. astutus insulicola* en la isla San José y *B. astutus saxicola* en las islas Espíritu Santo y Tiburón, ya que se estima que están siendo afectadas negativamente por la introducción de especies exóticas (Calderón, 2002; Rodríguez-Estrella *et al.*, 2000).

2.2 Estudios de abundancia relativa de carnívoros silvestres

Los primeros estudios para estimar la abundancia relativa de mamíferos carnívoros en vida silvestre fueron enfocados al monitoreo del estado y tendencia poblacional estacional o anual con el fin de manejar o controlar poblaciones de depredadores que se consideraban nocivos para las actividades antropogénicas (Conner *et al.*, 1983; Lindzey *et al.*, 1977; Linhart y Knowlton, 1975; Roughton y Sweeny, 1982; Sargeant *et al.*, 1998; Smith *et al.*, 1994); en comparación con los estudios actuales que tienen como fin el manejo, la conservación y el aprovechamiento racional de la fauna silvestre (Bilenca *et al.*, 1999; Botello, 2004; Crooks y Soulé, 1999; Novaro *et al.*, 2000; Orjuela y Jiménez, 2004; Prange *et al.*, 2003; Sargeant *et al.*, 2003; Travaini *et al.*, 1996).

2.2.1 Carnívoros silvestres en sitios urbanos y suburbanos

El giro de los estudios de abundancia relativa de mamíferos carnívoros hacia la conservación de la biodiversidad se debió a las fuertes presiones de cacería ilegal, sobreexplotación y pérdida de hábitat que los afectan por ser animales de tamaño grande por lo que necesitan áreas extensas para mantener sus poblaciones (Chávez y Ceballos, 1994; Crooks, 2002; Crooks y Soulé, 1999; Hernández, 1992; Suzán, 1999; Saether, 1999). Durante las últimas décadas se empezó a proteger a las poblaciones de mamíferos carnívoros que se vieron obligadas a utilizar áreas suburbanas y urbanas al quedarse sin un hábitat completamente silvestre o porque quedaron rodeadas por el crecimiento de las urbes (Crooks, 2002; Crooks y Soulé, 1999; Prange y Gehrt, 2004). Sin embargo, no todas las especies logran adaptarse a las condiciones en hábitat suburbano y con frecuencia son los generalistas los que tienen éxito aún cuando tienen que competir contra perros y gatos (Barja y List, 2006; Crooks, 2002; Prange y Gehrt, 2004).

Los estudios de abundancia de mamíferos carnívoros en sitios urbanos y suburbanos son recientes, y de los más conocidos son los realizados por Soulé *et al.* (1988) y Crooks y Soulé (1999) en California, Estados Unidos de América. Los autores encontraron que los coyotes controlaron la abundancia de zorras grises y gatos domésticos, por lo que la presencia de coyotes indirectamente disminuyó la tasa de extinción de las aves nativas que requieren del chaparral, demostrando que la eliminación de grandes depredadores dentro de un sistema podría desestabilizarlo y abrir la posibilidad de que los depredadores de menor tamaño llegaran a ser más abundantes causando probablemente la extinción de especies nativas vulnerables. Llamaron liberación de meso-depredadores a la situación de aumento en la abundancia de carnívoros de menor tamaño en ausencia de un carnívoro de mayor tamaño que controle sus poblaciones. Se demostró que poblaciones de especies endémicas están en mayor riesgo de extinción o ser sustancialmente mermadas cuando se ha perdido la presencia de especies clave de mamíferos carnívoros nativos (Soulé *et al.*, 1988; Crooks y Soulé, 1999). Asimismo, otro fenómeno similar conocido como “efecto cascada” (Krebs, 2001), también resalta que es importante conservar las poblaciones de carnívoros nativos para evitar la eliminación de especies vulnerables.

El aumento desmesurado de los meso-depredadores en zonas suburbanas y urbanas puede convertirse en un problema de transmisión de enfermedades y tener repercusiones en la salud del ecosistema pues las poblaciones densas pueden facilitar la transmisión de enfermedades intraespecíficamente pero también hacia otras especies, hacia animales domésticos y algunas veces hacia el humano (Crooks y Soulé, 1999; Pacheco, 2010; Prange *et al.*, 2003; Suzán, 1999; Suzán y Ceballos, 2005; Travaini *et al.*, 1996). Otro problema consiste en que la disponibilidad de alimento en la basura de las zonas suburbanas hace que los mamíferos carnívoros silvestres se acostumbren a la presencia humana y a comer basura, siendo algunas veces envenenados con o sin intención (Pérez-Escobedo *et al.*, 2008; Prange y Gehrt, 2004; Travaini *et al.*, 1996).

En zonas urbanas y suburbanas de México, existen los trabajos realizados por Negrete (1991), Negrete y Soberón (1994), Castellanos (2006), Castellanos *et al.* (2009), García (2007), Granados-Pérez (2008) y Ramos-Rendón (2010) quienes obtuvieron la abundancia de mamíferos carnívoros en la REPSA sólo como dato ocasional, pues no fue el objetivo principal.

2.2.2 Estudios de abundancia relativa del cacomixtle en México

En nuestro país, se ha obtenido información variada sobre *B. astutus* de temas diversos como patrones de actividad (Botello, 2006), tamaño del ámbito hogareño (Castellanos, 2006), estado de la población (Nava-Vargas *et al.*, 1999; Ramos-Rendón, 2010; Reyes-García, 2002), densidad relativa (Botello, 2004; Castellanos *et al.*, 2009; Negrete y Soberón, 1994), distribución espacial (Botello, 2006; Granados-Pérez, 2008), efecto de la ingestión de frutos sobre la germinación de semillas (González, 2010), enfermedades (Pacheco, 2010; Suzán, 1999), hábitos alimentarios (Botello, 2006; Calderón, 2002; Castellanos, 2006; Castillo, 2008; Granados-Pérez, 2008; Rodríguez-Estrella *et al.*, 2000) y marcaje territorial con excrementos (Barja y List, 2006). Sin embargo, la mayoría de estas investigaciones no estuvieron enfocadas exclusivamente a dicha especie y la información obtenida a veces fue circunstancial. Los estudios sobre su ecología y conservación en México son contados y entre ellos podemos referir los de Barja y List (2006), Castellanos *et al.*, (2009), Calderón (2002) y Reyes-García (2002). Reyes-García (2002) evaluó los cambios estacionales de una población de *B. astutus* en el volcán La Malinche, Tlaxcala, y reportó la mayor abundancia en primavera, verano y otoño. Los individuos prefirieron los tipos de hábitat con mayor diversidad, temperaturas menos severas y zonas que les brindaron refugios. Además Reyes-García (2002) pudo conocer la estructura de edades dentro de la población mediante el tamaño de las huellas de los cacomixtles.

Tal vez debido a que ésta es una especie generalista con gran adaptabilidad y de amplia distribución que no se encuentra amenazada y tolera perturbaciones humanas en su hábitat (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988) no se le ha dado importancia a realizar investigaciones concretas en México que describan la situación actual de la especie y sus poblaciones.

Los estudios ecológicos y de conservación en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel han sido otra fuente de información científica sobre la especie. Estas investigaciones reportan sus resultados de acuerdo a la perspectiva del estudio, ya que por ejemplo Negrete y Soberón (1994) al igual que Granados-Pérez (2008) reportaron que la especie es poco abundante en comparación con diversas especies de mamíferos pequeños y medianos de la reserva, en contraste con Castellanos (2006) quien menciona que es el mamífero carnívoro más abundante de la REPSA al compararlo con otros mamíferos medianos como la zorra gris. Negrete y Soberón (1994) estimaron una densidad relativa de 0.27 individuos/ha y concluyeron que es una especie que debería tener atención especial y estrecha vigilancia a su demografía. Granados-Pérez (2008) reportó que el cacomixtle fue la especie con menos individuos registrados en el año del muestreo pues sólo registró dos individuos por medio de fototrampas. En comparación, Ramos-Rendón (2010) estimó que la densidad de la especie fue de 0.13 a 0.17 individuos/ha y reportó que *B. astutus* fue la segunda especie, tanto nativa como exótica, con el mayor número de capturas (30 capturas y recapturas de un total de 227). Castellanos (2006) realizó un estudio sobre el ámbito hogareño y hábitos alimentarios de esta especie en la REPSA, y encontró que las áreas de actividad son pequeñas y tienen un porcentaje de superposición alto; concluyendo que es una especie que puede tolerar la perturbación por la presencia humana pero depende en gran medida de los recursos de la reserva como son la cobertura vegetal y sitios para refugio y madrigueras. Barja y List (2006) realizaron un estudio sobre el marcaje territorial de cacomixtle con heces en la REPSA y encontraron que las heces en letrinas o solas son depositadas para marcar su

territorio, ya que cumplen la función de signos visuales porque en este lugar la orina se evapora rápidamente perdiendo así su efecto de marcaje. Aún cuando estas investigaciones no están enfocadas exclusivamente a la abundancia de *B. astutus*, han aportado información valiosa antes desconocida sobre su biología en la REPSA. La presente tesis es el primer estudio dedicado a la abundancia de la población de cacomixtles en la REPSA, pues aún cuando se han realizado trabajos sobre la especie en la zona, éstos no fueron enfocados para el monitoreo de su condición poblacional y sólo se obtuvo cierta información como un dato secundario (Castellanos, 2006; Granados-Pérez, 2008; Negrete, 1991; Negrete y Soberón, 1994; Ramos- Rendón, 2010).

III. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Estimar la abundancia relativa del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.

OBJETIVOS PARTICULARES

1) Conocer el índice de abundancia relativa de cacomixtles en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.

2) Evaluar las tendencias en la abundancia de cacomixtles en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel durante un año, a partir de los índices de abundancia relativa mensuales.

3) Comparar los métodos de estaciones olfativas y conteo de excrementos como índices de abundancia relativa de la población de cacomixtles en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.

IV. ÁREA DE ESTUDIO

La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA) es una formación de basalto producida por la erupción del volcán Xitle hace aproximadamente 2000 a 2500 años (Álvarez *et al.*, 1986; Castillo-Argüero *et al.*, 2004). La reserva se localiza en el sur de la Ciudad de México entre las coordenadas geográficas 19° 18' 21'' – 19° 20' 11'' Norte y 99° 10' 15'' – 99° 12' 4'' Oeste, y tiene una extensión de 237.3 ha con un intervalo altitudinal de 2292 a 2365 metros (Castillo-Argüero *et al.*, 2007).

La gran importancia de proteger y conservar esta zona es por ser el último relicto de vegetación natural al sur de la Ciudad de México, además de ser considerada una de las zonas más ricas en flores del Valle de México (Castillo-Argüero *et al.*, 2007). Recientemente se han hecho esfuerzos para aumentar el área bajo protección; ya que ocupaba 124.5 ha en el año de 1983 en dos áreas ubicadas a los costados de la avenida de los Insurgentes y el 2 de junio de 2005 se agregaron nuevas zonas de amortiguamiento, aumentando su extensión a 237.3 ha (UNAM, 2005).

El tipo de vegetación que caracteriza a la REPSA es matorral xerófilo de alta elevación, ya que se localiza en la zona ecológica templada subhúmeda (Castillo-Argüero *et al.*, 2007). El suelo es escaso, poco profundo y rocoso donde predominan las formas de crecimiento arbustivo y herbáceo (Rzedowski, 1954). El clima del Pedregal de San Ángel es templado subhúmedo con lluvias en verano [Cb (w1) (w)], la temperatura media anual es de 19.6° C con variaciones extremas que van desde los –6° C hasta los 34.6° C, teniendo las más altas en mayo y la mínima en enero (Castillo-Argüero *et al.*, 2002; García, 1988; Rzedowski, 1954). La precipitación media anual es de 870 mm y divide al año en época seca de noviembre a mayo, y en época de lluvia de junio a octubre (Castillo-Argüero *et al.*, 2002; García, 1988; Rzedowski, 1954).

La vegetación del REPSA fue descrita por Rzedowski en 1954; se distinguen nueve asociaciones vegetales y la predominante es la asociación *Senecionetum praecosis* que es un matorral xerófilo con 319 especies de plantas y cuya especie dominante es el palo loco (*Pittocaulon praecox*; Rzedowski, 1954). La riqueza florística del lugar se ha reducido por la alta tasa de urbanización de la Ciudad de México, teniendo como resultado que la REPSA es una isla dentro de la Universidad Nacional Autónoma de México.

La fauna que habita en la REPSA ha sido sometida a un rápido aislamiento, debido al crecimiento de la mancha urbana. De las aproximadamente 300 especies que habitaban en la Cuenca de México actualmente subsisten cerca de 200, pero estas también se encuentran en peligro de desaparecer. Históricamente se han registrado 36 especies de mamíferos en el Pedregal; sin embargo actualmente se estima que han desaparecido diez especies siendo en su mayoría roedores (Negrete y Soberón, 1994). Se tiene registro de 12 especies (46%) del Orden Chiroptera, siete especies (30%) del Orden Rodentia, cuatro especies (15%) del Orden Carnivora y una especie (4%) para los Órdenes Soricomorpha, Lagomorpha y Didelphimorphia, respectivamente (Negrete y Soberón, 1994). Cabe mencionar que en la reserva también existen especies exóticas de animales como perros y gatos domésticos y ferales, y ratas y ratones (Negrete y Soberón, 1994).

Entre los mamíferos del Orden Carnivora encontramos al cacomixtle, zorra gris, zorrillo manchado, zorrillo rayado (*Mephitis macroura*) y la comadreja de cola larga, que actualmente se desconoce si aún habita en el Pedregal (Negrete y Soberón, 1994).

V. MÉTODOS

El muestreo se realizó en la Zona Núcleo Poniente de la REPSA, donde se encuentran el Instituto de Biología y el Jardín Botánico de la Universidad Nacional Autónoma de México. La Zona Núcleo Poniente resultó un lugar adecuado para el muestreo porque la abundancia de cacomixtles es relativamente mayor comparada con otras zonas de la reserva (Castellanos, 2006), por ser un lugar con veredas y caminos que permiten el acceso todo el año, y porque los individuos de esta especie están habituados a la presencia humana de los visitantes cotidianos del Jardín Botánico.

Se identificaron tres tipos de hábitat en la Zona Núcleo Poniente de acuerdo a la estructura y composición de la vegetación: a) vegetación jardín (VJ), compuesta por los jardines alrededor de caminos pavimentados, aulas de seminarios, casetas de vigilancia, y áreas de exhibición del Jardín Botánico, Instituto de Biología y Jardín Demostrativo de la REPSA; b) vegetación introducida (VI), conformada principalmente por especies exóticas como eucaliptos y pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) que se encuentran en zonas aledañas a circuitos viales y al Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Sur (CCH-Sur) de la UNAM; y c) vegetación nativa (VN), que correspondió a las áreas donde persisten las especies nativas del matorral xerófilo de palo loco de la reserva.

Los muestreos se realizaron mensualmente durante un año, de abril 2008 a marzo 2009. Cada muestreo mensual se realizó en dos días consecutivos, coincidiendo en los mismos días los muestreos para el método de estaciones olfativas y el conteo de excrementos. Los muestreos se realizaron durante la primera semana de cada mes, excepto durante el mes de mayo 2008 cuando se realizaron a principios de la segunda semana.

La mayoría de los investigadores están de acuerdo en que las estaciones olfativas se cuentan entre los mejores métodos para estimar la abundancia relativa de mamíferos carnívoros (Linhart y

Knowlton, 1975; Roughton y Sweeny, 1982; Travaini *et al.*, 1996), otros más opinan que se deben usar las estaciones olfativas en combinación con otros métodos para aumentar su confiabilidad (Conner *et al.*, 1983; Nottingham *et al.*, 1989; Sargeant *et al.*, 1998) y son pocos quienes refieren que las estaciones olfativas no deberían usarse como estimador de abundancia (Llaneza *et al.*, 1998; Smith *et al.*, 1994). Además de las estaciones olfativas, el conteo de excrementos en transectos es otro de los métodos más utilizados para estimar la abundancia relativa de carnívoros silvestres debido a que es barato, puede ser usado como método de rutina, no requiere condiciones especiales del suelo, los rastros dejados por las especies son obtenidos en sus áreas de actividad y también es un método no invasivo (Cavallini, 1994; Guitian y Bermejo, 1989; Neff, 1968; Orjuela y Jiménez, 2004).

5.1 Estaciones olfativas

La técnica se basa en registrar las huellas del animal o animales de nuestro interés atrayéndolo a un punto definido (estación olfativa) por medio de alguna esencia apetecible para la especie que puede provenir de ácidos grasos sintetizados, orina sintética o natural de la misma o diferente especie, hormonas, huevo fermentado, carne cruda o fermentada, sardinas o atún, frutas o mermelada de frutas y cereales (Aranda, 2000; Castellanos, 2006; García, 2007; Monroy-Vilchis y Velázquez, 2002; Orjuela y Jiménez, 2004; Reyes-García, 2002; Travaini *et al.*, 1996).

El método de estaciones olfativas propuesto por Linhart y Knowlton (1975) se adaptó para las características de matorral xerófilo de *Pittocaulon praecox* de la REPSA y del cacomixtle. Las estaciones olfativas se colocaron en la Zona Núcleo Poniente (Figura 4). Debido a la densidad de vegetación y a la inaccesibilidad del malpaís (extensiones cubiertas por fragmentos de roca volcánica en diferentes fases de intemperización sin formación de suelo), se diseñó un transecto siguiendo las veredas y caminos y se colocaron 14 estaciones olfativas en un

arreglo espacial lo más cercano posible a una gradilla. Las estaciones quedaron separadas por distancias de 163 a 290 metros entre sí. Debido a la presencia cotidiana de visitantes en el Jardín Botánico, y por estar documentado el uso preferencial de caminos por los cacomixtles (Barja, 2005; Barja *et al.*, 2005; Barja y List, 2006), las estaciones olfativas fueron colocadas a los lados de veredas y caminos y no sobre ellos para evitar que fueran destruidas por los visitantes. Se colocaron cuatro estaciones olfativas en vegetación jardín, otras cinco en vegetación introducida y otras cinco en vegetación nativa (Figura 7). El número de estaciones olfativas correspondió con la disponibilidad de los tres tipos de hábitat.



Figura 4. Fotografía satelital de la Zona Núcleo Poniente de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Las flechas naranjas señalan el recorrido realizado durante la revisión de las estaciones olfativas, y los números indica el número de estación olfativa (Fuente: Google Earth, 2009).

Para la preparación de las estaciones olfativas se eliminó la vegetación de una área circular de un metro de diámetro (se solicitó el permiso correspondiente a la Secretaría de la REPSA). Para facilitar la impresión de las huellas se tamizó la tierra con una malla metálica con apertura de 0.2 centímetros, lo que permitió homogeneizar la superficie y dejar una capa de tierra tamizada de un centímetro de grosor, sin piedras, para facilitar la impresión de las huellas (Aranda, 1981; Aranda, 2000; Reyes-García, 2002).

En el centro de cada estación olfativa se colocaron pastillas de yeso de cinco centímetros de diámetro que tenían una superficie cóncava donde eran puestos de manera alternada los atrayentes. Para asegurar las visitas a las estaciones olfativas, se utilizaron tres diferentes tipos de atrayentes los cuales han sido reportados como efectivos para atraer a los cacomixtles: a) mermelada de fresa, b) queso tipo *petit suisse* de la marca “Danonino” sabor fresa, y c) atún en aceite enlatado (Castellanos, 2006; García, 2007). Las 14 estaciones se dividieron por tipo de atrayente quedando cinco estaciones de mermelada, cinco estaciones de Danonino y cuatro estaciones de atún que fueron asignados de manera aleatoria (Figura 5, Anexo V).



Figura 5. Fotografía satelital de la Zona Núcleo Poniente de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel; las estaciones olfativas están señaladas por tipo de atrayente donde M es mermelada, D es Danonino y A es atún (Fuente: Google Earth, 2009).

Las estaciones permanecieron activas durante dos noches consecutivas en cada muestreo mensual (Roughton y Sweeny, 1982). El primer día, las estaciones olfativas se prepararon al atardecer y se les colocó la pastilla de yeso con su respectivo atrayente. Al amanecer del día siguiente (segundo día) las pastillas se revisaron y se retiraron para ser colocadas de nuevo al atardecer. Se repusieron las pastillas que fueron robadas, destruidas o comidas por los animales. Los atrayentes fueron renovados al atardecer del segundo día para permitir que el olor fuera lo más constante posible durante las dos noches consecutivas de muestreo.

En la orilla de cada estación, se dejó la impresión de la mano izquierda del observador como marca para evaluar si hubo pérdida de información. Dicha impresión se colocó hasta terminar de preparar la estación y con un guante de carnaza limpio para evitar dejar olor humano. Si al

revisar cada estación olfativa se encontraba la marca intacta, se determinó como estación operativa. Las estaciones inoperativas fueron aquellas en donde la marca apareció borrada o modificada, puesto que cualquier huella que se encontrara en ella pudo haber sido afectada.

En temporadas de lluvias se optó por hacer una cubierta para las estaciones olfativas y así evitar su inactivación por la lluvia (Baldwin *et al.*, 2006). La cubierta se realizó con bolsas de plástico transparente, formando techos de 1.5 m de ancho por 1.5 m de largo, y colocados a una altura de 1.0 m. Las bolsas se abrieron y en cada esquina se amarró un hilo nylon que después se amarró a los árboles o arbustos que estaban cerca de las estaciones. El plástico se tensó en posición inclinada para evitar acumulación de agua durante los episodios de lluvia y encima se le colocó vegetación (pasto kikuyo, ramas y plantas secas) para que no hiciera ruido con el viento; además de servir como camuflaje con la vegetación circundante y evitar que los animales se asustaran y dejaran de visitar las estaciones (Figura 6).



Figura 6. Estación olfativa cubierta con plástico transparente durante el muestreo del mes de julio de 2008 para evitar que la lluvia la hiciera inoperante. La pastilla de yeso está colocada al centro de la estación olfativa con mermelada de fresa como atrayente (Fotografía: Bernal-Legaria).

Al revisar cada estación se registró la fecha y hora del día, el número de estación olfativa, el nombre común de la especie o especies que dejaron huellas, el número de individuos que

visitaron la estación, el número total de huellas, el número de huellas que se encontraron para cada individuo, y el tipo de hábitat (VJ, VI ó VN) donde se encontraba la estación (Figura 7). Asimismo, se determinó y se anotó para cada estación si ésta fue operativa o inoperativa, y para la estación operativa se anotó si fue con o sin visita. Para las estaciones inoperativas se anotó la causa que las afectó como lluvia, viento, paso de animales domésticos, paso de personas o por causa desconocida.



Figura 7. Fotografía satelital de la Zona Núcleo Poniente de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel; las estaciones olfativas están marcadas por tipo de hábitat donde VJ es vegetación jardín, VI es vegetación introducida y VN es vegetación nativa (Fuente: Google Earth, 2009).

La identificación de las especies que dejaron su rastro se hizo con ayuda de los manuales de campo “A field Guide to Animal Tracks” de Murie (1974), “Rastros de los mamíferos silvestres de México” de Aranda (1981) y “Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México” de Aranda (2000). De las huellas encontradas en las estaciones olfativas, se estimó el

área tomando como base la medida estándar de la pata de un individuo adulto; en el caso del cacomixtle son 3 cm de ancho por 3 cm de largo. Además se tomó un molde de las huellas que tuvieron una buena impresión con yeso odontológico; de las cuales se anotaron la fecha, tipo de hábitat, tipo de atrayente, nombre común y nombre científico de la especie y la huella de pata o mano (Cuadro 3). Los moldes de yeso fueron tomados durante la temporada seca debido a que durante la temporada de lluvia, al sacar el molde no se diferenció la forma de las huellas; sólo se pudo obtener el molde de una huella de perro en temporada de lluvia pues quedó impresa en un terreno lodoso en un camino de la REPSA. Tampoco se pudieron distinguir las huellas en las fotografías digitales durante la temporada de lluvia.

5.1.1 Identificación de las huellas de cacomixtle

De acuerdo con Murie (1974) y Aranda (2000), es sencillo diferenciar entre huellas de cacomixtle y de gato doméstico (*Felis catus*), ya que el cacomixtle marca cinco dedos y el cojinete suplantar en las manos, y el cojinete plantar es más grueso en la parte del dedo meñique y delgado en la parte del dedo pulgar (Figura 8a). En el caso de los felinos solo se marcan cuatro dedos, nunca aparecen las garras en la huella ya que las retraen al caminar, las huellas son más redondeadas y el cojinete plantar es aplanado (Figura 8b). Si el dedo pulgar del cacomixtle apenas es visible, Aranda (2000) indica que se tome en cuenta el cojinete plantar y suplantar.



Figura 8. Diferencias entre las huellas de a) cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y b) gato doméstico (*Felis catus*; Fuentes: Murie, 1974; Aranda, 2000).

Las diferencias entre las huellas de cacomixtle y de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) de acuerdo con Aranda (2000), son que la zorra gris tanto en manos como en patas marca cuatro dedos y un cojinete plantar (Figura 9b) en comparación con el cacomixtle que marca cinco dedos (Figura 9a). También, Aranda (2000) indica que las huellas de zorra gris de las manos tienden a ser más redondeadas mientras que las patas son menos anchas y en general no se marcan las garras (Figura 9b). En el caso de que la huella del cacomixtle no marque el dedo pulgar se toma en cuenta el cojinete suplantador para las manos y el cojinete plantar para las patas (Figura 9a).



Figura 9. Diferencias entre las huellas de a) cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y b) zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*; Fuente: Aranda, 2000).

5.2 Conteo de excrementos o letrinas

Para el método de conteo de excrementos o letrinas se utilizó el mismo transecto diseñado para el muestreo con las estaciones olfativas; registrando todos los excrementos de cacomixtles encontrados. El recorrido total del transecto por día fue de 4.608 km.

El transecto se revisó dos días consecutivos en cada muestreo mensual. La tarde anterior al primer día de muestreo, se limpió el transecto para evitar contabilizar excrementos viejos. A la mañana siguiente de la limpieza, se recorrió el transecto y se registraron todos los excrementos encontrados durante este primer día de muestreo. El segundo día también se recorrió el transecto en la mañana y se registraron aquellos excrementos depositados durante la noche anterior. El

primer día, se marcaron los excrementos para evitar contarlos de nuevo durante el segundo día de muestreo.

Para cada localización de excremento se llenó una ficha donde se registró la fecha y hora del día, coordenadas geográficas en UTM, número de excrementos depositados en cada sitio, tipo de sustrato o zona de defecación (conspicuo o inconspicuo), tipo de hábitat (VJ, VI o VN), altura a la que se depositó el excremento (alto o suelo), ancho del camino, posición del excremento en el camino (central, lateral o marginal), número de excrementos en letrina y edad de los excrementos (Barja, 2005; Barja *et al.*, 2005). En cuanto a la edad de los excrementos, en algunos muestreos se encontraron excrementos del día anterior que se habían contado y marcado, los cuales se registraron como de edad un día. Para las letrinas que contuvieron un alto número de excrementos, solo se contaron aquellos que se pudieron distinguir claramente. Los excrementos fueron identificados por el olor, capa de moco y signos de hidratación.

Cuando se encontraron excrementos de otras especies como zorra gris, tlacuaches, perros y gatos también se contabilizaron, diferenciándolos de acuerdo con Murie (1974) y Aranda (2000).

5.2.1 Identificación de los excrementos y letrinas de cacomixtle

Los excrementos del cacomixtle se identificaron por su forma más o menos cilíndrica de 1 a 2 cm de diámetro y 5 a 10 cm de largo y generalmente con uno a cuatro segmentos, color comúnmente pardo o negro (Figura 10) y olor afrutado característico (Aranda, 2000).

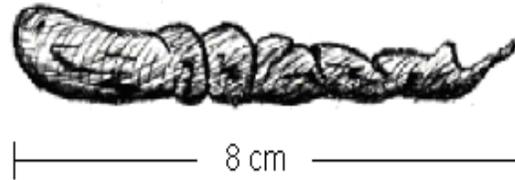


Figura 10. Ilustración de un excremento de cacomixtle (*Bassariscus astutus*;

Fuente: Aranda, 2000).

Para distinguir entre los excrementos de cacomixtle y zorra gris, se les diferenció de acuerdo con Aranda (2000). Los excrementos de la zorra gris se parecen a los de cacomixtle en que tienen forma más o menos cilíndrica de 1 a 2 cm de diámetro y 5 a 10 cm de largo, con color variable pero normalmente pardo, gris o negro (Figura 11); sin embargo, generalmente están formados por pelo y restos de insectos y semillas y cuando tienen semillas grandes pueden tener muy poca consistencia y llegan a desbaratarse fácilmente, y su olor fuerte como a almizcle es característico y diferente del olor afrutado de los excrementos de cacomixtle. Al igual que el cacomixtle, la zorra gris generalmente forma letrinas que se encuentran encima de las rocas y pueden estar ubicadas sobre o a un lado de los caminos del humano (Aranda, 2000).

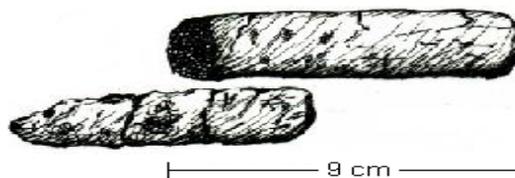


Figura 11. Ilustración de un excremento de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*;

Fuente: Aranda, 2000).

De acuerdo con Aranda (1981; 2000), los excrementos de los cacomixtles se pueden diferenciar de los excrementos de los tlacuaches, porque los de tlacuache son como pequeños paquetes

cilíndricos o ligeramente enroscados de color pardo oscuro o negro de 5 cm de largo por 1 cm de ancho; los restos alimenticios son variables debido a su dieta omnívora (Figura 12).



Figura 12. Ilustración de un excremento de tlacuache (*Didelphis virginiana*; Fuente: Aranda, 2000).

5.3 Análisis de datos

5.3.1 Estaciones olfativas

La abundancia relativa de cacomixtles en la REPSA se estimó mediante el índice de Linhart y Knowlton (1975) para los datos colectados con el método de las estaciones olfativas:

$$\text{IAR} = \frac{\text{Total de visitas por especie}}{\text{Total de estaciones operables por noche}} \times 1000$$

Donde:

Total de visitas por especie = número total de visitas que realizan individuos de la especie estudiada a las estaciones olfativas.

Total de estaciones operables por noche = número de estaciones olfativas que durante la noche del muestreo no hayan sufrido alteración alguna que provoque la pérdida de la huella de los visitantes.

Para analizar las tendencias de la población de *B. astutus*, se estimó y graficó el índice de abundancia relativa (IAR) para cada mes del año, así como para la temporada seca y la temporada de lluvia. Como se registraron huellas de otros mamíferos también se estimó el IAR anual como datos adicionales para aprovechar esa información circunstancial.

Se calculó y graficó el IAR mensual de acuerdo al tipo de atrayente (mermelada, Danonino y atún) y se estimó el promedio de los meses obteniendo así el IAR anual para cada tipo de atrayente en las estaciones olfativas.

Para comparar la frecuencia de visitas de cacomixtle de acuerdo al tipo de hábitat, se estimó el IAR mensual por tipo de hábitat, y se calculó el promedio de los meses obteniendo así el IAR anual para vegetación jardín, vegetación introducida y vegetación nativa.

Se realizaron pruebas de χ^2 para detectar diferencias estadísticamente significativas en la abundancia relativa del cacomixtle por temporada (seca o de lluvia), estaciones (primavera, verano, otoño e invierno), tipo de atrayente y tipo de hábitat; se utilizaron los datos de frecuencia de visita a las estaciones olfativas.

5.3.2 Moldes de yeso

Para las huellas con buena impresión en las estaciones olfativas se obtuvieron moldes de yeso; se anotó en la libreta de campo la fecha en la que fueron hechas, las coordenadas de la estación de donde se extrajeron, el nombre común y científico de la especie y se indicó si fue obtenida la huella de la mano o de la pata. En el molde de yeso se anotó el nombre científico y común de la especie, fecha y nombre del colector.

5.3.3 Conteo de excrementos o letrinas

La abundancia relativa de la población de cacomixtles en la REPSA se estimó mediante el índice de Guitian y Bermejo (1989) para los datos colectados con el método del conteo de excrementos.

$$\text{IAR} = \frac{\text{Número de excrementos}}{\text{Kilómetros recorridos}}$$

Donde:

Número de excrementos = número total de excrementos de los individuos de la especie estudiada que se encuentran en el transecto recorrido.

Kilómetros recorridos = longitud total del transecto recorrido expresado en km.

Para saber en qué tipo de hábitat se encontraron con mayor frecuencia los excrementos, se sumó el total de las distancias de los tramos del transecto que pertenecían a cada tipo de vegetación quedando para la vegetación jardín 1.326 km, para vegetación introducida 1.487 km y para vegetación nativa 1.795 km. Se estimó el índice de abundancia relativa (IAR) para cada tipo de hábitat por cada mes del año, y después se estimó el promedio de los meses obteniendo así la abundancia relativa anual para cada tipo de vegetación.

Se realizaron pruebas de χ^2 para detectar diferencias estadísticamente significativas en la abundancia relativa del cacomixtle por temporada (seca o de lluvia), estaciones (primavera, verano, otoño e invierno) y tipo de hábitat; se utilizaron los datos de frecuencia de excrementos encontrados a lo largo del transecto.

5.3.4 Clasificación de excrementos

Para el análisis de clasificación de excrementos se adoptó el método propuesto por Barja y List (2006) a las condiciones de este estudio, de acuerdo con: 1) el número de excrementos depositados en el mismo punto, 2) el tipo de zona de defecación y/o sustrato donde se depositaron los excrementos, 3) la altura a la que fueron depositados los excrementos, y 4) la posición de los excrementos sobre el camino.

Los excrementos depositados en el mismo punto se dividieron en tres categorías: a) excrementos solos, cuando hubo un excremento en cada punto de defecación, b) letrinas, cuando el sitio de defecación tuvo visitas múltiples y múltiples excrementos, e c) indefinido, cuando no se pudo identificar cuántos excrementos existían pues no se distinguía donde iniciaba y donde terminaba un excremento.

Así mismo se tomaron las categorías propuestas por Barja y List (2006) para el tipo de zona de defecación y/o sustrato. Para las zonas de defecación se consideró una circunferencia con un radio de observación de 10 m, y para los sustratos el radio de la circunferencia fue de 1 m, tomando en cuenta el excremento en cuestión como el centro de dichas circunferencias. Las zonas de defecación y/o sustratos fueron considerados como: a) conspicuos cuando los excrementos se encontraban sobre elementos evidentes al observador humano como rocas grandes así como los tubos de agua, y las bases de concreto que se encuentran a los lados de caminos en la reserva; e b) inconspicuos; cuando los excrementos se encontraron sobre elementos no evidentes para el observador humano como pavimento plano, plantas herbáceas y barditas que delimitan al Jardín Demostrativo de la REPSA (Barja, 2005). Los excrementos depositados en zonas de defecación o sustratos conspicuos fueron el elemento más llamativo de todos los que se encontraron dentro de las circunferencias de 10 m y 1 m, respectivamente.

En relación a la altura a la que fueron depositados los excrementos, este criterio se dividió en las categorías de: a) sustrato alto, cuando los excrementos estuvieron depositados a una altura igual o mayor a 4 cm del suelo y b) sustrato a nivel del suelo, cuando estuvieron a una altura menor a 4 cm (Barja y List, 2006).

Para el criterio de posición de los excrementos sobre el camino, se diferenció como: a) central, cuando el excremento se encontró en medio del camino; b) lateral, en el área adyacente al centro del camino sobre cada lado; y c) marginal, en los bordes del camino a ambos lados (Barja, 2005; Barja *et al.*, 2005; Barja y List, 2006).

Para el análisis de los excrementos que fueron destruidos por la lluvia o por el humano, y que por lo tanto no fue posible su identificación, se contó el número y se obtuvo el IAR; el cual se comparó con el IAR del total de excrementos de mamíferos encontrados en la REPSA.

VI. RESULTADOS

6.1 Estaciones olfativas

6.1.1 Esfuerzo de muestreo

Se muestrearon 24 noches que cubrieron el periodo de un año (dos noches por mes) con 14 estaciones olfativas, por lo que 336 estaciones estuvieron activas de abril 2008 a marzo 2009, de las cuales 323 fueron operativas y 173 fueron visitadas por cacomixtles.

La cobertura plástica de protección ayudó a que solo un porcentaje muy bajo (6%) de las estaciones olfativas se inactivaran. En la temporada seca se inactivó el 2% por causa de las personas visitantes a la REPSA; no hubo inactivación debida a otra causa.

6.1.2 Tamaño y frecuencia de las huellas

Similar a Aranda (2000) y Reyes-García (2002), se encontró que el área de las huellas de los cacomixtles tuvieron un intervalo de 4.6 a 13.0 cm² (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tamaño y frecuencia de las huellas de cacomixtles (*Bassariscus astutus*) juveniles (área < 9 cm²) y adultos (área ≥ 9 cm²) encontradas en las estaciones olfativas de abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA.

Área de huella (cm ²)	Frecuencia	Tipo de huella	Categoría de edad
4.6	1	pata	Juvenil
5.5	1	pata	Juvenil
5.8	8	pata	Juvenil
6.5	15	pata	Juvenil
8.4	27	pata	Juvenil
9.0	25	pata	Adulto
9.3	33	pata	Adulto
10.1	15	pata	Adulto
10.7	21	pata	Adulto
11.8	27	pata	Adulto
13.0	4	mano	Adulto

Se identificaron huellas de cacomixtles adultos en las estaciones olfativas durante los muestreos de todos los meses del año de estudio (Cuadro 2). De abril 2008 a diciembre 2008 se encontraron huellas de *B. astutus* que se asume eran de individuos jóvenes ya que midieron de 4.6 a 8.4 cm². Sin embargo, las huellas más pequeñas (4.6 a 6.5 cm²) aparecieron en mayo 2008, junio 2008, agosto 2008, septiembre 2008, noviembre 2008 y diciembre 2008; mientras que las huellas de 8.4 cm² se encontraron de abril 2008 a octubre 2008 y en marzo 2009 (Anexo VII). Durante los meses de noviembre 2008 y diciembre 2008 las huellas más pequeñas (4.6 a 6.5 cm²) estuvieron acompañadas de huellas de adultos. Durante los meses de enero 2009 y febrero 2009 no se encontraron huellas de cacomixtles jóvenes en ninguna estación olfativa (Cuadro 2).

Cuadro 2. Registro de visitas de cacomixtles (*Bassariscus astutus*) juveniles (J) y adultos (A) a las estaciones olfativas (EO) de abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA, dividido por estaciones del año y días del muestreo (1 y 2).

E O	Primavera 2008						Verano 2008						Otoño 2008						Invierno 2009					
	A		M		J		J		A		S		O		N		D		E		F		M	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	A	J		A		A	A	A		A	J	A			A		A				A			
2		A	A		J		J		A	A	A	A	A				A	A		A				
3	A	A			J		A	A	A	A		J	A		J	A	A	A	A	A	A	A	A	
4	A	J	A	J	A				J	J					A							A		A
5	A		J	A	J	A	A	A	J	A					A	A	A		A				A	A
6	A		J		J	A		J	J	A	J		J	A	A	A	J	J	J	A	A	A	A	A
7				J	A		J	A	J	A					A	A	A	A	A	A	A	A		
8							J				J	J		A		A	A		A		A	A	A	
9			A	A			J		A		J				J	A	A	A						
10					J	A	A			A					J		A	A	A	A				
11		A		J	A		A		J			J		A	A			A		A	A	A		
12		A	A	J			J	A	A	A	J		J	A		A				A				
13		A		J			A		J	J		A	A	J	A									J
14	J	J	A		A	J	A		J			A	A				A	A						

6.1.3 Índice de abundancia relativa

La gráfica de índice de abundancia relativa (IAR) mensual mostró dos picos de abundancia, uno en el mes de agosto 2008 y otro en diciembre 2008, y después de cada pico se observó una disminución en el IAR (Figura 13). Durante los meses de primavera y verano (abril a septiembre 2008) el IAR aumentó y el IAR máximo se obtuvo a medio verano en el mes de agosto 2008 y

después se redujo hacia finales del verano y principio del otoño, para aumentar de nuevo a finales de otoño y principios del invierno y formar el segundo pico en diciembre 2008 (Figura 13). El índice se redujo de nuevo a lo largo de los meses de invierno (enero, febrero y marzo 2009), por lo que el mes con menor IAR fue marzo 2009.

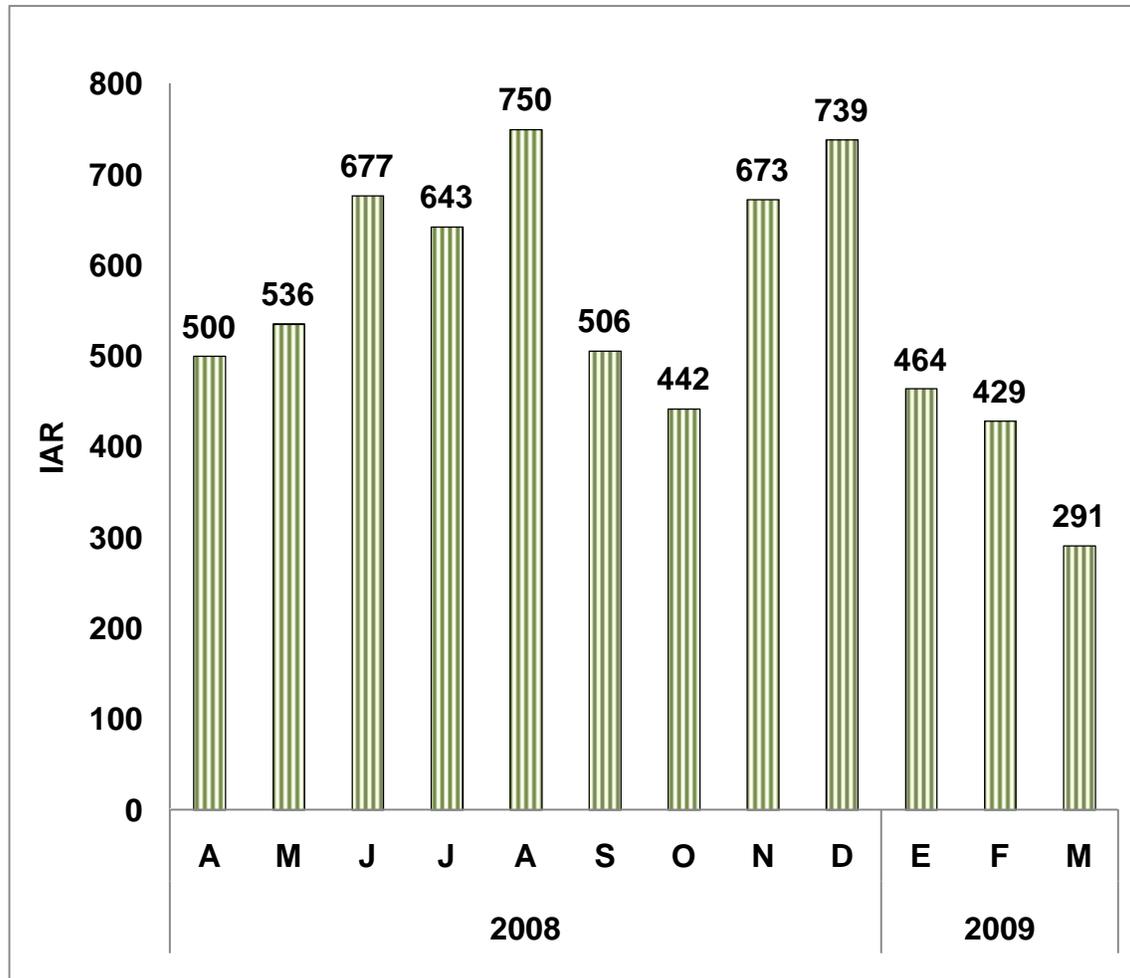


Figura 13. Índice de abundancia relativa (IAR) mensual del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) mediante el método de estaciones olfativas durante el año de muestreo de abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA, los números sobre las barras representan el IAR de cada mes.

En concordancia con lo anterior, el mayor IAR del cacomixtle se obtuvo en la temporada de lluvia (junio a octubre 2008) en comparación con la temporada seca (abril, mayo, noviembre y diciembre 2008, y enero a marzo 2009; Figura 14). No se encontraron diferencias estadísticas significativas en la frecuencia de visitas a las estaciones olfativas entre temporadas ($\chi^2 = 2.72$, g.l.=1, $p > 0.10$).

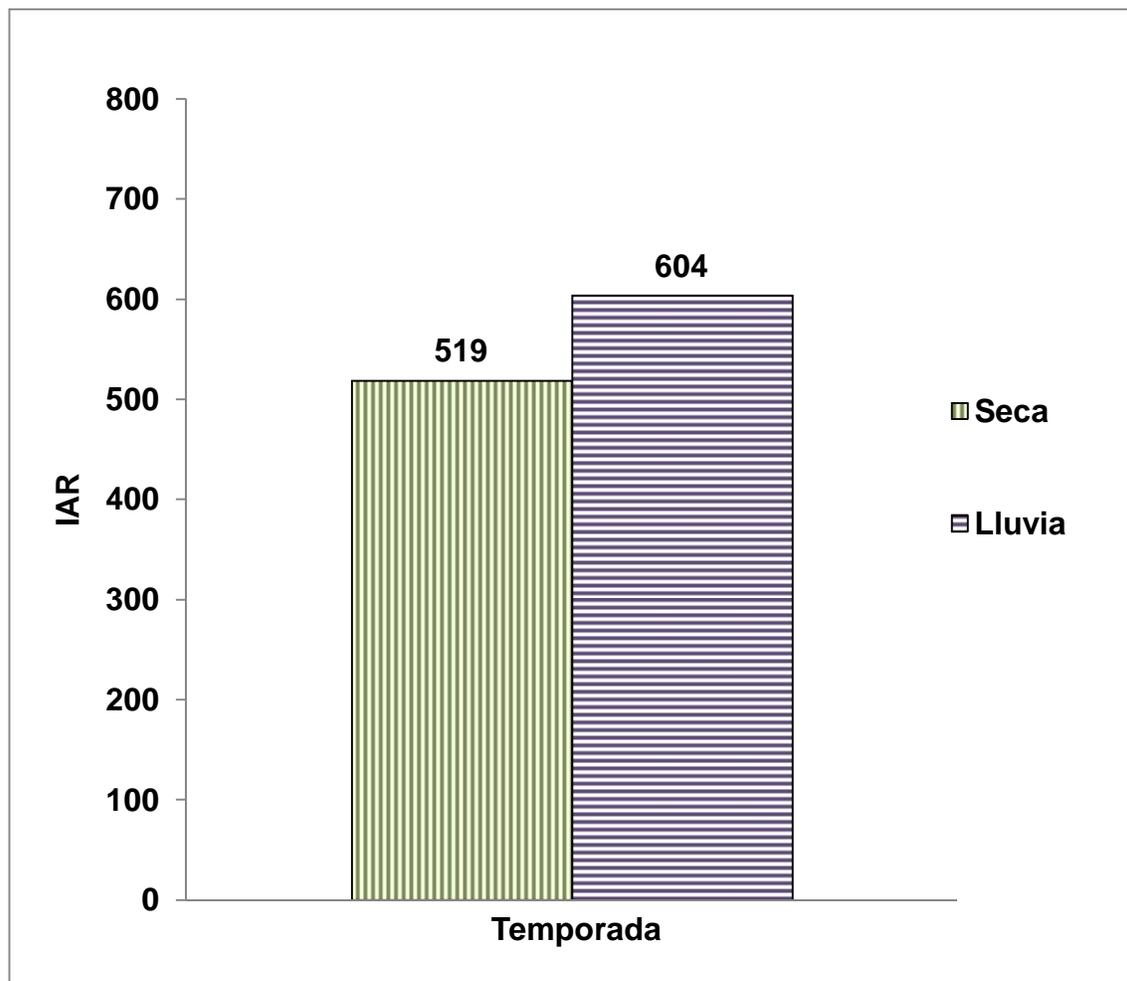


Figura 14. Comparación del índice de abundancia relativa (IAR) del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) para las temporadas seca y de lluvia en la REPSA, mediante el método de estaciones olfativas; los números sobre las barras representan el IAR de cada temporada.

Asimismo, al comparar el IAR del cacomixtle para cada una de las estaciones del año, se observó que el mayor índice correspondió al verano, seguido del otoño, luego primavera e invierno con el menor índice (Figura 15). No se encontraron diferencias estadísticas significativas en la frecuencia de visitas a las estaciones olfativas entre estaciones del año ($\chi^2=4.97$, g.l.=3, $p > 0.10$).

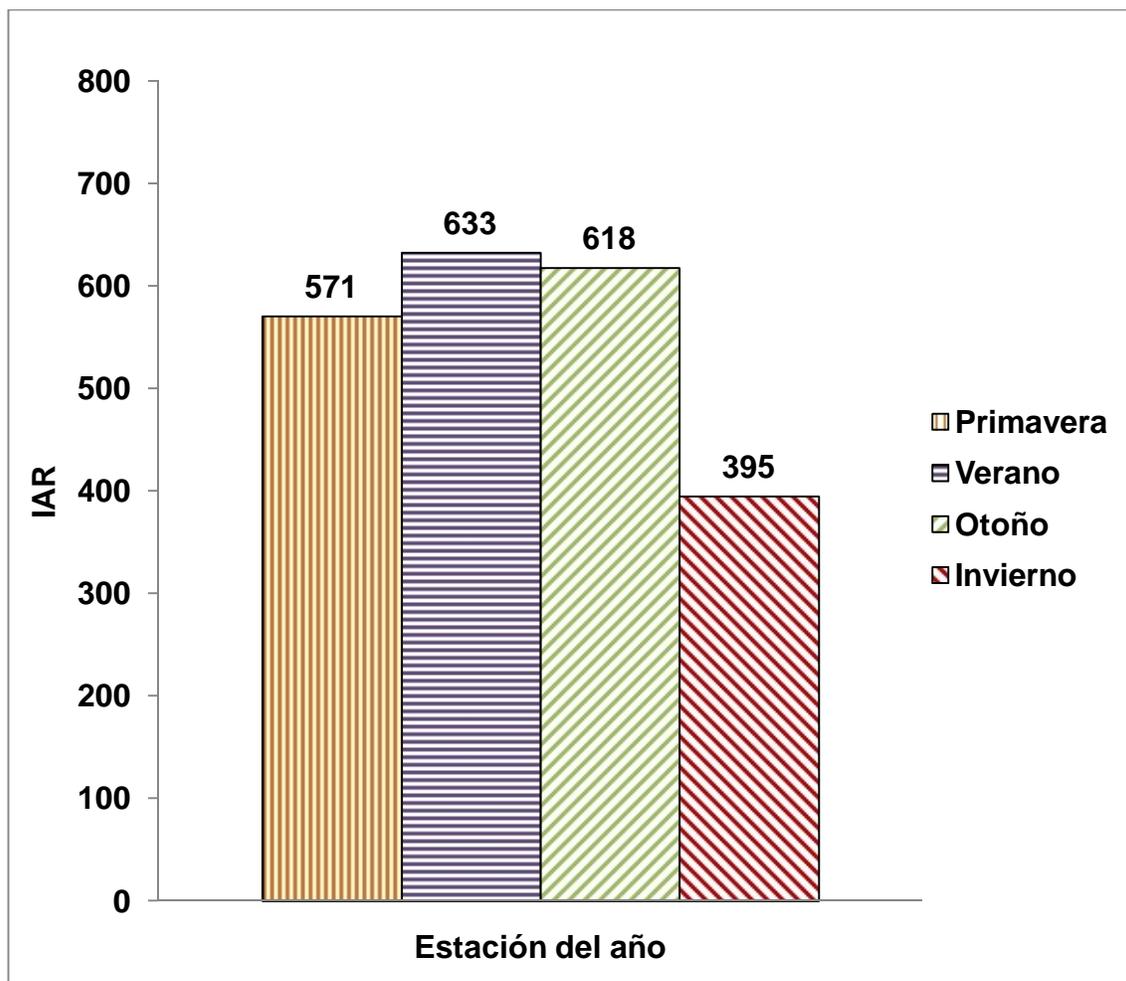


Figura 15. Comparación del índice de abundancia relativa (IAR) del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) por las estaciones del año en la REPSA, mediante el método de estaciones olfativas; los números sobre las barras representan el IAR de cada estación del año.

Por otro lado, al hacer la comparación del IAR de acuerdo al tipo de atrayente utilizado en las estaciones olfativas, aquellas estaciones con atún presentaron mayor número de visitas de cacomixtles en comparación con las estaciones olfativas con Danonino y con mermelada, durante el año de muestreo (Figura 16). No se encontraron diferencias estadísticas significativas en la frecuencia de visitas a las estaciones olfativas entre atrayentes ($\chi^2 = 0.85$, g.l.=2, $p > 0.10$).

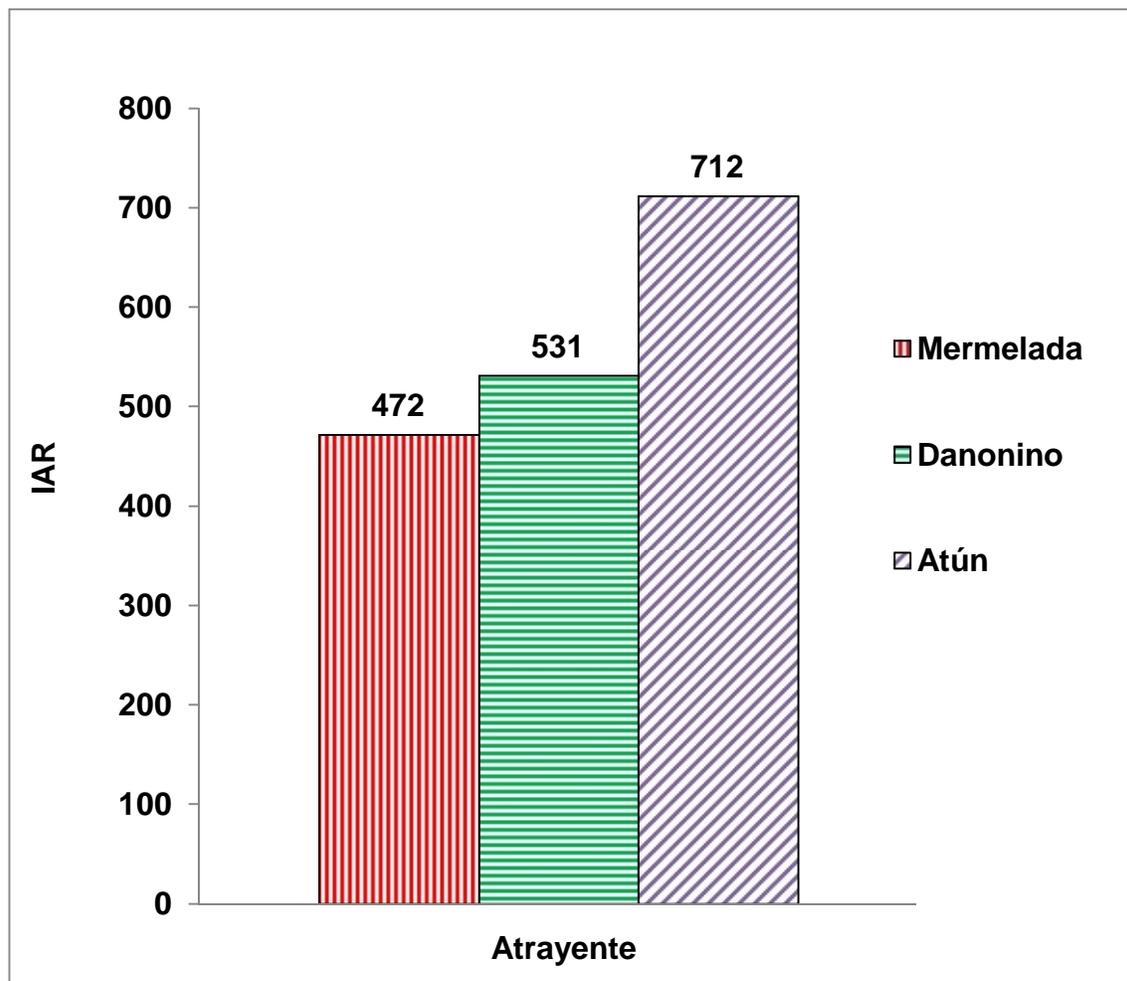


Figura 16. Comparación del índice de abundancia relativa (IAR) anual del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) mediante el método de estaciones olfativas, de acuerdo al tipo de atrayente utilizado; los números sobre las barras representan el IAR de cada atrayente.

Asimismo, cuando se comparó el comportamiento del IAR a lo largo de los meses del año de muestreo y de acuerdo a los diferentes tipos de atrayente, únicamente se observó un comportamiento similar para los tres atrayentes durante el invierno (enero, febrero y marzo 2009) cuando el IAR disminuyó (Figura 17). De esta manera, el menor IAR se registró a finales del invierno, ya que el muestreo se efectuó durante la primera semana de marzo, para los tres tipos de atrayentes. Entre las diferencias más notables que se observaron en el comportamiento del IAR para cada tipo de atrayente, está que los IAR de noviembre y diciembre 2008 fueron elevados para las estaciones olfativas con atún, en comparación con las estaciones olfativas con mermelada y Danonino. El mayor IAR mensual para la mermelada fue en agosto 2008 y para el Danonino en diciembre 2008.

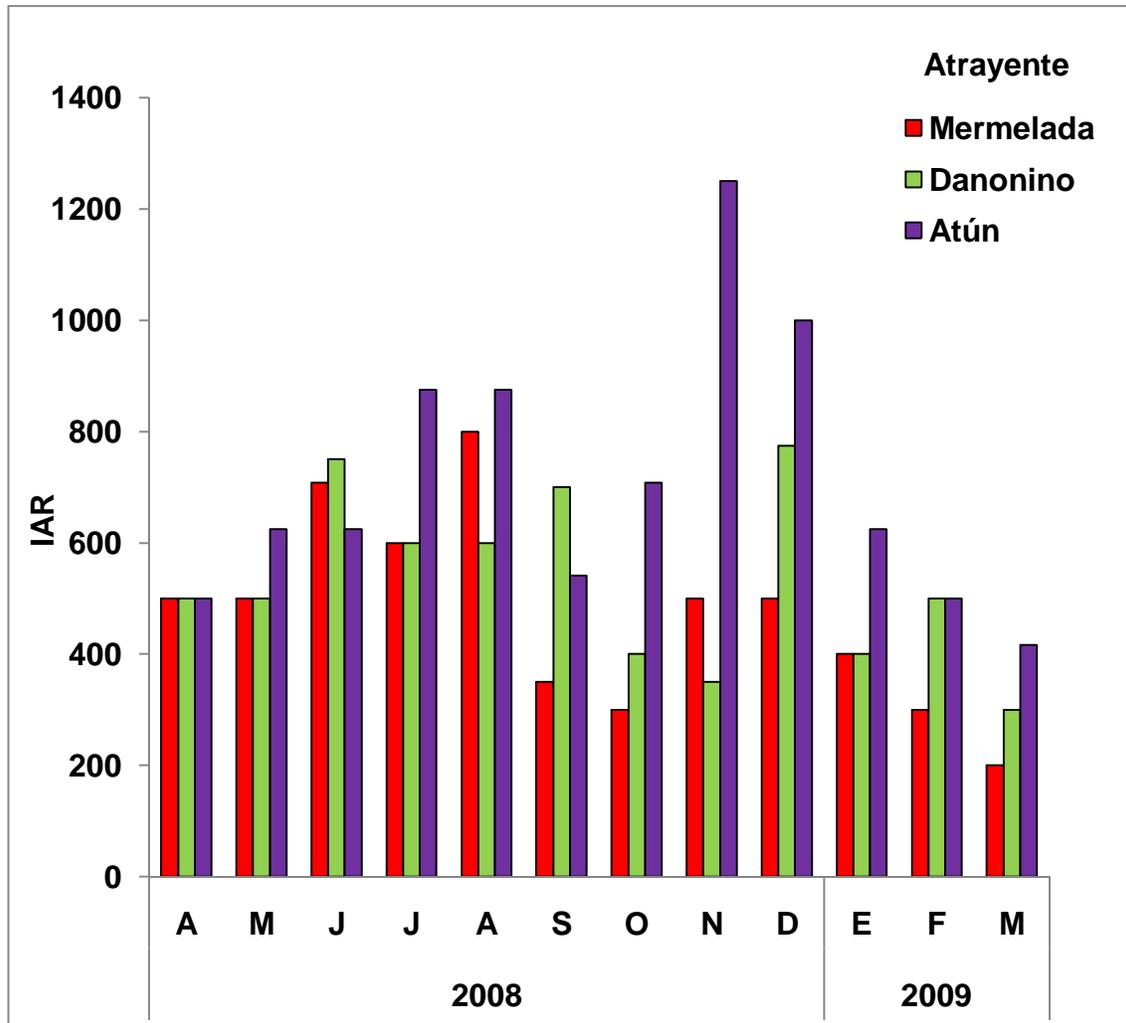


Figura 17. Índice de abundancia relativa (IAR) mensual del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) mediante el método de estaciones olfativas durante el año de muestreo de abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA, de acuerdo al tipo de atrayente.

En relación a los valores del IAR anual de acuerdo al tipo de hábitat en el que se colocaron las estaciones olfativas, se encontró que las estaciones en vegetación nativa fueron las más visitadas por los cacomixtles, con una pequeña diferencia con las estaciones olfativas en vegetación introducida, y sólo un poco debajo de éstas dos se encontraban las estaciones olfativas en

vegetación jardín (Figura 18). Hubo diferencias estadísticas significativas en la frecuencia de visitas a las estaciones olfativas entre tipos de hábitat ($\chi^2 = 4.49$, g.l.=2, $p < 0.10$).

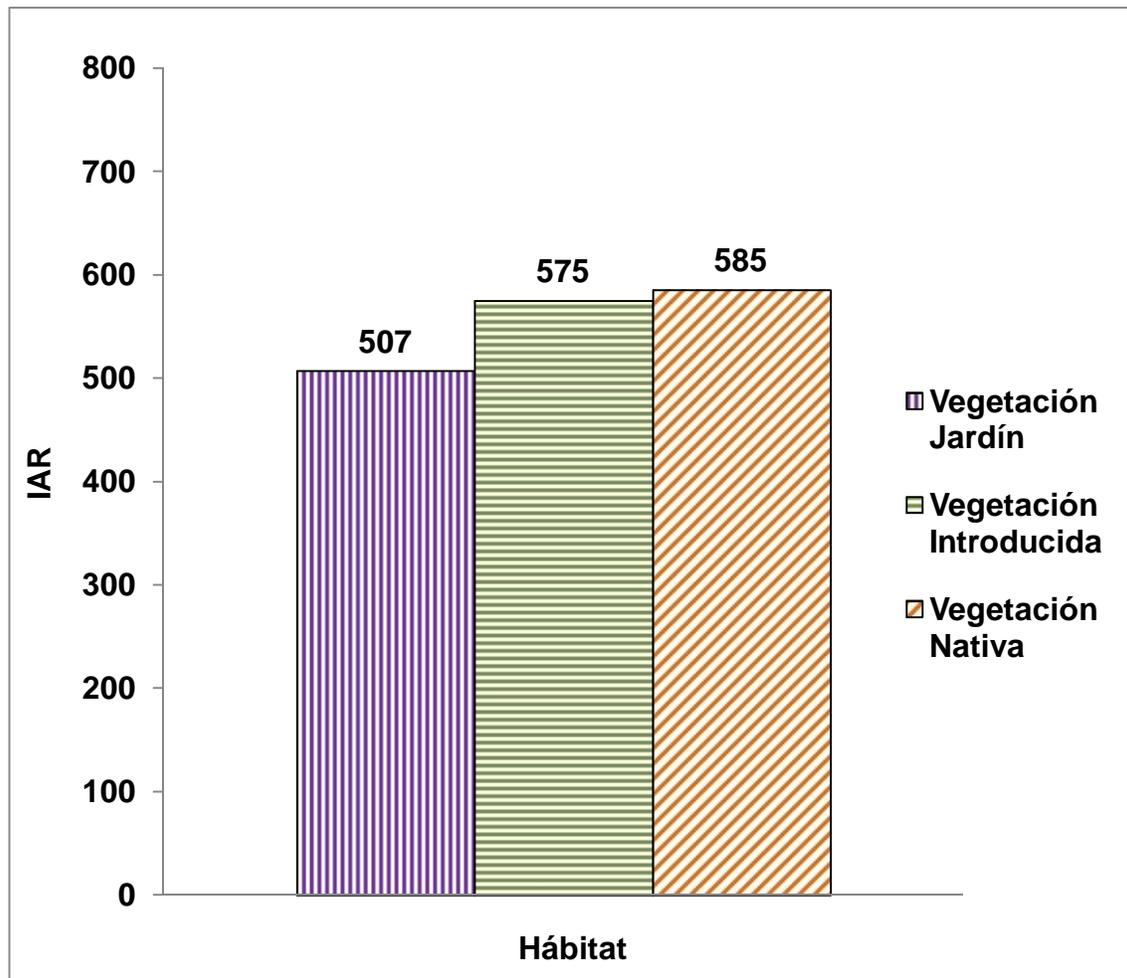


Figura 18. Comparación del índice de abundancia relativa (IAR) anual del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) de acuerdo al tipo de hábitat, mediante el método de estaciones olfativas; los números sobre las barras representan el IAR de cada tipo de vegetación.

Al analizar el comportamiento del IAR a lo largo de los meses del año de muestreo y de acuerdo a los diferentes tipos de hábitat en los que se colocaron las estaciones olfativas, se observaron diferencias (Figura 19). En la vegetación jardín, fue durante la primavera y verano 2008 cuando

se registraron mayores índices en comparación con el otoño 2008 e invierno 2009. En contraste, para la vegetación introducida se observaron dos picos de mayor abundancia, uno en verano 2008 y otro al final del otoño 2008.

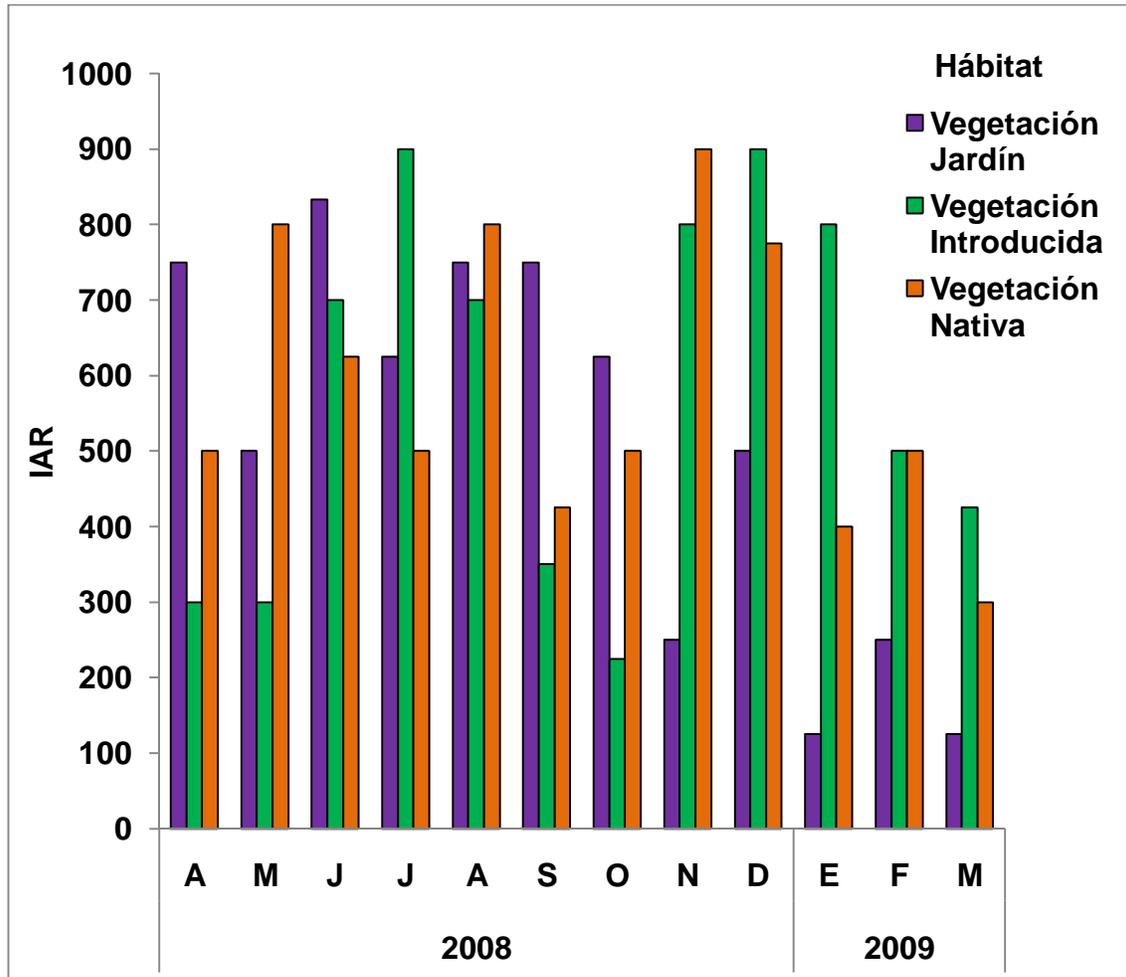


Figura 19. Índice de abundancia relativa (IAR) mensual del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) mediante el método de estaciones olfativas durante el año de muestreo de abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA, de acuerdo al tipo de hábitat.

En la vegetación nativa, el IAR fue menos variable a lo largo del año en comparación con los otros dos tipos de hábitat, y se distinguió un pico de abundancia a finales del otoño 2008 (Figura

19). El mes con menor IAR tampoco coincidió del todo para los diferentes tipos de hábitat, ya que para la vegetación jardín ocurrió en enero y marzo de 2009, para la vegetación introducida en octubre 2008, y para la vegetación nativa en marzo 2009.

6.1.4 Huellas de otros mamíferos

Se encontraron huellas de otros mamíferos en las estaciones olfativas y se estimó el IAR para tlacuache, zorra gris, zorrillo, perro doméstico y gato (Figura 20); no se estimó el IAR del conejo ni del ratón por ser especies con uno o dos registros en una estación olfativa durante todo el año de muestreo. La especie de la cual se encontraron rastros en las estaciones olfativas con mayor frecuencia, después del cacomixtle, fue el tlacuache con 155 huellas en el año de muestreo. En comparación, se encontraron cuatro huellas de zorra gris y una de zorrillo durante ese mismo año. Las huellas de perro (38) y gato (5) domésticos se hallaron con mayor frecuencia que las huellas de zorra gris y zorrillo (Figura 20). La evidencia de presencia de zorrillos ocurrió como una huella en una estación olfativa en el mes de febrero 2009 y su olor se pudo detectar en julio 2008 cerca de una estación cebada con Danonino. Las huellas de zorra gris aparecieron en los meses de agosto 2008, enero, febrero y marzo 2009. En comparación, se encontraron huellas de perro doméstico en todos los meses excepto en septiembre 2008. Las huellas de gato sólo aparecieron en estaciones olfativas en los meses de abril, junio y julio 2008 y enero 2009, pero sólo se encontraron una o dos huellas en algunas estaciones.

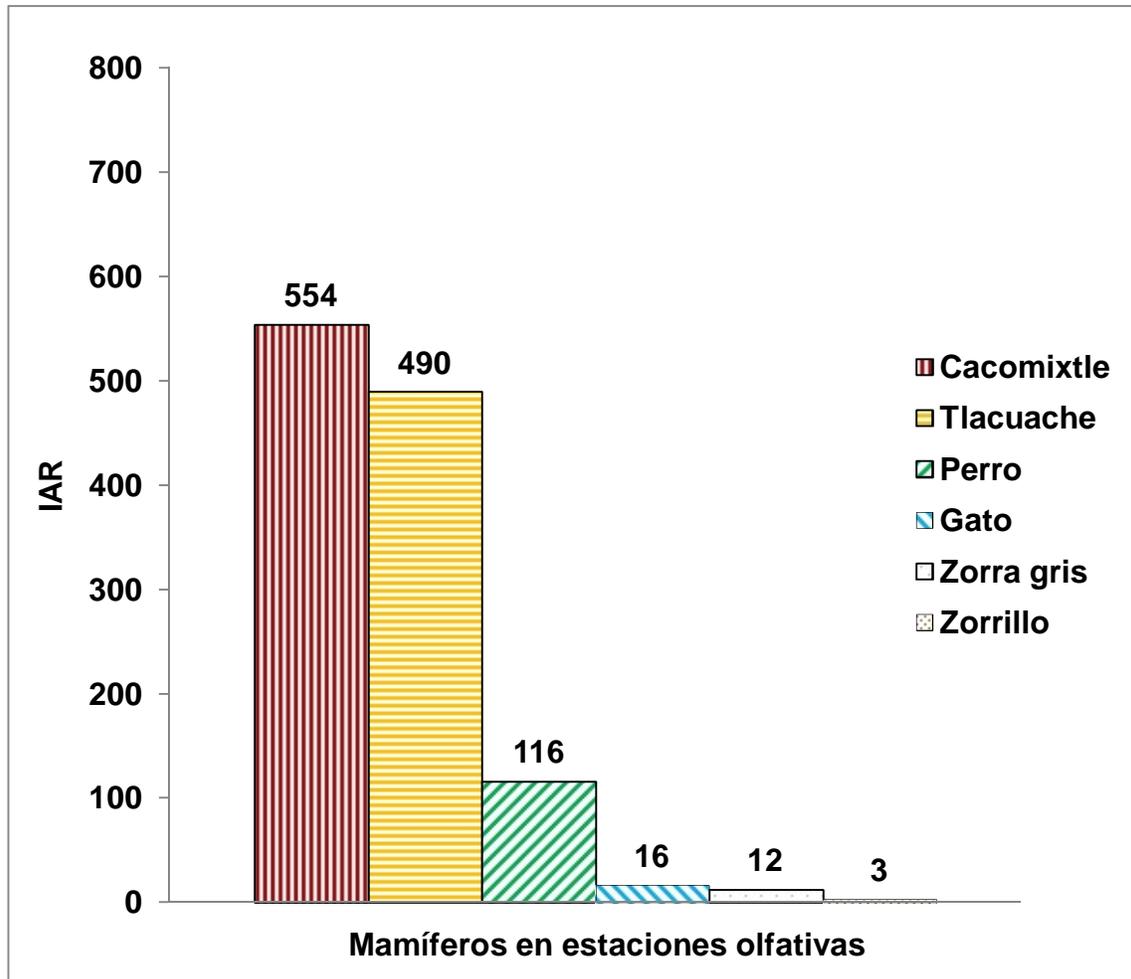


Figura 20. Índice de abundancia relativa (IAR) anual de mamíferos que dejaron huellas en las estaciones olfativas, en comparación con el cacomixtle (*Bassariscus astutus*), durante el año de muestreo de abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA; los números sobre las barras representan el IAR de cada especie.

6.1.5 Moldes de yeso

Se obtuvieron 13 moldes de yeso a partir de las huellas encontradas en las estaciones olfativas. Estas huellas se identificaron como pertenecientes a dos especies de mamíferos silvestres nativos, el cacomixtle y el tlacuache, y dos mamíferos no nativos, el gato y perro domésticos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Moldes de yeso obtenidos de las huellas de los mamíferos que visitaron las estaciones olfativas de abril 2008 a marzo 2009; se presenta la fecha, tipo de hábitat, tipo de atrayente, nombre común y científico, así como la huella que se obtuvo.

Fecha	Tipo de Hábitat*	Tipo de Atrayente	Nombre común	Nombre Científico	Huella
06/04/2008	VI	Atún	Cacomixtle	<i>Bassariscus astutus</i>	pata
07/04/2008	VI	Atún	Gato	<i>Felis catus</i>	mano
07/04/2008	VI	Atún	Cacomixtle	<i>Bassariscus astutus</i>	pata
07/04/2008	VI	Atún	Cacomixtle	<i>Bassariscus astutus</i>	pata
07/04/2008	VI	Atún	Cacomixtle	<i>Bassariscus astutus</i>	pata
07/04/2008	VI	Atún	Tlacuache	<i>Didelphis virginiana</i>	mano
07/04/2008	VN	Atún	Tlacuache	<i>Didelphis virginiana</i>	mano
14/05/2008	VN	Atún	Tlacuache	<i>Didelphis virginiana</i>	mano
14/05/2008	VN	Atún	Cacomixtle	<i>Bassariscus astutus</i>	mano
05/09/2008	VI	Danonino	Perro	<i>Canis lupus familiaris</i>	pata
06/12/2008	VN	Atún	Cacomixtle	<i>Bassariscus astutus</i>	pata
09/01/2009	VI	Atún	Gato	<i>Felis catus</i>	mano
07/02/2009	VN	Atún	Cacomixtle	<i>Bassariscus astutus</i>	pata

* VN es vegetación nativa, VI es vegetación introducida y VJ es vegetación jardín.

6.2 Conteo de excrementos

6.2.1 Esfuerzo de muestreo

Se muestrearon 24 días que cubrieron el periodo de un año (dos días por mes) recorriendo 4.608 km por día, haciendo un total de 110.592 km de abril 2008 a marzo 2009. Durante los muestreos de todos los meses del año de estudio se encontraron 375 excrementos de mamíferos; de los cuales 268 excrementos se identificaron como pertenecientes al cacomixtle en el transecto recorrido.

6.2.2 Índice de abundancia relativa

La gráfica de índice de abundancia relativa (IAR) mensual mostró un pico de abundancia (Figura 21), en comparación con los resultados obtenidos mediante el método de estaciones olfativas donde se registraron dos picos (Figura 13). Durante primavera (abril, mayo y junio 2008) se registraron mayo y junio 2008 como los meses con menor IAR (Figura 21). Durante el verano 2008 y otoño 2008 (julio a diciembre 2008) el IAR incrementó gradualmente hasta que se obtuvo el mayor IAR en diciembre 2008, antes de que se iniciara el invierno ya que el muestreo se llevó a cabo la primera semana de diciembre. Después del pico de abundancia en diciembre 2008, el IAR descendió durante el invierno 2009 (enero, febrero y marzo 2009).

Sin embargo, durante la temporada de lluvia (junio a octubre 2008), las precipitaciones intensas llevaron a la destrucción del 6% de todos los excrementos encontrados en el transecto. Debido a que lo más probable era que éstos excrementos fueran de cacomixtle, se hizo otra gráfica de IAR donde se tomaron en cuenta los excrementos no identificados como si fuesen pertenecientes al cacomixtle (Figura 22), para comparar los resultados y evaluar si al considerar estos excrementos se modificaba el IAR durante la temporada de lluvia. Como resultado de esta segunda gráfica se obtuvo que los IAR de los meses de junio a septiembre 2008 aumentaron y en el mes de agosto 2008 se formó el otro pico de abundancia (Figura 22) que también se observó en los resultados del método de estaciones olfativas (Figura 13).

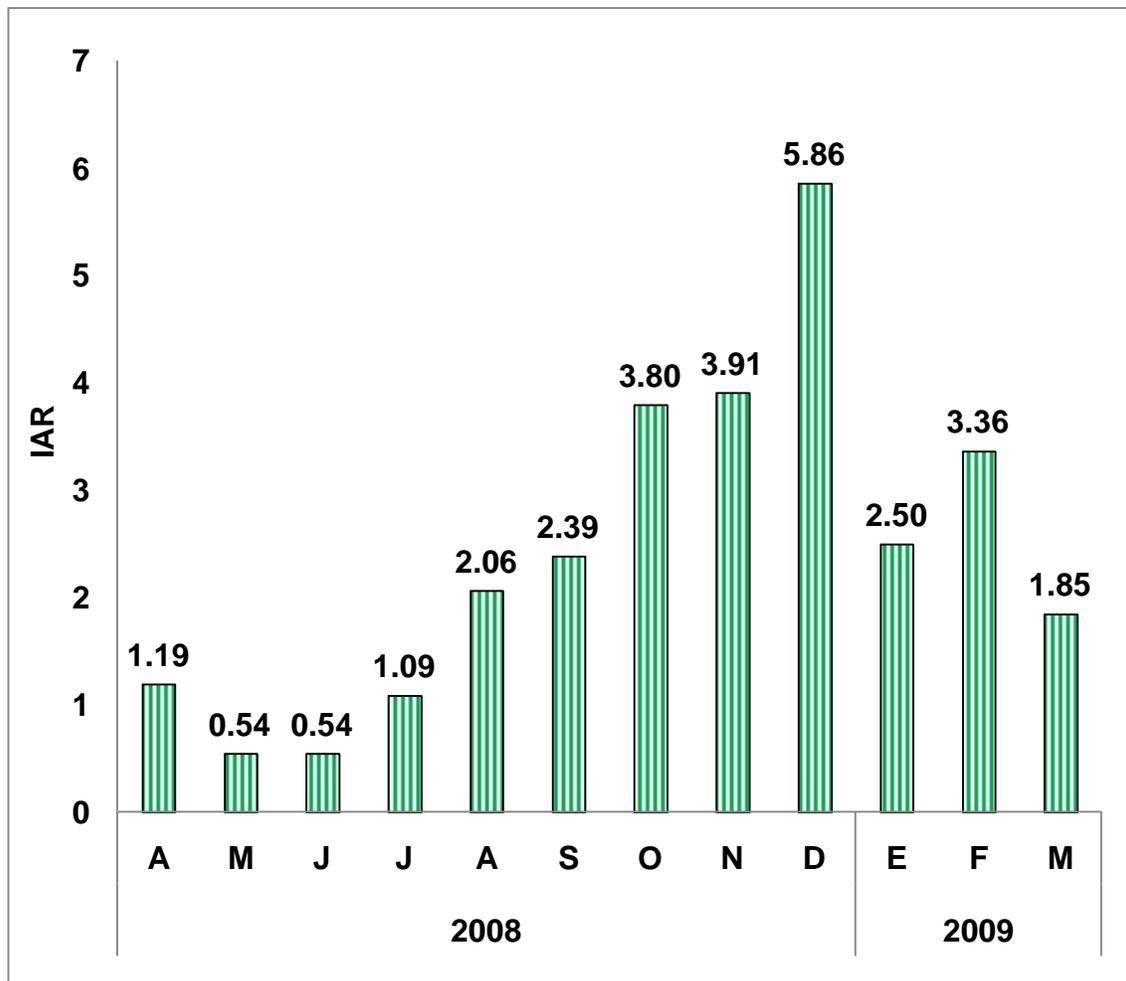


Figura 21. Índice de abundancia relativa del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) mediante el método de conteo de excrementos durante el año de muestreo de abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA; los números sobre las barras representan el IAR de cada mes.

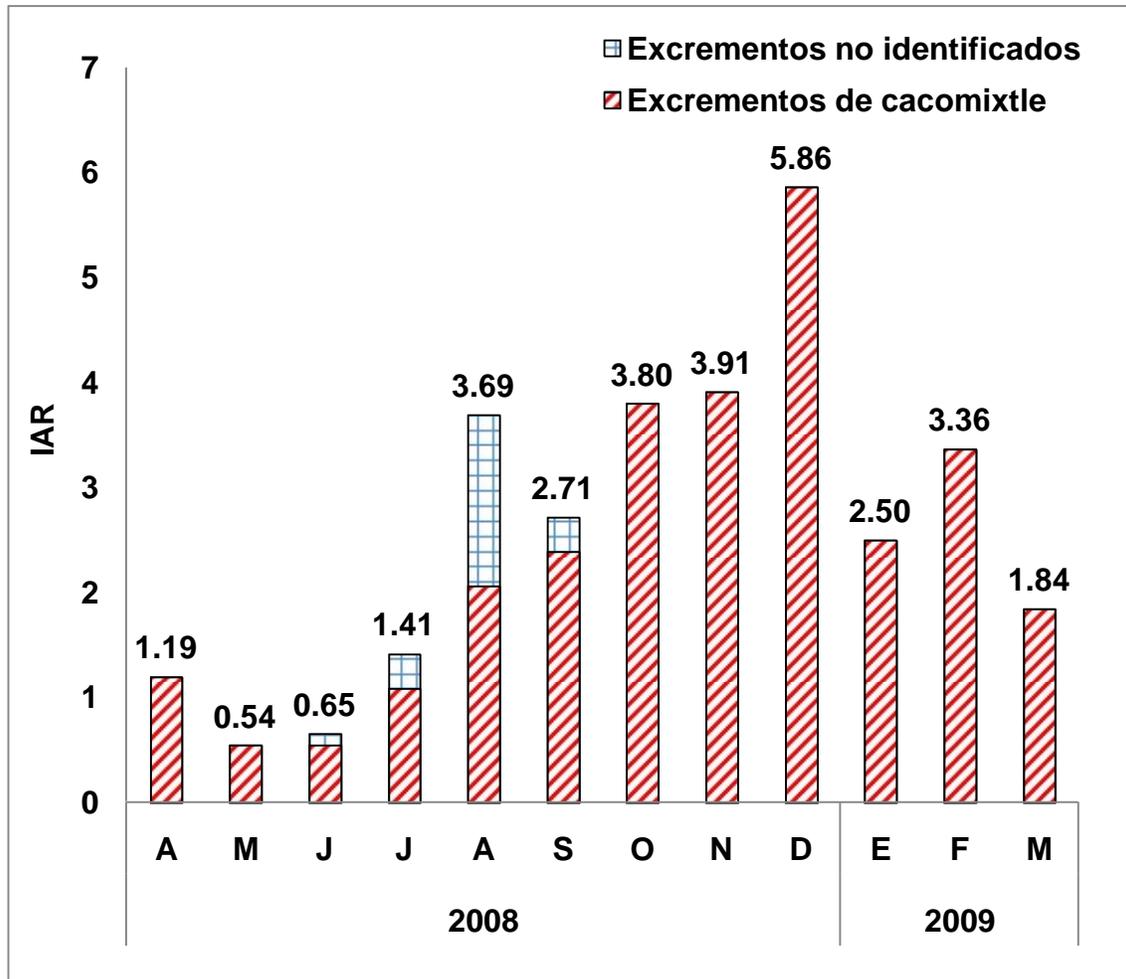


Figura 22. Índice de abundancia relativa del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) contando los excrementos destruidos por la lluvia y que no fue posible indentificar; mediante el método de conteo de excrementos durante el año de muestreo de abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA; los números sobre las barras representan el IAR de cada mes.

En concordancia con lo anterior, al comparar las temporadas seca y de lluvia en la REPSA con base en los resultados del IAR para el conteo de excrementos, se obtuvo como resultado que la mayor abundancia del cacomixtle se encontró durante la temporada seca en comparación con la temporada de lluvia (Figura 23); este resultado fue contrario al obtenido para el método de estaciones olfativas (Figura 14). Se encontraron diferencias estadísticas significativas en la

frecuencia de excrementos encontrados a lo largo del transecto entre temporadas ($\chi^2 = 27.60$, g.l.=1, $p < 0.005$). Aún al contar los excrementos destruidos en temporada de lluvia como pertenecientes al cacomixtle, el IAR se modificó a 2.47, por lo que la temporada de lluvia mantuvo el IAR por debajo del obtenido en temporada seca.

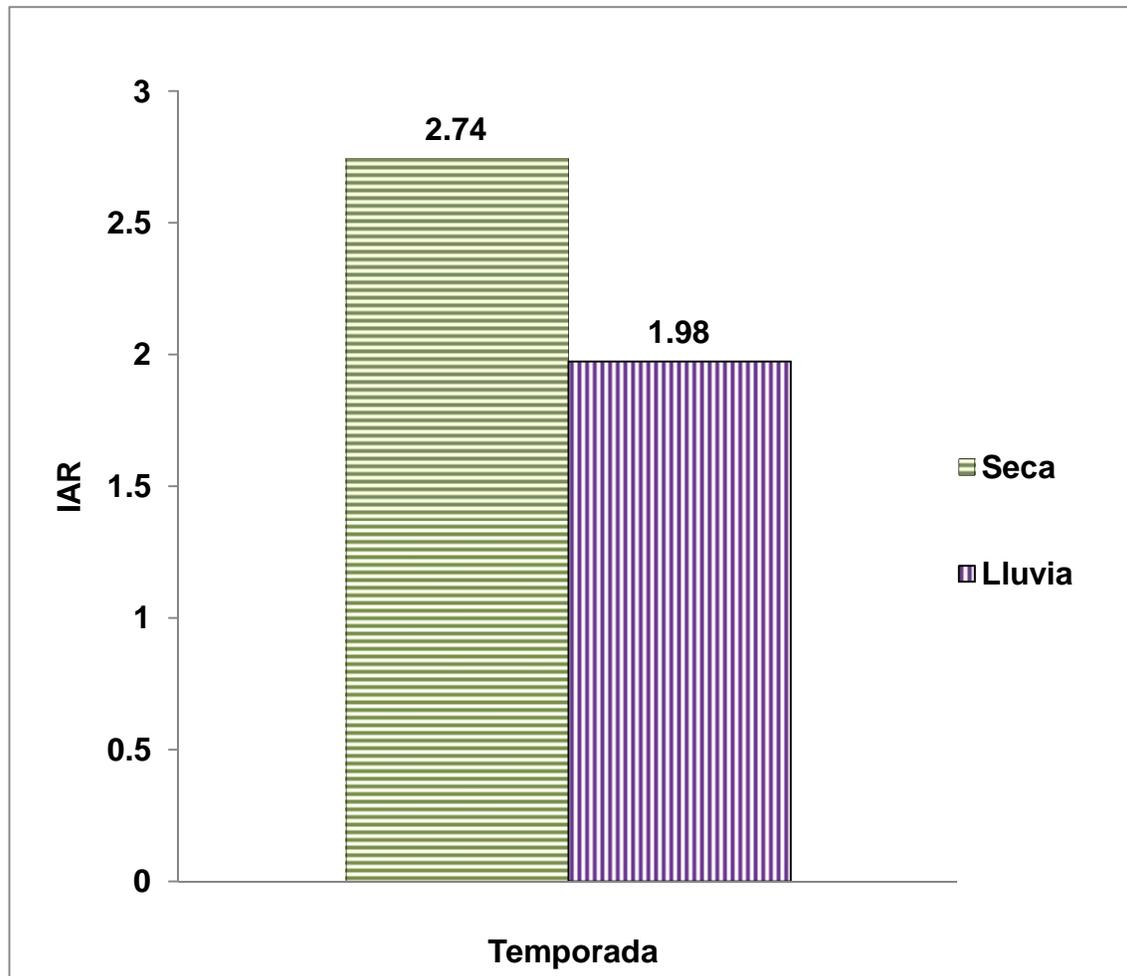


Figura 23. Comparación del índice de abundancia relativa (IAR) del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) para las temporadas seca y de lluvia en la REPSA, mediante el método de conteo de excrementos; los números sobre las barras representan el IAR de cada temporada.

Al comparar los valores del IAR anual de acuerdo al tipo de hábitat en el que se encontraron los excrementos a lo largo del transecto recorrido, se encontró que la mayor abundancia relativa anual correspondió a la vegetación nativa, seguida por la vegetación jardín (Figura 24). Se encontraron diferencias estadísticas significativas en la frecuencia de excrementos encontrados a lo largo del transecto entre tipo de hábitat ($\chi^2= 134.56$, g.l.=2, $p < 0.005$). Notablemente, la vegetación introducida registró un IAR muy por debajo de los otros dos tipos de hábitat (Figura 24). Estos resultados coincidieron con los obtenidos mediante el método de estaciones olfativas en que la vegetación nativa obtuvo los mayores IAR (Figuras 18 y 24).

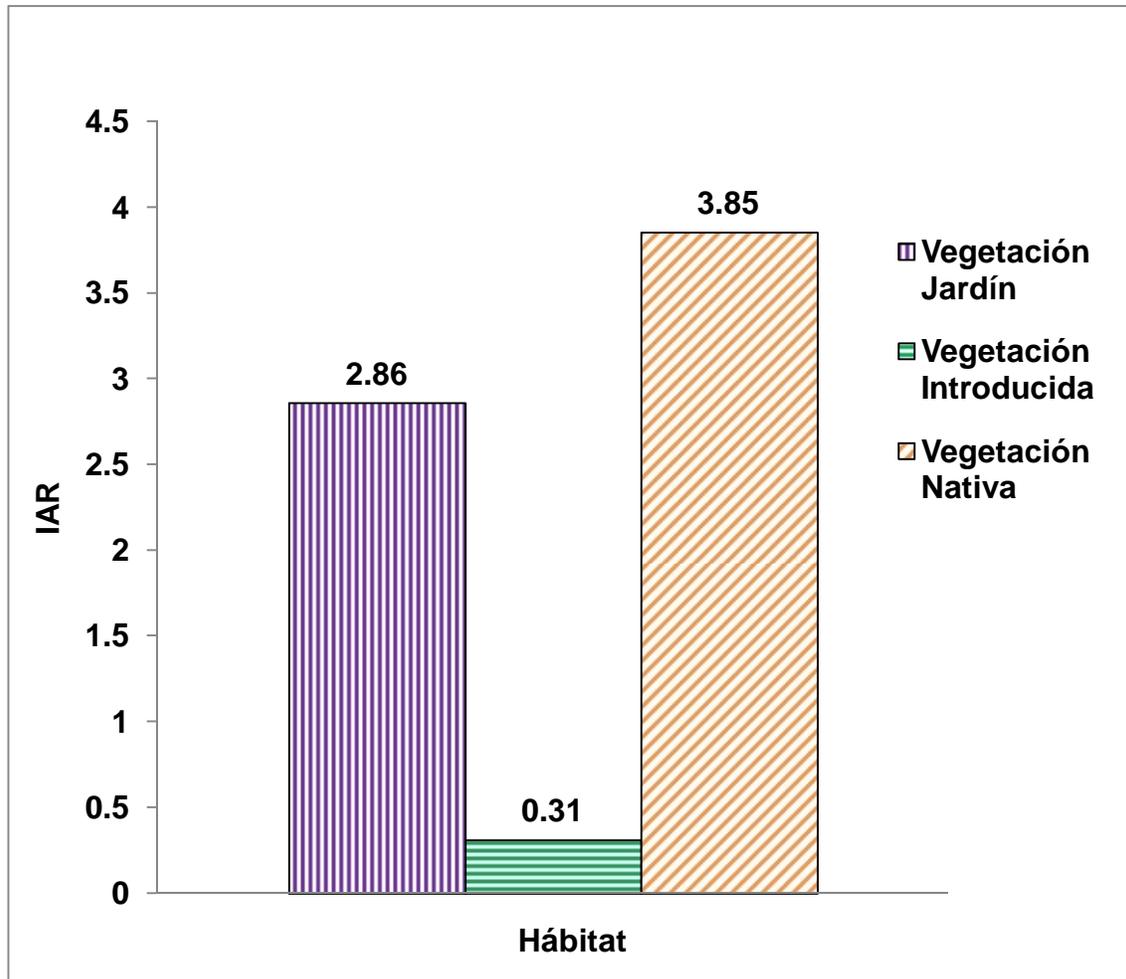


Figura 24. Comparación del índice de abundancia relativa (IAR) anual del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) de acuerdo al tipo de hábitat, mediante el método de conteo de excrementos; los números sobre las barras representan el IAR de cada hábitat.

Al analizar el comportamiento del IAR a lo largo de los meses del año de muestreo y de acuerdo a los diferentes tipos de hábitat en los que se encontraron los excrementos de cacomixtle, se encontraron diferencias importantes (Figura 25). En la vegetación jardín, el IAR se comportó de manera similar durante mediados y finales del verano 2008, otoño 2008 e invierno 2009 (agosto 2008 a marzo 2009), y en febrero 2009 se registró el mayor IAR.

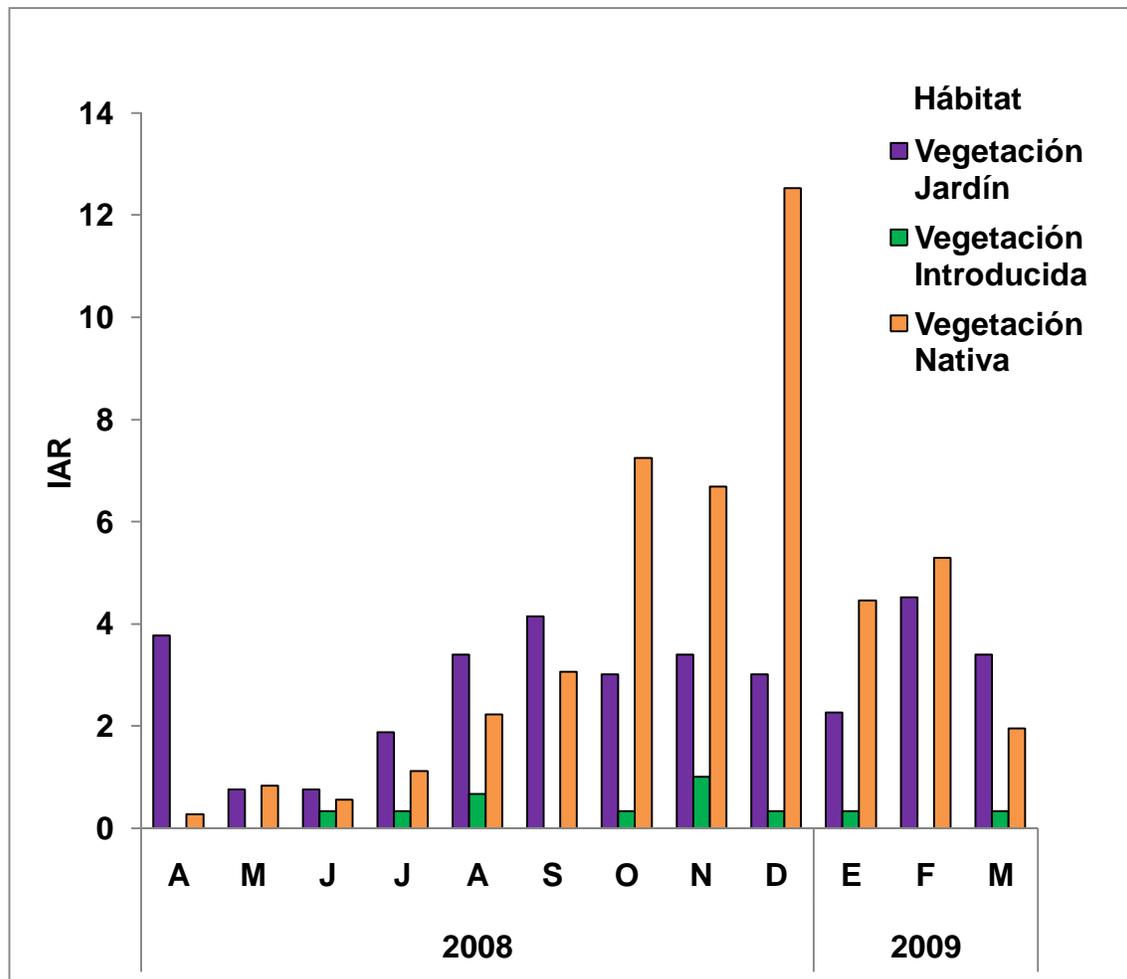


Figura 25. Índice de abundancia relativa (IAR) mensual del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) mediante el método de conteo de excrementos durante el año de muestreo de abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA, de acuerdo al tipo de hábitat.

En contraste, en la vegetación introducida no se encontraron excrementos en los meses de abril, mayo y septiembre 2008 y febrero 2009, y en noviembre 2008 se obtuvo el mayor IAR (Figura 25). En la vegetación nativa se registraron las mayores abundancias durante el otoño 2008 y se observó un pico de abundancia en diciembre 2008 con el mayor IAR en el año. El mes con menor IAR fue diferente para cada tipo de hábitat, ya que para la vegetación jardín ocurrió en

mayo y junio de 2008, para la vegetación introducida hubo varios meses sin registros, y para la vegetación nativa en abril 2008.

6.2.3 Clasificación de excrementos

6.2.3.1 Número de excrementos depositados en el mismo punto

Cuando analizamos los excrementos depositados en el mismo punto, se encontró que en la mayoría de los casos se depositó un solo excremento (Figura 26). En pocas ocasiones se encontraron dos excrementos en el mismo sitio, y fue durante el segundo día de muestreo cuando se encontró la mayoría de estos pares. Sólo se encontró en una ocasión un grupo de excrementos con número indefinido y se consideró de esta forma porque no se distinguía inicio o fin entre un excremento y otro (Figura 26).

6.2.3.2 Tipo de zona de defecación y/o sustrato

Los excrementos de cacomixtle en sustratos conspicuos se encontraron más frecuentemente sobre rocas, después sobre la tubería del Jardín Botánico, a la que llamaremos tubo verde, y muy pocos se encontraron en las bases de cemento del tubo verde (Figura 27). Los sustratos conspicuos fueron más utilizados que los sustratos inconspicuos. Los sustratos inconspicuos utilizados más frecuentemente fueron pasto, seguido por barditas y pavimento (Figura 27).

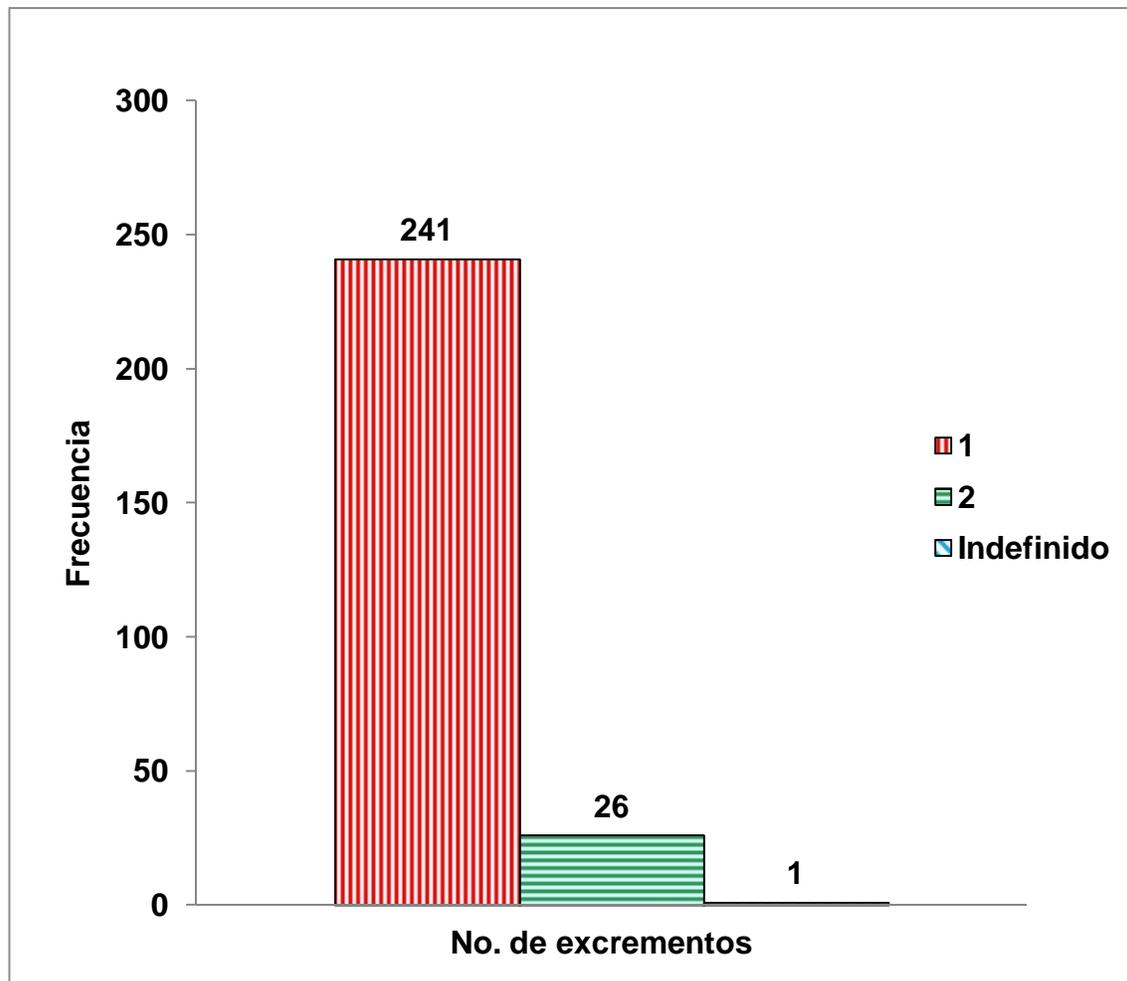


Figura 26. Frecuencias del número de excrementos depositados en el mismo sitio por el cacomixtle (*Bassariscus astutus*) durante el periodo de muestreo abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA.

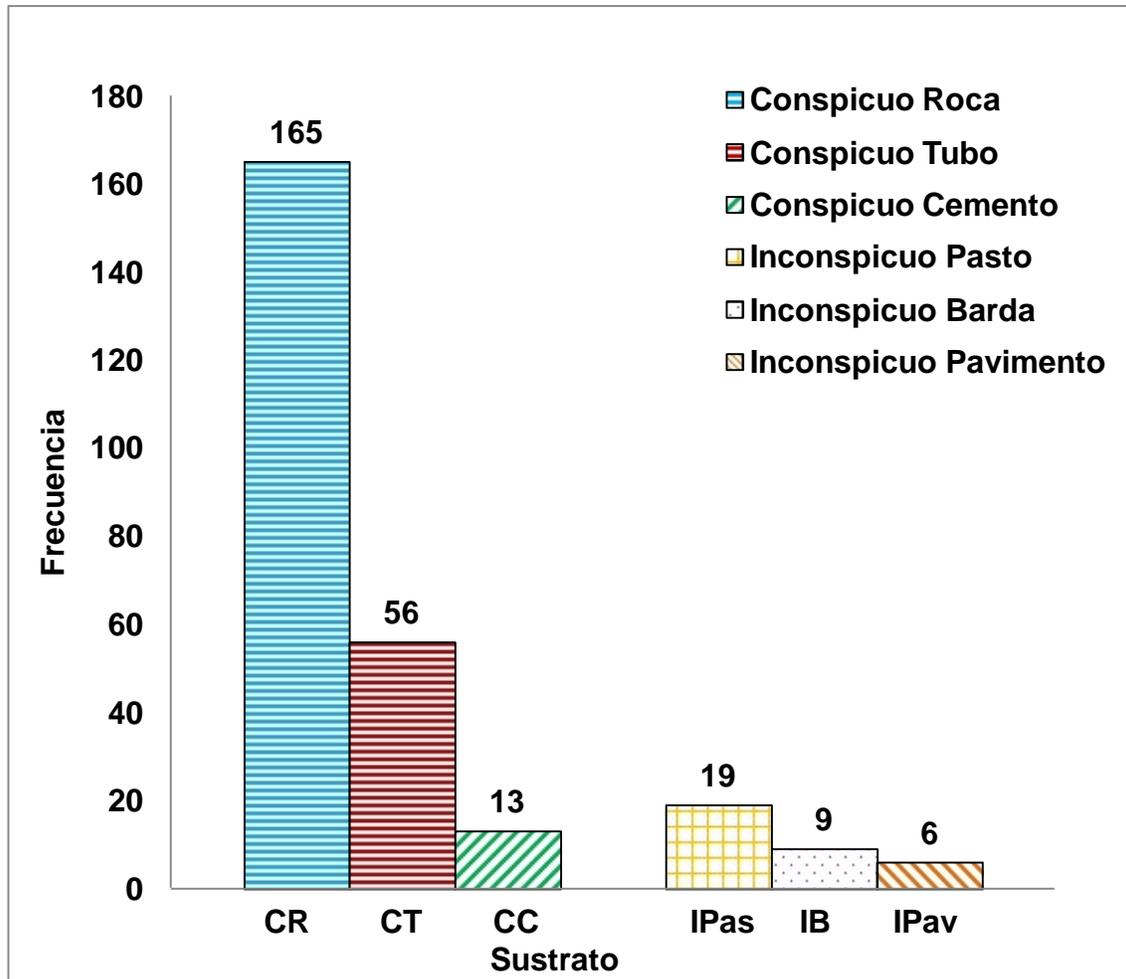


Figura 27. Número de excrementos de cacomixtle (*Bassariscus astutus*) depositados en sustratos conspicuos e inconspicuos durante el periodo de muestreo abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA.

6.2.3.3 Altura y posición sobre el camino

Los cacomixtles defecaron con mayor frecuencia en sustratos a nivel del suelo ($n=142$) en comparación con el nivel alto (igual o mayor a 4 cm; $n=126$) y en el centro del camino en comparación con la zona lateral, y casi no lo hicieron en la zona marginal (Figura 28).

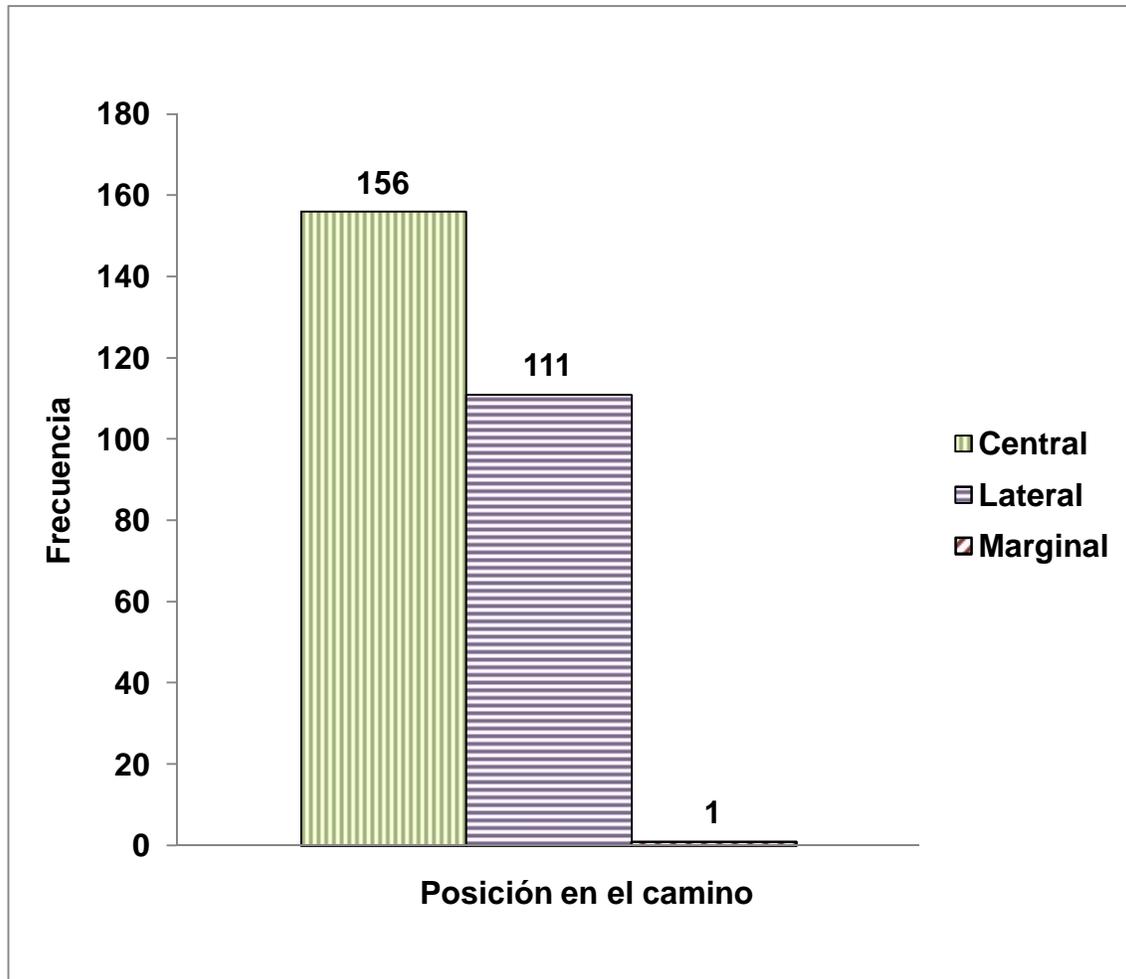


Figura 28. Número de excrementos de cacomixtle (*Bassariscus astutus*) depositados en la parte central, lateral y marginal del camino de abril 2008 a marzo 2009 en la REPSA.

6.2.4 Excrementos de otros mamíferos

De los excrementos de mamíferos que se encontraron a lo largo del transecto en la REPSA y que no pertenecieron al cacomixtle, se determinó que 54 eran de tlacuache, 17 de zorra gris y 12 de perro doméstico, y se estimó el IAR para cada especie para compararlo con el IAR del cacomixtle (Figura 29).

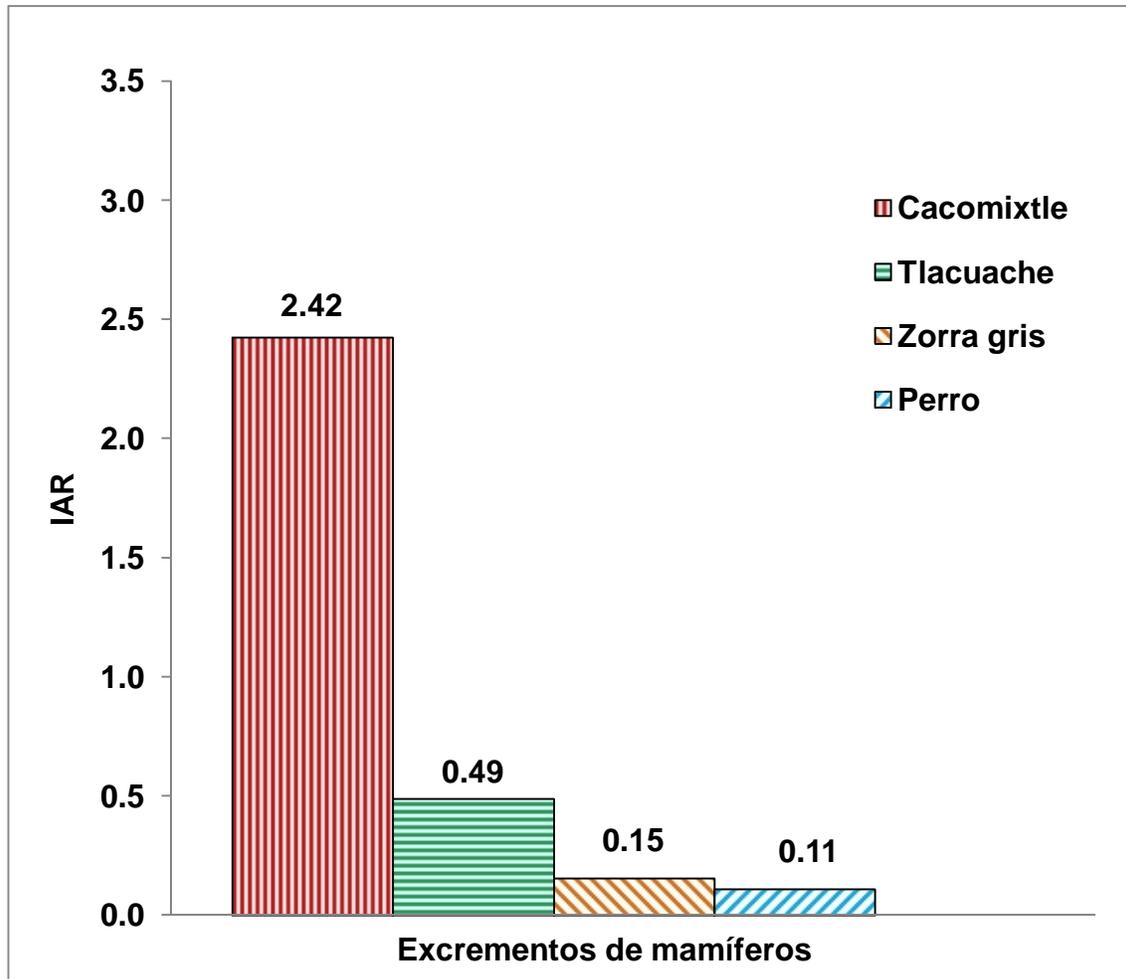


Figura 29. Índice de abundancia relativa (IAR) anual de mamíferos en la REPSA, comparados con el IAR del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) de abril 2008 a abril 2009, mediante el método de conteo de excrementos; los números sobre las barras representan el IAR de cada especie.

Del total de los 373 excrementos encontrados en el transecto en la REPSA, se comparó la frecuencia de los excrementos identificados como pertenecientes a alguna especie de mamífero, con el obtenido de los excrementos destruidos que no pudieron ser identificados (22), los cuales representaron el 6% de la muestra (Figura 30). Todos los excrementos no identificados fueron encontrados durante la temporada de lluvia; en junio 2008 se encontró un excremento no identificado, en julio 2008 fueron 3, en agosto 2008 fueron 15 y en septiembre 2008 fueron 3.

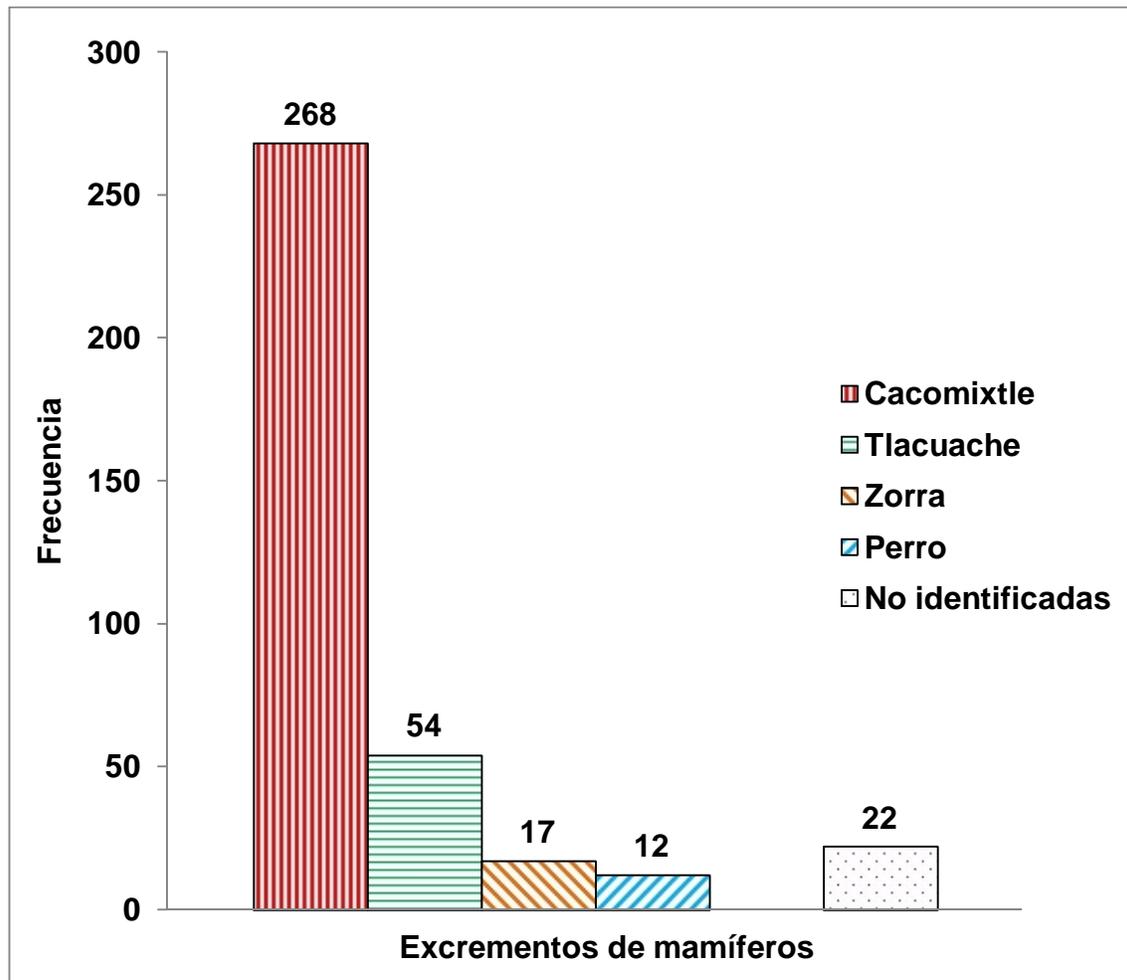


Figura 30. Número de excrementos registrados por especie en el transecto de la REPSA durante el muestreo de abril 2008 a marzo 2009.

VII. DISCUSIÓN

Se considera que la abundancia relativa del cacomixtle dentro de la REPSA fue mayor en comparación con los demás mamíferos de tamaño mediano, pues a lo largo del año de muestreo se pudo confirmar la presencia de esta especie y determinar las tendencias de abundancia de la población. Estas circunstancias son alentadoras ya que implican la posibilidad de continuar con este tipo de estudios que ayuden a monitorear las condiciones de la población en años siguientes.

7.1 Tendencias de abundancia poblacional de cacomixtles en la REPSA

Los índices de abundancia relativa obtenidos en este estudio, en general, son congruentes en gran parte con los reportes de otros estudios sobre tendencias de abundancia poblacional a lo largo de los meses del año (Nowak, 1999; Poglayen-Neuwall, 1987; Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988), aunque también se registraron diferencias.

De acuerdo con Poglayen-Neuwall (1987), es durante el verano cuando los adultos comienzan a salir acompañados de sus crías destetadas y de aproximadamente tres meses de edad en búsqueda de alimento. Este dato concuerda con el pico de abundancia que se registró en el verano, en agosto 2008. Además, las huellas de cacomixtles jóvenes más pequeñas de individuos jóvenes (4.6 a 6.5 cm²) aparecieron en agosto 2008 y septiembre 2008 en concordancia con Poglayen-Neuwall (1987); sin embargo, también aparecieron en primavera (mayo 2008 y junio 2008) e invierno (noviembre 2008 y diciembre 2008). Reyes-García (2002) registró huellas de entre 3.0 y 6.5 cm² en el volcán La Malinche en Tlaxcala en todas las estaciones del año. Estos resultados sugieren que la temporada reproductiva del cacomixtle puede ser más larga en México, en relación a lo que menciona la literatura (Nowak, 1999; Poglayen-Neuwall, 1987; Poglayen-

Neuwall y Toweill, 1988). Según los resultados del presente estudio en la REPSA, si las huellas más pequeñas de dicha especie pertenecen a animales de aproximadamente tres meses de edad, los nacimientos pueden estar ocurriendo de febrero a septiembre en el Pedregal de San Ángel.

Asimismo, el pico de abundancia registrado en este estudio durante la primera semana de diciembre 2008 coincidió con finales de otoño, y de acuerdo con Poglayen-Neuwall (1987) es la época en la cual los juveniles se separan de sus padres y comienzan a aventurarse para reconocer su ambiente y conseguir su propio alimento, cuando ya casi han alcanzado el peso y talla de un adulto. En la REPSA, la mayor actividad de los juveniles a finales del otoño se pudo ver reflejada con una mayor frecuencia de visitas a las estaciones olfativas así como aumento en el número de excrementos registrados.

Por otro lado, durante finales de verano y principios de otoño se observó una disminución en el IAR de cacomixtles en la REPSA. En el caso del método de estaciones olfativas esta reducción en abundancia relativa se presentó en septiembre 2008 y octubre 2008, y para el método de conteo de excrementos en septiembre 2008, y se puede interpretar como falta de interés por visitar las estaciones, y no como un descenso en el número de individuos de la población. Posiblemente, la explicación recae en la disponibilidad de alimento silvestre hacia finales de verano y principios de otoño, que es cuando abundan las bayas de diferentes especies de nopales (*Opuntia*), los frutos del jaboncillo (*Phytolacca icosandra*) y la flor de la pasión (*Passiflora subpeltata*). Estas especies mantuvieron a los cacomixtles desinteresados de los atrayentes presentes en las estaciones olfativas; pues a pesar de que consumen alimento de origen antropogénico, los recursos de la REPSA son su principal fuente de alimentación (Castellanos, 2006).

Durante los meses de invierno, enero a marzo 2009, se registró un descenso en los IAR mensuales. Es en esta época del año cuando la vegetación está más seca y esto podría estar

afectando la sobrevivencia de los individuos (Aranda, 2000; Ceballos y Miranda, 2000). Sin embargo, con el método de conteo de excrementos se obtuvieron los menores IAR en mayo 2008 y junio 2008 en comparación con el invierno 2009. Este hecho podría explicarse debido a que en estos meses ocurre la mayor proporción de nacimiento de crías y los padres podrían procurar no alejarse mucho de sus madrigueras (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

7.2 Abundancia relativa de cacomixtle en las temporadas de lluvia y seca

No se encontraron diferencias en la abundancia de cacomixtles en cuanto a las temporadas de lluvia y seca. Aunque se encontraron diferencias estadísticas significativas en la frecuencia de excrementos encontrados en el transecto, éstas se debieron a la destrucción de los excrementos por causa de la lluvia, lo cual ocasionó que se encontraran menos en comparación con la temporada seca. Como se refirió, la protección de una cobertura plástica en las estaciones olfativas contribuyó para evitar la inactivación de estaciones pues sólo en nueve de 336 ocasiones ocurrió debido a las lluvias intensas. Durante la temporada seca se encontraron cuatro estaciones inactivadas por causa del hombre; estas estaciones se encontraban en zonas cercanas a construcciones y fueron inutilizadas por huellas de zapato, huellas de llantas y rayas hechas con varas. Se observó que cuando se retiró la cobertura plástica de las estaciones olfativas fue menos común encontrar huellas dentro de ellas, y más común encontrar las huellas en los límites de la estación y en algunas ocasiones fuera de ésta. Baldwin *et al.* (2006) sugirió que una cobertura plástica que produce ruido con el viento puede asustar a los animales impidiendo que se acerquen. En este estudio se tuvo cuidado de que la cobertura no produjera ruido y además de evitar que la arena se mojara por la lluvia funcionó como protección, por lo que es probable que les diera seguridad a los animales para aventurarse hasta la pastilla de yeso, y al ser retirada la

cobertura plástica de la estación los cacomixtles notaran la falta de protección y no se aventuraron más allá de lo necesario para explorar el olor del atrayente.

7.3 Abundancia relativa de cacomixtle en las estaciones del año

La mayor abundancia del cacomixtle en la REPSA ocurrió durante verano y otoño, ya que es cuando las crías y juveniles comienzan a acompañar a sus padres para después buscar sus propios territorios, como lo refieren algunos autores (Nowak, 1999; Poglayan-Neuwall, 1987; Poglayan-Neuwall y Toweill, 1988). Durante el invierno la abundancia fue relativamente inferior comparada con las otras estaciones, posiblemente porque es la época más difícil para la sobrevivencia (Nowak, 1999; Poglayan-Neuwall, 1987; Poglayan-Neuwall y Toweill, 1988). En comparación, Reyes-García (2002) encontró que en el volcán La Malinche en Tlaxcala, México, la mayor abundancia del cacomixtle ocurrió en otoño (553), seguida de primavera (364) y verano (333). Reyes García (2002) hizo 10 muestreos con 18 estaciones durante un año, lo que hace un total de 180 estaciones, y recorrió una distancia de 8.5 km por día, y 85 km en un año. En este estudio se realizaron 24 muestreos con 14 estaciones durante un año, dando un total de 336 estaciones, y se recorrió una distancia de 4.608 km por día, y 110.6 km en un año.

7.4 Abundancia relativa del cacomixtle en los diferentes tipos de hábitat

En este estudio, la mayoría de las visitas de *B. astutus* a las estaciones olfativas (37%) y la mayoría de los excrementos (62%) fueron hallados en vegetación nativa. Castellanos (2006) también encontró que en la Zona Núcleo Poniente de la REPSA, esta misma especie prefirió la vegetación nativa sobre la vegetación perturbada. Estos resultados sugieren las especies que

componen la vegetación nativa son necesarias para la subsistencia de una población de cacomixtle dentro de la REPSA, y los otros tipos de hábitat pueden funcionar como complementarios o como matriz hospitalaria. Castellanos (2006) señala que esta especie utiliza zonas como el Jardín Botánico para sus actividades diarias, y además reporta haber observado individuos utilizando los camellones, las áreas alrededor de las facultades e institutos y las áreas con los contenedores de basura en busca de alimento de origen humano.

En este estudio, la presencia de *B. astutus* se evidenció en los distintos tipos de vegetación de la REPSA, y ocurrió con mayor frecuencia en la vegetación nativa por ser el tipo de vegetación óptimo. La vegetación nativa es más cerrada y conserva hasta cierto grado el ambiente natural que existía desde antes de la creación del campus universitario en comparación con los otros dos tipos de vegetación, por lo que es posible que sea más sencillo para los individuos refugiarse y encontrar alimento en ella. Además, ya que la REPSA tiene un tamaño reducido y el cacomixtle siendo una especie generalista, aprovecha todos los recursos disponibles para sobrevivir (Castellanos *et al.*, 2009).

Castellanos (2006) y Castellanos *et al.* (2009) propusieron seis tipos de hábitat en la REPSA. Sin embargo, en el presente estudio sólo se reconocen tres tipos de hábitat para la Zona Poniente Núcleo de la REPSA. La vegetación nativa fue equivalente a lo que ellos nombraron como *Pedregal*. La vegetación jardín fue equivalente al hábitat que nombraron *Jardines y campos*. La vegetación introducida fue equivalente a zonas con árboles introducidos como el eucalipto, que llamaron *Perturbado*. Otros tres tipos de hábitat llamados *Edificios; Circuitos y caminos y Urbano*, no se consideraron para mi estudio, pues no los hubo dentro de la Zona Núcleo Poniente de la REPSA.

Por otro lado, mediante el método de conteo de excrementos se encontró que los cacomixtles dejaron 11 de los 268 excrementos en vegetación introducida, en contraste con 65 de 178 huellas

en estaciones olfativas. Probablemente, los individuos fueron atraídos por el aroma del atrayente en las estaciones olfativas y por eso se aventuraron con mayor frecuencia a explorar la vegetación introducida. En cambio, al no existir atrayente en el método de conteo de excrementos, los individuos pasaron rápidamente por la vegetación introducida y sin tiempo para dejar excrementos como señales odoríferas. Por eso, se cree que el método de conteo de excrementos tal vez refleja mejor las preferencias de uso de hábitat de los cacomixtles ya que no presenta el sesgo de los atrayentes.

7.5 Comparación entre métodos

Las condiciones de conservación del área de estudio permitieron implementar y realizar muestreos dos veces por mes durante un año, éstos facilitaron el registro, tanto de huellas como excrementos de *Bassariscus astutus*. La comparación de los resultados obtenidos con ambos métodos permitió evidenciar las ventajas y desventajas de cada uno. La diferencia más notable entre ambos fue que con las estaciones olfativas se registraron dos picos de abundancia relativa, uno en agosto 2008 y otro en diciembre 2008; en contraste, el método de conteo de excrementos con el que sólo se registró un pico de abundancia en diciembre 2008.

Gracias a esta comparación se detectó que la diferencia tal vez fue debida a la destrucción de excrementos por la lluvia durante el verano. Por ejemplo, 15 excrementos (el 4% del total de la muestra anual) encontrados en agosto 2008 no pudieron ser identificados con certeza, y aunque lo más probable es que fueran de cacomixtle no se incluyeron en los primeros cálculos para la estimación del IAR en agosto 2008 (Figura 21). En cálculos siguientes, al incluir estos 15 excrementos para la estimación del IAR mensual mediante el método del conteo de excrementos, el pico de abundancia en agosto 2008 se hizo presente (Figura 22). Diversas muestras de

excrementos fueron destruidas o afectadas y no pudieron ser identificados. La combinación de las fuertes lluvias y el pisoteo accidental de éstos por parte de los visitantes a la REPSA afectaron los registros. En contraste con la temporada de lluvia, durante la temporada seca ningún excremento de los encontrados estaba lavado, destruido o pisado.

Por otro lado, una ventaja del método de estaciones olfativas sobre el conteo de excrementos fue que se pudo evitar que la lluvia destruyera las huellas impresas en la arena de las estaciones olfativas al colocar una cobertura de plástico sobre cada estación. De esta manera, sólo nueve veces ocurrió la inactivación de estaciones olfativas; mientras que en temporada seca los visitantes o trabajadores de la REPSA inactivaron las estaciones sólo en cuatro ocasiones.

Una ventaja importante que se observó del método de estaciones olfativas en comparación con el método de conteo de excrementos, es que permitió inferir la categoría de edad de los individuos (juveniles o adultos) a partir del tamaño de las huellas.

7.6 Tipo de atrayente

Los cacomixtles son animales omnívoros y generalistas que aprovechan todos los recursos alimentarios disponibles dentro de la REPSA (Castellanos, 2006; García, 2007; Granados-Pérez, 2008; Ramos-Rendón, 2010). Aunque se detectaron un mayor número de visitas de *B. astutus* a las estaciones olfativas con atún en comparación con las de Danonino o las de mermelada de fresa no se encontraron diferencias estadísticas significativas en la frecuencia de visitas. En contraste con lo recomendado en la literatura (Castellanos, 2006; García, 2007; Ramos-Rendón, 2010), el Danonino o la mermelada no fueron mejores atrayentes que el atún. Ésto probablemente se debió a que el olor del atún fue más penetrante y alcanzó mayores distancias, por lo que al tener los carnívoros más desarrollado el sentido del olfato les es más fácil encontrar

los atrayentes olorosos o se acercan porque son aromas que no son comunes para ellos dentro de la REPSA. El Danonino fue el segundo con más visitas en nuestro estudio, y se le consideró porque ha sido utilizado con anterioridad en otros estudios dando buenos resultados (Castellanos, 2006; García, 2007; Ramos-Rendón, 2010).

7.7 Características de excrementos de cacomixtle registrados

El número de excrementos depositados solos fue mayor al encontrado en letrinas. Esto podría deberse a que el transecto se limpiaba cada mes de muestreo y en dos días no se formaban muchas letrinas. Durante todo el año de muestreo solo se encontraron 19 letrinas a diferencia de lo reportado por Barja y List (2006) quienes encontraron 62 letrinas en la misma zona. Esto puede deberse a su método, el cual implicaba un lapso corto de tiempo, con días consecutivos y no se quitaban los excrementos. En contraste, en el presente se eliminaban todos los excrementos viejos y se contabilizaban sólo los que eran depositados durante dos días consecutivos cada mes y se quitaban al iniciar el siguiente muestreo.

El tipo de sustrato más usado por los cacomixtles para depositar sus excrementos fueron las porciones conspicuas de las rocas seguidos por los depositados sobre la tubería del agua; a diferencia de lo encontrado por Barja y List (2006) que en su mayoría fueron encontrados sobre la tubería. El sustrato inconspicuo más común para hallarlos era el pasto, esto debido a que son marcas territoriales (Barja y List, 2006). La mayoría de los excrementos se encontraron depositados a nivel del suelo y no en sustratos altos; pues estaban en zonas conspicuas como las rocas en el camino donde eran fácil de observarse, sólo se encontraron pocos encima de bardas o tubo de agua; a diferencia de lo reportado por Barja y List (2006) pues el tubo de agua (sustrato alto) fue donde encontraron la mayoría de los excrementos.

Los excrementos se encontraron en su mayoría en la zona centro y lateral del camino, contrario a lo hallado por Barja y List (2006), donde el lugar preferencial fue la zona marginal del camino; esto puede ser debido a que los cacomixtles prefieren defecar sobre zonas donde sean signos visuales llamativos dentro y fuera de la población (Barja y List, 2006); y los caminos son utilizados por estos animales comúnmente según lo reportado en la bibliografía (Aranda, 1981, 2000).

7.8 Implicaciones en la conservación

El Distrito Federal en constante crecimiento urbanístico, representa una presión sobre la REPSA de Ciudad Universitaria que es uno de los últimos relictos de vegetación natural del Pedregal de San Ángel. La pérdida de mamíferos silvestres dentro de ésta es clara; pues se ha confirmado que la fauna que habita en ella ha disminuido y algunas especies han desaparecido y otras son cada vez más raras de encontrar (Castellanos, 2006; García, 2007; Granados-Pérez, 2008; Hortelano-Moncada *et al.*, 2009; Negrete, 1991; Negrete y Soberón, 1994; Ramos-Rendón, 2010; Suzán, 1999). En el estudio de Granados-Pérez (2008) se capturó en una sola ocasión a un cacomixtle; en contraste con lo reportado por Ramos-Rendón (2010) donde la captura de tlacuaches y cacomixtles era de manera frecuente. Tanto en el presente estudio como en los realizados por Castellanos *et al.* (2009) y Ramos-Rendón (2010) parece ser que el cacomixtle es el mamífero carnívoro más abundante de la REPSA.

Bassariscus astutus es importante dentro de la REPSA porque es una especie controladora de las poblaciones de roedores, por lo que la eliminación de su población podría provocar el aumento de plagas o de especies exóticas como perros y gatos, que a su vez podrían provocar o acelerar la extinción de especies nativas vulnerables.

Soulé *et al.* (1992) refiere que en pequeños remanentes aislados de hábitat, las especies de vertebrados nativos pueden desaparecer después de unas pocas décadas debido a que la biota existente puede sufrir un colapso rápido dado que no se tiene colonización. Al mantener la existencia de depredadores de tamaño mediano, se retardaría el colapso de la biota que vive en remanentes de vegetación ya que continuarían controlando poblaciones de los depredadores más pequeños como los gatos domésticos (Soulé *et al.*, 1992). En la REPSA, es posible que la desaparición de depredadores en los niveles superiores de la trama trófica como el puma, gato montés y coyote, haya repercutido en el aumento de la abundancia de perros ferales y gatos domésticos, depredadores de menor tamaño que a su vez tienen un efecto sobre la extinción de especies nativas vulnerables como aves, lagartijas y ratones, e incluso zorras grises y cacomixtles (Castellanos, 2006; Chávez y Ceballos, 1994; Granados-Pérez, 2008; Negrete, 1991; Negrete y Soberón, 1994; García, 2007; Ramos-Rendón, 2010).

La población de cacomixtles en la REPSA puede llegar a desaparecer (Castellanos *et al.*, 2009; Negrete, 1991; Negrete y Soberón, 1994). La presencia de especies exóticas como perros ferales y gatos domésticos es un factor de riesgo ya que compiten por alimento y refugio; además, los perros ferales matan a los cacomixtles (Granados-Pérez, 2008). Por otro lado, tanto los perros como los gatos en las zonas naturales, urbanas y suburbanas pueden ser considerados como especies transmisoras (agentes zoonóticos) de enfermedades peligrosas para los mamíferos silvestres y para los humanos (Suzán, 1999); pues se conocen casos de ataque a miembros de la comunidad local y visitante; además de fauna nativa como cacomixtles (Granados-Pérez, 2008), tlacuaches (Pérez-Escobedo *et al.*, 2008) y mascotas de los visitantes. Los mamíferos nativos en reservas pequeñas y aisladas son propensos a enfermedades infecciosas además de parásitos que pueden transmitirse al hombre por causa de las especies ferales (Pacheco, 2010; Suzán, 1999; Suzán y Ceballos, 2005).

Hernández (1992) analizó las tablas de vida para las especies del orden Carnívora de México, y señala que la zorra gris y el cacomixtle tienen potencial de crecimiento demográfico y sus poblaciones pueden recuperarse hasta en tres años puesto que su reproductividad es alta. En la REPSA, sería benéfico que se eliminaran a los perros ferales para la preservación de la población de cacomixtle y la recuperación de la población de zorras grises; hechos que coadyuvarían en la disminución de la abundancia de los gatos domésticos y ferales. Los cacomixtles y zorras grises son depredadores que pueden controlar a los gatos, y con esto se protegería a las poblaciones de aves, lagartijas y roedores endémicos y vulnerables del Pedregal de San Ángel (Castellanos *et al.*, 2009; Granados-Pérez, 2008).

La destrucción del hábitat en la REPSA, principalmente la pérdida de vegetación nativa, podría afectar no sólo la abundancia del cacomixtle sino también la dinámica de este frágil ecosistema; pues es en la vegetación nativa donde se encuentra la mayor cobertura vegetal para refugios y las madrigueras en las grietas del pedregal (Castellanos, 2006; Negrete, 1991). Es común encontrar grietas que alguna vez funcionaron como refugios o madrigueras rellenas de cascajo, y se deja a los animales silvestres sin refugio y a merced de depredadores o competidores.

Además de los problemas ecológicos que tiene la REPSA como destrucción del hábitat, saqueo de especies nativas, introducción de especies exóticas, tira clandestina de basura y cascajo, contaminación e incremento en la frecuencia de incendios (Castillo-Argüero *et al.*, 2002; Portal de la REPSA, 2007); existen los problemas por falta de educación ambiental, difusión y divulgación, pues a pesar de que han existido programas de servicio social, exposiciones y coloquios para concientizar al público, éstos han estado distanciados en tiempo y sin continuidad. Al no existir programas para la continua difusión, provoca que los problemas que enfrenta la

REPSA sigan siendo desconocidos por el cuerpo estudiantil, trabajadores y visitantes de la UNAM.

Entre los proyectos pendientes de realizarse y los que deben continuar en la REPSA para la protección de los mamíferos son: 1) censar y monitorear los tamaños poblacionales de los mamíferos nativos y ferales, 2) evaluar la condición genética de las poblaciones de especies nativas, 3) evaluar la capacidad de carga del ecosistema, 4) aumentar el tamaño de las poblaciones escasas de especies como ratones y mamíferos carnívoros, 5) estudiar la dinámica poblacional, 6) reconocer el requerimiento de hábitat y la interconexión de zonas para las especies, 7) conocer si las barreras físicas afectan o benefician a los mamíferos nativos, 8) desarrollar programas de educación ambiental, 9) intensificar los programas de manejo y erradicación de fauna feral, 10) determinar si las barreras protegen a la REPSA del crecimiento urbano, generación de basura, saqueo de especies y actos delictivos, 11) eliminación de basura y residuos, 12) prevención de incendios y 13) aplicación del reglamento de la REPSA (Castellanos, 2006; Chávez y Ceballos, 1994; García, 2007; Granados-Pérez, 2008; Hortelano-Moncada *et al.*, 2009; Lot y Camarena, 2008; Negrete, 1991; Negrete y Soberón, 1994; Ramos-Rendón, 2010; Suzán, 1999; Suzán y Ceballos, 2005).

VIII. CONCLUSIONES

Abundancia y tendencias poblacionales del cacomixtle

1. El cacomixtle es posiblemente el mamífero carnívoro nativo más abundante dentro de la REPSA.
2. La temporada reproductiva del cacomixtle en la REPSA puede estar ocurriendo de febrero a septiembre.
3. La mayor abundancia relativa se presentó durante el verano y otoño.
4. La mayor actividad de cacomixtles juveniles se registró a finales del otoño.

Eficiencia de los métodos

5. Los métodos indirectos no invasivos de estaciones olfativas y conteo de excrementos fueron efectivos para confirmar la presencia de cacomixtles, estimar la abundancia en diferentes tipos de vegetación, determinar las tendencias de abundancia a lo largo de un año, así como inferir la categoría de edad de los individuos que habitan la Zona Núcleo Poniente de la REPSA.
6. Las coberturas plásticas resultaron efectivas para evitar la inactivación de las estaciones olfativas por la lluvia.

Implicaciones para la conservación del cacomixtle

7. La vegetación nativa es el hábitat más apropiado para la preservación de la población de cacomixtle en la REPSA, mientras que los otros tipos de hábitat pueden funcionar como matriz hospitalaria o complementaria.
8. A pesar de que la REPSA ha sufrido por el crecimiento urbano, continúa albergando una importante diversidad de mamíferos.
9. Es importante conservar la población de cacomixtles en la REPSA, ya que éstos pueden controlar la presencia de gatos domésticos, felinos que pueden diezmar las poblaciones de lagartijas, aves y roedores nativos.

IX. LITERATURA CITADA

- ÁLVAREZ, J., J. Carabias, J. A. Meave, P. Moreno-Casasola, D. Nava, F. Rodríguez, C. Tovar, 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. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 54 pp.
- ARANDA, J. M. 1981. Rastros de los mamíferos silvestres de México. Manual de Campo. Instituto Nacional de Investigaciones sobre los recursos bióticos. México. 198 pp.
- ARANDA, J. M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad e Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Veracruz. México. 212 pp.
- BALDWIN, R. A., P. D. Gipson, G. L. Zuercher y T. R. Livingston. 2006. The effect of scent-station precipitation covers on visitations by mammalian carnivores and eastern cottontails. Transactions of the Kansas Academy of Science 109:3-10.
- BARJA, I. 2005. Patrones de marcaje con heces por la marta europea (*Martes martes*) en el noroeste de España: importancia para su estudio. Galemys 17:123-134.
- BARJA, I., F. J. De Miguel y F. Bárcena. 2005. Faecal marking behavior of Iberian wolf in different zones of their territory. Folia Zoologica 54:21-29.
- BARJA, I. y R. List. 2006. Faecal marking behavior in ringtails (*Bassariscus astutus*) during the non-breeding period: spatial characteristics of latrines and single faeces. Chemoecology 16:219-222.
- BILENCA, D., E. M. Álvarez, M. P. Balla y G. A. Zuleta. 1999. Evaluación de dos técnicas para determinar la actividad y abundancia de mamíferos en el bosque Chaqueño, Argentina. Revista de Ecología Latinoamericana 6:13-18.

- BOTELLO, F. J. 2004. Comparación de cuatro metodologías para determinar la diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 43 pp.
- BOTELLO, F. J. 2006. Distribución, actividad y hábitos alimentarios de carnívoros en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 56 pp.
- CALDERÓN, J. 2002. Hábitos alimentarios del babisuri *Bassariscus astutus saxicola* (Carnivora: Procyonidae) en la Isla Espíritu Santo, Baja California Sur. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 114 pp.
- CASTELLANOS, G. 2006. Sobre el ámbito hogareño y los hábitos alimentarios de un carnívoro en un ambiente suburbano. El cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Ciudad Universitaria. México. D. F. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 94 pp.
- CASTELLANOS, G., N. García y R. List. 2009. Ecología del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Págs.:371-381 en: *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel.* (A. Lot y Z. Cano-Santana, eds.). Universidad Nacional Autónoma de México, Secretaría de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y Coordinación de la Investigación Científica. México. 538 pp.
- CASTILLO, G. E. R. 2008. Hábitos alimentarios de *Bassariscus astutus* en Arcos del Sitio Tepetzotlán, Estado de México y Tepeji del Río de Ocampo, Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 58 pp.
- CASTILLO-Argüero, S., P. Guadarrama-Chávez, Y. Martínez-Orea, P. Mendoza, O. Núñez-Castillo, M. A. Romero-Romero y M. Sánchez-Gallén. 2002. Diásporas del Pedregal de

- San Ángel. Coordinación de Servicios Editoriales y Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. Págs.:9-10.
- CASTILLO-Argüero, S., G. Montes-Cartas, M. A. Romero-Romero, Y. Martínez-Orea, P. Guadarrama-Chávez, I. Sánchez-Gallén, O. Núñez-Castillo. 2004. Dinámica y conservación de la flora del matorral xerófilo de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (D. F., México). Boletín de la Sociedad Botánica de México 74:51-75.
- CASTILLO-Argüero, S., P. Guadarrama-Chávez, Y. Martínez-Orea, J. A. Meave, O. Núñez-Castillo, M. A. Romero-Romero y I. Sánchez-Gallén. 2007. La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel: Aspectos Florísticos y Ecológicos. Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria, Coordinación de la Investigación Científica y Universidad Nacional Autónoma de México. México. 293 pp.
- CAVALLINI, P. 1994. Faeces count as an index of fox abundance. Acta Theriologica 39:417-424.
- CEBALLOS, G. y C. Galindo. 1984. Mamíferos Silvestres de la Cuenca de México. Limusa. México. Págs.:229-232.
- CEBALLOS, G. y A. Miranda. 2000. Guía de campo de los mamíferos de la Costa de Jalisco, México. Fundación ecológica de Cuixmala, Instituto de Ecología e Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 147 pp.
- CEBALLOS, G. y G. Oliva. (eds.). 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. Hong Kong. 986 pp.
- CHÁVEZ, J. C. 1998. Los mamíferos silvestres de la Reserva El Pedregal: testigos del avance de la civilización. Especies 7:24-25.

- CHÁVEZ, J. C. y G. Ceballos. 1994. Historia Natural comparada de los pequeños mamíferos silvestres de la Reserva Ecológica El Pedregal. Págs.:229-237 en: *Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Ecología, Historia Natural y Manejo*. (A. Rojo, Comp.). Universidad Nacional Autónoma de México. México. 410 pp.
- CONNER, M. C., R. F. Labisky y D. R. Progulsk, Jr. 1983. Scent-station indices as measures of population abundance for bobcats, raccoons, gray foxes, and opossums. *Wildlife Society Bulletin* 11:146-152.
- CROOKS, K. R. 2002. Relative sensitivities of mammalian carnivores to habitat fragmentation. *Conservation Biology* 16:488-502.
- CROOKS, K. R. y M. E. Soulé. 1999. Mesopredator release and avifaunal extinctions in a fragmented system. *Nature* 400:563-566.
- ERLINGE, S., G. Göransson, L. Hansson, G. Högstedt, O. Liberg, I. N. Nilsson, T. Nilsson, T. von Schantz y M. Sylvén. 1983. Predation as a regulating factor on small rodent populations in Southern Sweden. *Oikos* 40:36-52.
- GARCÍA, E. 1988. Modificaciones al sistema climático de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 246 pp.
- GARCÍA, M. N. 2007. Sobre el ámbito hogareño y los hábitos alimentarios de un carnívoro en un ambiente suburbano. La zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en la Reserva Ecológica “El Pedregal de San Ángel”. Ciudad Universitaria, México, D. F. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 90 pp.
- GOLDBERG, J. 2003. *Bassariscus astutus* (En línea) en *The Animal Diversity Web (online)*; Myers, P., R. Espinosa, C. S. Parr, T. Jones, G. S. Hammond y T. A. Dewey (Eds. 2008). <http://animaldiversity.org> Fecha de acceso 07/01/2010

- GONZÁLEZ, R. M. 2010. Efecto de la ingestión de frutos por el cacomixtle *Bassariscus astutus* en el Parche Nacional Malinche, Tlaxcala sobre la germinación de semillas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 77 pp.
- GRANADOS-Pérez, Y. 2008. Ecología de mamíferos silvestres y ferales de la Reserva Ecológica “El Pedregal”: hacia una propuesta de manejo. Tesis de Maestría. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 74 pp.
- GUITIAN, J. y T. Bermejo. 1989. Notas sobre dietas de carnívoros e índices de abundancia en una reserva de caza del Norte de España. Doñana, Acta Vertebrata 16:319-324.
- HERNÁNDEZ, A. 1992. Los carnívoros y sus perspectivas de conservación en las áreas protegidas de México. Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie) 54:1-23.
- HORTELANO-Moncada, Y., F. A. Cervantes y A. Trejo-Ortiz. 2009. Mamíferos silvestres de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel en Ciudad Universitaria, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. Revista Mexicana de Biodiversidad 80:507-520.
- KREBS, C. J. 2001. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. 5ª ed. Benjamin Cummings. EE.UU. 801 pp.
- LEOPOLD, S. A. 1965. Fauna silvestre de México. Aves y Mamíferos de Caza. Ed. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. 665 pp.
- LINDZEY, F. G., S. K. Thompson y J. I. Hodges. 1977. Scent station index of black bear abundance. Journal of Wildlife Management 41:151-153.
- LINHART, S. B. y F. F. Knowlton. 1975. Determining the relative abundance of coyotes by scent station lines. Wildlife Society Bulletin 3:119-124.

- LLANEZA, L., M. Rico y J. Iglesias. 1998. Descripción y resultados de varios métodos de muestreo para la detección y censo de lobo ibérico (*Canis lupus signatus*) en una zona de montaña. *Galemys* 10:135-149.
- LOT, A. 2008a. 25 años de la Reserva del Pedregal de San Ángel. *Ciencias* Julio-Septiembre 91:30-32.
- LOT, A. 2008b. La importancia de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Págs.:14-18 en *Manual de procedimientos del Programa de Adopción de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel* (Secretaría de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, Comp.). Coordinación de la Investigación Científica. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 108 pp.
- LOT, A. y P. Camarena. 2008. Presentación. Págs.:4-8 en *Manual de procedimientos del Programa de Adopción de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel* (Secretaría de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, Comp.). Coordinación de la Investigación Científica. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 108 pp.
- LOT, A. y Z. Cano-Santana (Comp.). 2009. Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel. Universidad Nacional Autónoma de México, Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y Coordinación de la Investigación Científica. México. 538 pp.
- MONROY-Vilchis, O. y A. Velázquez. 2002. Distribución regional y abundancia del lince (*Lynx rufus escuinape*) y el coyote (*Canis latrans cagottis*) por medio de estaciones olfativas, un enfoque espacial. *Ciencia Ergo Sum* 9:293-300.
- MURIE, O. J. 1974. A field guide to animal tracks. 2ª ed. Houghton Nifflin Company. EE.UU. 369 pp.
- MYERS, P., R. Espinosa, C. S. Parr, T. Jones, G. S. Hammond y T. A. Dewey. 2008. The Animal Diversity Web (online). <http://animaldiversity.org> Fecha de acceso: 07/01/2010

- NAVA-Vargas, V. 2005. *Bassariscus astutus* (Lichtenstein, 1830) Cacomixtle. Págs.:408-409 en: *Los mamíferos silvestres de México*. (G. Ceballos y G. Oliva, eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. Hong Kong. 986 pp.
- 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 de Hidalgo, México. Anales del Instituto de Biología. Serie Zoológica. Universidad Nacional Autónoma de México 70:51-63.
- NEFF, D. J. 1968. The pellet group count technique for big game, trend, census, and distribution: A review. Journal of Wildlife Management 32:597-614.
- NEGRETE, A. 1991. Los mamíferos silvestres de la Reserva Ecológica "El Pedregal". Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 114 pp.
- NEGRETE, A. y J. Soberón. 1994. Los mamíferos silvestres de la Reserva Ecológica El Pedregal. Págs.:219-228 en: *Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Ecología, Historia Natural y Manejo*. (A. Rojo, Comp.). Universidad Nacional Autónoma de México. México. 410 pp.
- NOTTINGHAM, B. G. Jr., K. Johnson y M. R. Pelton. 1989. Evaluation of scent-station surveys to monitor raccoon density. Wildlife Society Bulletin 17:29-35.
- NOVARO, A. J., M. C. Funes, O. Monsalvo y C. Rambeaud. 2000. Calibración del índice de estaciones odoríferas para estimar tendencias poblacionales del zorro colorado (*Pseudalopex culpaeus*) en Patagonia. Mastozoología Tropical 7:81-88.
- NOWAK, R. M. 1999. Walker's Mammals of the World. 6ª ed. Vol. 1. The Johns Hopkins University Press. EE.UU. Págs.:696-698.

- NÚÑEZ, A. 2002. Los mamíferos del Orden Carnivora en Michoacán. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y Facultad de Biología. México. Págs.:21-28.
- ORJUELA, O. J. y G. Jiménez. 2004. Estudio de la abundancia relativa para mamíferos en diferentes tipos de coberturas y carretera, Finca Hacienda Cristales, Área Cerritos-La Virginia, Municipio de Pereira, Departamento de Risaralda-Colombia. Universitas Scientiarum. Revista de la Facultad de Ciencias Pontificia Universidad Javeriana 9:87-96.
- PACHECO, N. 2010. Estudio piloto de la frecuencia de parásitos en mamíferos ferales y silvestres en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de la UNAM. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. 116 pp.
- PÉREZ-Escobedo, H. M., V. Bernal-Legaria, A. R. González. 2008. Qué hacer si encuentras un tlacuache. Págs.:91-98 en *Manual de procedimientos del Programa de Adopción de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel* (Secretaría de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, Comp.). Coordinación de la Investigación Científica. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 108 pp.
- POGLAYEN-Neuwall, I. 1987. Management and breeding of the ringtail or cacomistle *Bassariscus astutus* in captivity. International Zoo Yearbook 26:276-280.
- POGLAYEN-Neuwall, I. y D. E. Towell. 1988. *Bassariscus astutus*. Mammalian Species No. 327:1-8.
- PORTAL de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (en línea). <http://www.repsa.unam.mx> Fecha de acceso: 31/01/2008.
- PRANGE, S. y S. D. Gehrt. 2004. Changes in mesopredator-community structure in response to urbanization. Canadian Journal of Zoology 82:1804-1817.
- PRANGE, S., S. Gehrt y E. Wiggers. 2003. Demographic factors contributing to high raccoon densities in urban landscapes. Journal of Wildlife Management 67:324-333.

- RAMOS-Rendón, A. K. 2010. Evaluación poblacional de mamíferos medianos en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, hacia un programa de control de gatos ferales. Tesis de Maestría. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 105 pp.
- 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. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 87 pp.
- RODRÍGUEZ-Estrella, R., K. Grajales y A. Rodríguez. 2000. Spring diet of the endemic ring-tailed cat (*Bassariscus astutus insulicola*) population on a island in the Gulf of California, México. Journal of Arid Environments 44:241-246.
- ROJO, A. (Comp.). 1994. Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Ecología, Historia Natural y Manejo. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 410 pp.
- ROUGHTON, R. D. y M. W. Sweeny. 1982. Refinements in scent station methodology for assessing trends in carnivore populations. Journal of Wildlife Management 46:217-229.
- RZEDOWSKI, J. 1954. Vegetación del Pedregal de San Ángel. (Distrito Federal, México). Págs.:9-66 en: *Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Ecología, Historia Natural y Manejo*. (A. Rojo, Comp.). Universidad Nacional Autónoma de México. México. 410 pp.
- SAETHER, B. E. 1999. Top dogs maintain diversity. Nature 400:510-511.
- SALAZAR, J. B. 1932. Animales mamíferos. México. 244 pp.
- SARGEANT, G. A., D. H. Johnson y W. E. Berg. 1998. Interpreting carnivore scent-station surveys. Journal of Wildlife Management 62:1235-1245.
- SARGEANT, G. A., W. E. Berg y D. H. Johnson. 2003. Sampling designs for carnivore scent-station surveys. Journal of Wildlife Management 67:289-298.

- SECRETARÍA de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2002. Norma Oficial Mexicana (NOM-059-Ecol-2010) Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de Riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en Riesgo. Diario Oficial de la Federación. Segunda Sección. Jueves 30 de diciembre de 2010. Págs.:1-78.
- SECRETARÍA de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (SEREPSA). 2008. Manual de procedimientos del Programa de Adopción de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Secretaría de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Coordinación de la Investigación Científica. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 108 pp.
- SMITH, W. P., D. L. Borden y K. M. Endres. 1994. Scent-station visits as an index to abundance of raccoons: an experimental manipulation. Journal of Mammalogy 75:637-647.
- SOULÉ, M. E., A. C. Alberts, D. T. Bolger, S. Hill, M. Sorice y J. Wright. 1988. Reconstructed dynamics of rapid extinctions of chaparral-requiring birds in urban habitat islands. Conservation Biology 2:75-92.
- SOULÉ, M. E., A. C. Alberts y D. T. Bolger. 1992. The effects of habitat fragmentation on chaparral plants and vertebrates. Oikos 63:39-47.
- SUZÁN, G. 1999. Rabia, toxoplasma y parvovirus en mamíferos silvestres de dos reservas del Distrito Federal. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 69 pp.
- SUZÁN, G. y G. Ceballos. 2005. The role of feral mammals on wildlife infectious disease prevalence in two nature reserves within Mexico City limits. Journal of Zoo and Wildlife Medicine 36:479-484.
- TRAPP, G. R. 1978. Comparative behavioral ecology of the ringtail and gray fox in Southwestern Utah. Carnivore 1:3-32.

- TRAVAINI, A., M. Delibes y R. Laffitte. 1996. Determining the relative abundance of European red foxes by scent-station methodology. Wildlife Society Bulletin 24:500-504.
- UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México. 2005. Acuerdo por el que se rezonefica, delimita e incrementa la Zona de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria. Gaceta UNAM (2 de junio de 2005) No. 3813:15-16, 20-21.
- WALKER, R. S., J. D. Nichols y A. J. Novaro. 2000. Consideraciones para la estimación de abundancia de poblaciones de mamíferos. Mastozoología Neotropical 7:73-80.

X. ANEXOS

ANEXO I. Huellas de cacomixtle (*Bassariscus astutus*) encontradas en la Zona Núcleo Poniente durante el periodo de muestreo abril 2008 a marzo 2009. Se observa a) huella de mano, b) molde de yeso con impresión de mano, c) huella de pata, d) molde de yeso con impresión de pata (Fotografías: Bernal-Legaria).



ANEXO II. Excrementos de cacomixtle (*Bassariscus astutus*) encontradas en la Zona Núcleo Poniente de la REPSA durante el periodo de muestreo de abril 2008 a marzo 2009, y las plantas que probablemente consumieron. Se observa a) excremento con semillas de flor de la pasión (*Passiflora subpeltata*), b) fruto de flor de la pasión, c) excremento con semillas de pirúl (*Schinus molle*), d) frutos de pirúl (Fotografías: Bernal-Legaria).



ANEXO II (continuación). Se observa e) excremento con semillas y partes no digeridas de tuna, f) nopal (*Opuntia*) con tunas, g) letrina con número de excrementos no identificables con semillas de jaboncillo (*Phytolacca icosandra*) y h) fruto de jaboncillo (Fotografías: Bernal-Legaria).



ANEXO III. Información de otros mamíferos registrados

Se confirmó la presencia de otras especies nativas como tlacuaches, zorras grises, zorrillos y conejos castellanos, así como de especies no nativas como perros y gatos ferales. No se pudo confirmar la presencia de otras especies que se creen extintas o con poblaciones mermadas como las comadrejas.

Tlacuache (*Didelphis virginiana*). Se reconoce como una especie común y abundante en la REPSA (Castellanos, 2006; García, 2007) y nuestro muestreo también lo reflejó. Este mamífero tuvo la mayor frecuencia de aparición después del cacomixtle. Durante este estudio se encontró la huella de una cría en el mes septiembre 2008, lo cual concuerda con el trabajo de Granados-Pérez (2008) quien encontró juveniles en los meses lluviosos, periodo en el cual se tiene una mayor disponibilidad de alimento en la REPSA (Chávez y Ceballos, 1994). En nuestro estudio, los excrementos de tlacuache se encontraban más comúnmente en la vegetación jardín; se sabe que estos animales aprovechan tanto los recursos naturales como los desechos antropogénicos, pues se ha reportado la presencia de muchos individuos junto a botes de basura o dentro de ellos (Pérez-Escobedo *et al.*, 2008).

Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). A pesar de ser una especie común, generalista y favorecida por las actividades humanas (Ceballos y Miranda, 2000; Leopold, 1965), en este estudio los registros de huellas y excrementos fueron pocos. Esto nos sugiere que la especie no ha desaparecido totalmente de este sitio, pero se cree que ya no existe una población residente y actualmente podrían existir una o dos zorras en toda la REPSA buscando alimento y refugio

(García, 2007). De acuerdo con García (2007) las zorras grises salen durante la noche de sus refugios hacia zonas urbanizadas como camellones, jardines, estacionamientos y campos deportivos, por lo que es más frecuente encontrar rastros en la Zona Sur Oriente donde se encuentra el Museo Universum de la UNAM, además de que es un animal muy precavido para acercarse a las trampas. En nuestro estudio, la mayoría de los excrementos se localizaron en la vegetación jardín y las huellas se encontraron principalmente en la vegetación nativa.

Zorrillos. Se registraron rastros (huella y olor) en dos ocasiones en la vegetación nativa, que es la zona donde los zorrillos concentran sus actividades por tener una vegetación cerrada donde es más fácil esconderse (Castellanos, 2006). No se pudo determinar la especie de zorrillo a la que perteneció la huella encontrada. Las especies que habitan en la reserva son *Mephitis macroura* y *Spilogale putorius*.

Conejo castellano (*Sylvilagus floridanus*). Se observaron conejos castellanos durante el muestreo en vegetación jardín y vegetación introducida, al igual que se observaron sus letrinas en toda la Zona Núcleo Poniente de la REPSA.

Perro (*Canis lupus familiaris*). La evidencia de presencia de perros en la Zona Núcleo Poniente es baja en comparación con el cacomixtle o tlacuache, similar a la zorra gris y mayor que la de los zorrillos. Los excrementos de perro hallados estuvieron más comúnmente en vegetación nativa. Además de huellas y excrementos, varios individuos fueron observados con frecuencia en los alrededores de la Unidad de Seminarios (VJ) y de la Mesa Vibratoria (VI) del Jardín Botánico, zonas en las cuales la presencia humana es constante. También se encontró un perro

muerto entre la Unidad de Seminarios y el Jardín Botánico. Durante nuestro muestreo se llevó a cabo la campaña de erradicación de fauna exótica de la REPSA.

Gato (*Felis catus*). Se registraron 5 huellas de gato: 1 en vegetación jardín, 2 en vegetación nativa y 2 en vegetación introducida. No encontramos excrementos pues generalmente los gatos los entierran. En una ocasión se observó un gato en la zona del Jardín Botánico durante el atardecer (ver Fotografía en ANEXO IV inciso h). En varias ocasiones se observó que los trabajadores de las instituciones aledañas a la REPSA dejan alimento para los gatos que habitan en Ciudad Universitaria. A pesar de tener alimento disponible, los gatos siguen constituyendo un peligro para la fauna nativa pues son depredadores efectivos al ser cazadores recreacionales (Erlinge *et al.*, 1983; Soulé *et al.*, 1988) y es por ello que contribuyen a la irremediable aniquilación de la microfauna en la REPSA (Ramos-Rendón, 2010).

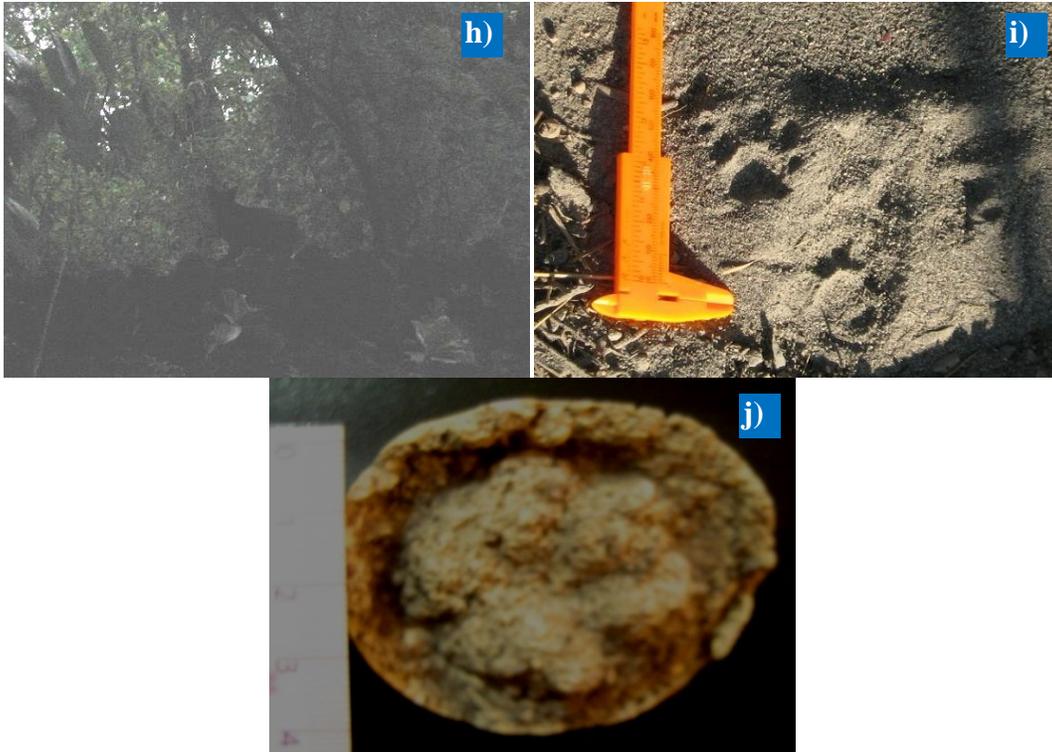
ANEXO IV. Fotografías de mamíferos de la REPSA y sus rastros; donde a) tlacuache juvenil (*Didelphis virginiana*) liberado en la Zona de Amortiguamiento Cantera Oriente de la REPSA, b) huella de mano de tlacuache, c) molde de yeso de la mano y d) excremento encontrado en pavimento (Fotografías: Bernal-Legaria).



ANEXO IV (continuación). Se observa e) zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en cautiverio, f) huella de la pata de zorra gris encontrada en el transecto y g) excrementos de zorra gris encontrados sobre rocas en el Jardín Botánico (Fotografías: Bernal-Legaria).



ANEXO IV (continuación). Se observa h) gato doméstico (*Felis catus*) en el Jardín Botánico, i) huella de gato en estación olfativa y j) molde de yeso de la huella de gato (Fotografías: Bernal-Legaria).



ANEXO IV (continuación). Se observa k) perro doméstico (*Canis lupus familiaris*) en el Jardín Botánico, l) huella de perro encontrada en transecto, m) molde de yeso de la huella de perro y n) excremento de perro (Fotografías: Bernal-Legaria).



ANEXO V. Coordenadas geográficas donde se colocaron las estaciones olfativas establecidas dentro de la Zona Núcleo Poniente de la REPSA para el muestreo comprendido de abril de 2008 a marzo de 2009.

Estación olfativa	Coordenadas UTM		Tipo de Hábitat	Atrayente
	Longitud (Oeste)	Latitud (Norte)		
1	479529	2135781	Vegetación jardín	Mermelada
2	479442	2135418	Vegetación jardín	Danonino
3	479170	2135365	Vegetación introducida	Atún
4	479628	2135273	Vegetación nativa	Mermelada
5	479612	2135442	Vegetación introducida	Danonino
6	479706	2135577	Vegetación nativa	Atún
7	479924	2135765	Vegetación introducida	Mermelada
8	480128	2135930	Vegetación introducida	Danonino
9	479916	2135491	Vegetación nativa	Atún
10	480133	2135597	Vegetación introducida	Mermelada
11	479835	2135255	Vegetación nativa	Danonino
12	479940	2135037	Vegetación nativa	Atún
13	479775	2134997	Vegetación jardín	Mermelada
14	479391	2135245	Vegetación jardín	Danonino

ANEXO VI. Registro en las estaciones olfativas (EO) operativas con visitas (V), operativas sin visitas (O) e inoperativas (I) establecidas dentro de la Zona Núcleo Poniente de la REPSA para el muestreo comprendido de abril 2008 a marzo 2009, presentando los días del muestreo (1 y 2).

EO	Meses																							
	2008														2009									
	A		M		J		J		A		S		O		N		D		E		F		M	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	O	V	V	V	O	V	V	V	V	O	
2	O	V	V	V	V	I	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	O	O	V	
3	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	I	V	V	V	V	V	V	V	V	V	I	
4	V	V	V	V	V	I	O	V	V	V	O	O	O	O	V	O	V	O	V	O	V	V	V	
5	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	O	V	V	O	V	V	V	V	V	O	V	V	V	
6	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	I	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
7	V	V	V	V	V	V	V	V	V	O	V	V	V	V	V	V	V	V	V	O	V	V	O	
8	V	V	V	O	I	V	V	O	V	O	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
9	V	V	V	V	I	V	V	O	V	O	V	V	O	V	V	V	V	O	V	O	V	O	O	
10	V	V	V	O	V	V	V	V	O	V	V	I	V	O	V	V	V	V	V	O	V	O	O	
11	V	V	V	V	V	V	V	V	V	O	V	V	V	V	I	I	V	O	V	V	V	V	V	
12	V	V	V	V	I	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	O	V	V	V	O	O	
13	V	V	V	V	I	I	V	O	V	V	V	V	V	V	O	O	V	O	O	O	O	V	O	
14	V	V	V	V	V	V	V	O	V	V	V	V	V	V	O	V	V	V	V	V	V	O	O	

ANEXO VII. Tamaño de las huellas (área en cm²) de *Bassariscus astutus* registradas en las estaciones olfativas (EO) establecidas en la Zona Núcleo Poniente de la REPSA durante abril de 2008 a marzo de 2009. Se anota el tipo de hábitat donde VJ es vegetación jardín, VI es vegetación introducida y VN es vegetación nativa; los meses y estaciones del año, así como el día de muestro (1 y 2).

EO	Hábitat	2008																		2009					
		Primavera						Verano						Otoño						Invierno					
		A		M		J		J		A		S		O		N		D		E		F		M	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	VJ	9.0	8.4		9.0		11.8	9.3	9.0	9.0		9.3	8.4	11.8			11.8		10.7			10.1			
2	VJ		9.3	9.3		6.5		8.4		9.0	9.3	9.3	9.0	11.8					10.7	10.1		10.7			
3	VI	9.3	9.0			6.5		9.3	9.3	9.0	9.3		6.5	11.8		6.5	5.8 10.7 11.8	10.7	11.8	9.3 10.1	10.1	11.8	9.3	10.1	
4	VN	9.0	8.4	9.0	8.4	9.0				5.8	5.8						10.7					10.1		9.3	
5	VI	9.3		8.4	9.0	6.5	11.8	9.0	9.3	5.8	9.3						10.7	11.8	9.3		11.8			11.8	13.0
6	VN	9.3		8.4		8.4	9.3		8.4	6.5	10.7	8.4		8.4	11.8	5.8 11.8	10.7	5.8 9.3 10.7	4.6 5.5 5.8 9.3	10.1	10.7	9.3	11.8	9.3	9.3
7	VI				8.4	9.3		8.4	9.0	6.5	9.3						10.7	10.7	10.7	10.1	10.1		10.1		
8	VI							8.4				8.4	8.4		11.8		10.7	10.7		10.7		10.1	11.8	11.8	
9	VN			9.3	9.0			8.4		13.0		5.8				6.5	10.7	13.0	11.8						
10	VI					6.5	9.0	11.8			9.3					6.5		10.7	9.3	10.1	10.1				
11	VN		9.3		6.5	9.3		9.0		6.5			8.4		9.0	13.0			9.3		9.3	10.1	10.1		
12	VN		9.0	11.8	6.5			8.4	9.0	10.7	9.0	8.4		8.4	9.0		11.8				10.1				
13	VJ		9.0		6.5			9.0		6.5	8.4		9.0	11.8	8.4	11.8								8.4	
14	VJ	8.4	8.4	9.3		9.0	8.4	11.8		8.4			9.3	11.8				10.7	11.8						

ANEXO VIII. Tamaño de los excrementos (largo y ancho en cm) de *Bassariscus astutus* registrados en la Zona Núcleo Poniente de la REPSA durante abril 2008 a marzo 2009. Al final del cuadro se anota el número total de excrementos de cada muestra.

Número de excrementos	Meses																							
	2008																		2009					
	A		M		J		J		A		S		O		N		D		E		F		M	
	L*	A*	L	A	L	A	L	A	L	A	L	A	L	A	L	A	L	A	L	A	L	A	L	A
1	6.0	1.0	6.8	1.0	7.0	0.7	6.0	1.0	7.2	1.0	6.5	1.7	5.2	1.4	11.3	1.1	8.6	1.1	11.5	0.9	3.0	1.8	8.8	1.2
2	5.0	1.0	6.9	1.0	5.0	1.3	9.0	1.0	6.0	1.0	7.2	0.7	6.4	0.7	8.0	1.6	6.4	1.0	4.6	2.5	5.3	1.7	4.3	1.0
3	7.0	1.0	5.5	0.5	8.0	0.8	5.5	1.0	6.0	1.1	5.0	0.5	8.1	1.2	10.7	1.2	9.8	1.0	2.3	1.9	7.8	1.4	4.7	2.5
4	6.0	0.9	3.0	0.5	8.0	0.8	9.3	1.0	5.1	1.2	7.8	1.2	5.3	2.0	7.2	1.0	6.4	1.0	7.8	1.7	11.0	1.6	4.0	1.4
5	6.0	1.0	2.3	1.0	3.1	0.5	9.0	1.0	6.6	1.0	6.0	1.3	4.8	1.1	6.9	1.0	9.7	1.0	3.8	1.3	2.5	1.2	7.9	1.2
6	6.6	1.0					3.5	1.0	11.5	1.2	6.7	0.9	11.7	1.7	6.9	1.2	7.0	0.9	12.6	1.4	11.4	1.0	7.2	1.5
7	6.3	1.0					7.9	1.1	10.0	1.0	4.8	1.5	3.3	1.5	9.1	1.0	8.3	9.0	9.2	1.3	8.8	1.3	4.9	1.6
8	7.0	1.0					6.6	1.0	9.6	0.7	3.6	1.0	4.3	1.5	2.9	1.1	9.8	1.0	10.0	1.4	8.7	1.7	4.4	5.2
9	6.0	1.0					2.9	1.0	11.0	1.0	4.8	1.3	7.9	0.7	4.0	2.0	4.4	1.3	8.9	1.5	8.8	1.2	13.4	1.2
10	6.2	1.0					2.5	1.0	4.0	1.0	8.1	1.6	5.3	1.1	?	?	5.4	1.0	10.9	1.3	4.3	1.4	6.5	1.4
11	7.1	1.0							7.5	1.1	4.0	1.3	8.9	1.0	10.4	1.2	6.4	1.0	10.8	1.0	6.5	1.5	5.6	1.2
12									7.2	1.0	8.2	1.1	5.3	1.3	5.4	1.4	5.2	1.0	8.3	1.4	5.7	1.4	11.6	1.0
13									6.5	1.0	3.2	3.1	3.8	1.4	6.6	1.1	8.5	1.1	7.3	1.1	8.1	1.1	7.3	1.0
14									8.0	1.0	5.6	1.2	5.1	1.7	5.2	1.1	8.0	1.0	17.5	1.2	11.0	1.8	6.0	1.8
15									5.2	1.0	10.7	1.6	8.4	1.1	7.0	1.0	4.0	1.1	5.4	1.2	4.6	1.6	4.0	1.3
16									7.5	0.7	6.4	0.9	1.5	1.3	8.0	1.0	4.3	1.3	8.0	1.1	5.5	1.4	2.5	1.8
17									4.5	0.7	6.1	1.4	12.7	1.3	7.9	1.3	14.2	1.0	6.3	3.2	6.0	1.6	5.6	1.8
18									9.0	1.0	8.9	1.0	4.6	0.9	6.0	1.5	3.5	0.7	4.0	1.3	4.0	1.3		
19									9.1	1.0	4.1	1.8	2.0	0.6	7.2	1.0	8.0	1.0	6.6	0.9	3.9	1.2		
20											4.6	1.7	5.3	1.3	8.7	1.3	5.3	1.0	4.1	1.3	5.4	1.3		
21											5.1	1.6	3.8	1.0	6.7	1.2	9.6	1.0	3.5	1.0	5.4	1.5		
22											3.0	2.1	6.1	1.0	2.0	1.3	8.0	0.9	2.5	0.5	4.0	2.2		
23													9.2	1.2	5.8	2.2	11.9	1.0	5.1	1.0	9.8	1.3		
24													6.9	1.1	4.3	1.0	6.6	0.9			2.7	1.8		
25													5.7	1.6	10.0	1.0	10.7	1.0			7.8	1.7		
26													14.5	1.0	12.2	1.0	13.4	0.9			8.8	1.2		
27													8.3	9.0	5.3	1.2	12.0	1.1			5.1	1.0		
28													6.0	1.0	8.0	1.5	8.4	1.0			4.5	1.0		

*L es largo y A es ancho

? Letrina donde no se pudo diferenciar un excremento de otro

ANEXO VIII (continuación).

Número de excrementos (cont.)	Meses																								
	2008														2009										
	A		M		J		J		A		S		O		N		D		E		F		M		
	L*	A*	L	A	L	A	L	A	L	A	L	A	L	A	L	A	L	A	L	A	L	A	L	A	
29												4.0	1.0	13.0	1.1	8.0	0.6					9.2	1.8		
30												6.4	1.3	7.8	1.0	3.9	0.7					7.6	1.3		
31												6.0	1.1	13.0	1.0	6.2	1.0					16.4	1.4		
32												5.0	0.5	12.0	1.0	9.4	0.9								
33												7.4	1.1	9.0	1.0	7.0	1.3								
34												5.0	1.0	8.0	1.0	7.0	1.2								
35												4.3	1.0	6.1	1.4	4.6	1.2								
36														6.3	2.0	5.2	0.9								
37																6.7	1.3								
38																7.3	1.2								
39																11.4	0.8								
40																7.3	1.1								
41																8.9	0.9								
42																12.3	1.1								
43																5.5	1.0								
44																8.0	1.0								
45																9.4	1.0								
46																4.1	2.0								
47																10.7	1.1								
48																11.3	0.7								
49																9.2	1.0								
50																6.2	0.7								
51																17.4	1.1								
52																5.3	0.9								
53																14.7	1.0								
54																10.0	1.0								
Total		11		5		5		10		19		22		35		36		54		23		31		17	268

*L es largo y A es ancho

? Letrina donde no se diferenciaba un excremento de otro

ANEXO X. Fomato de hoja de captura para registro de excrementos

Lugar					Fecha								
Coordenadas UTM	Sustrato	Tipo de Vegetación	Ancho del camino	Posición en el camino (central, lateral, marginal)	Altura de los excrementos	No. de excrementos en letrina	Estado de los excrementos	No. de excrementos por especie	Nombre común	Nombre científico	No. de segmentos	Tamaño de excremento	Contenido visible